

# Adaptación climática de barrios de vivienda social en una ciudad árida: Piura

## Climatic adaptation of social housing districts in an arid city: Piura

## Adaptação climática de distritos de habitação social em uma cidade árida: Piura

Patricia Caldas<sup>1\*</sup>, Edith Aranda<sup>2</sup>, Christian Dongo<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes, Universidad Nacional de Ingeniería. Av. Túpac Amaru 210, Lima, Perú

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería Económica, Estadística y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Ingeniería. Av. Túpac Amaru 210, Lima, Perú

Recibido (Received): 27/08/2018 Aceptado (Accepted): 15/05/2019

### RESUMEN

Este estudio interdisciplinario evalúa las posibilidades de adaptación urbana de una ciudad árida, específicamente de los barrios de vivienda social, frente al cambio climático. Se elige la ciudad de Piura por ser uno de los casos más representativos de los efectos del cambio climático en una ciudad árida del país con problemas de escasez de agua y se analiza: a) su desarrollo territorial en relación a la problemática hídrica, b) el impacto de los procesos de urbanización en las islas de calor urbanas de Piura y c) posibles medidas de adaptación climática del espacio público y la vivienda en barrios de interés social. Los resultados sobre el marco institucional de la planificación para la adaptación climática de dicha ciudad muestran más obstáculos que oportunidades. En los dos barrios casos de estudio seleccionados se confrontan su diseño urbano y arquitectura con las intervenciones "populares" de adaptación y se estudia el perfil socio-económico de los residentes para la comprensión de patrones y medidas a ser consideradas en procesos de adaptación climática. Finalmente se conceptualizan estrategias de adaptación participativas que disminuyan las islas de calor en el espacio público y la vivienda social de Piura en el marco de políticas públicas de enfoque integral.

*Palabras Clave:* ciudad árida, adaptación climática, vivienda social, Piura

### ABSTRACT

This interdisciplinary study evaluates the possibilities of urban adaptation of an arid city, specifically neighborhoods of social housing, in the face of climate change. The city of Piura was selected because it is one of the most representative cases of the effects of climate change in an arid city of the country with problems of water scarcity and it is analyzed: a) its territorial development in relation to water problems, b) the impact of urbanization processes on the urban heat islands of Piura; and c) possible measures for climate adaptation of public space and housing in neighborhoods of social interest. The results on the institutional framework of the planning for the climatic adaptation of this city show more obstacles than opportunities. In both neighborhoods selected case studies are confronted urban design and architecture with "popular" adaptation interventions and the socio-economic profile of residents is studied to understand patterns and measures to be considered in processes of climate adaptation. Finally, participatory adaptation strategies that reduce heat islands in the public space and social housing in Piura are conceptualized within the framework of comprehensive public policies.

*Key Words:* arid city, climatic adaptation, social housing, Piura

### RESUMO

Este estudo interdisciplinar avalia as possibilidades de adaptação urbana de uma cidade árida, especificamente bairros de habitação social, diante das mudanças climáticas. A cidade de Piura é escolhida por ser um dos casos mais representativos dos efeitos das mudanças climáticas em uma cidade árida do país com problemas de escassez de água e é analisada: a) seu desenvolvimento territorial em relação aos problemas hídricos, b) o impacto dos processos de urbanização nas ilhas de calor urbanas de Piura e c) possíveis medidas para a adaptação climática do espaço público e habitação em bairros de interesse social. Os resultados no quadro institucional do planejamento para a adaptação climática desta cidade mostram mais obstáculos do que oportunidades. Em ambos os bairros, estudos de caso selecionados confrontam o desenho e a arquitetura urbanos com intervenções de adaptação "populares" e estuda-se o perfil socioeconômico dos moradores para entender padrões e medidas a

\* Corresponding author.:  
E-mail: pcaldas@uni.edu.pe

serem considerados nos processos de adaptação climática. Finalmente, as estratégias de adaptação participativa que reduzem as ilhas de calor no espaço público e na habitação social em Piura são conceituadas no âmbito de políticas públicas abrangentes. *Palavras-chave:* cidade árida, adaptação climática, habitação social, Piura

## INTRODUCCION

Actualmente el 55% de las personas en el mundo vive en ciudades. Según estimaciones de la ONU este porcentaje alcanzará un 73% de cara al 2050 [1]. Los impactos resultantes del cambio climático serán más graves en las áreas urbanas que en las rurales, ya que las características de las ciudades en cuanto a densidad poblacional y concentración de funciones urbanas inciden fuertemente en el medio ambiente. Los impactos de inundaciones, fuertes lluvias o islas de calor dependerán de estrategias adecuadas, especialmente en los países en desarrollo [2]. Muchas de las áreas urbanas de crecimiento poblacional incontrolado se encuentran en zonas áridas, especialmente en países de medianos y bajos ingresos. Las ciudades áridas enfrentan una serie de problemas ecológicos y socio-económicos: rápido crecimiento poblacional, carencia de agua, baja calidad del suelo urbano y altos precios de éstos que dan lugar a desarrollos de pobreza y asentamientos informales [3]. Las zonas áridas y semi-áridas del Perú cubren aproximadamente la cuarta parte de la superficie nacional. Incluyen toda la costa y una parte considerable de la sierra. En ellas reside cerca del 90% de la población peruana y se concentra gran parte de la actividad agrícola, industrial y minera del país. La cultura peruana tiene su origen en dichas zonas. La ciudad de Piura se encuentra en el desierto tropical de la costa norte [4].

Este artículo trata de las posibilidades de adaptación climática de una ciudad árida en el caso específico de los barrios de vivienda social. Elegimos Piura por ser uno de los ejemplos más representativos de los efectos del cambio climático en una ciudad árida del país con problemas de escasez de agua. Se evalúa en primer lugar su desarrollo territorial en relación a la problemática hídrica, en segundo lugar, el impacto de sus procesos de desruralización y urbanización en las islas de calor urbanas y en tercer lugar las posibilidades de adaptación climática en barrios de interés social (espacio público y vivienda). Para ello se evalúa de un lado el marco institucional de la planificación de la adaptación climática de la ciudad de Piura (obstáculos y posibilidades) y de otro lado se identifican posibles estrategias de adaptación climática en barrios-casos de estudio. Se seleccionan dos barrios como casos de estudio, ENACE Núcleos Básicos (NB) de la década de 1980 y Techo Propio-Adquisición Vivienda Nueva (AVN) de reciente formación donde se confronta lo planificado y las intervenciones “populares” de sus residentes. Asimismo, se estudia el perfil

socioeconómico de los habitantes de dichos barrios para comprender qué patrones socio-culturales serían considerados en procesos de adaptación climática. A manera de conclusión se conceptualizan posibles estrategias sostenibles e inclusivas de adaptación climática de la vivienda social y el espacio público en barrios de medianos y bajos ingresos de Piura considerando un marco de políticas públicas de enfoque integral.

## PIURA, CIUDAD INTERMEDIA

En la región Piura, los procesos de urbanización han evolucionado en función a las dinámicas de producción que se dan en los diversos ecosistemas de la región en relación al patrón disperso de población en el territorio y a los flujos de habitantes que constantemente se movilizan en dicho territorio. Este patrón de movilidad se remonta a la época prehispánica y es parte de la racionalidad andina: el hombre se relacionaba con la naturaleza y manejaba diversos pisos ecológicos lo cual lo obligaba a un permanente desplazamiento [5]. Durante el proceso de implantación colonial hubo además cuatro desplazamientos sucesivos de la ciudad de Piura entre 1532 y 1588 [6].

Un reciente concepto que supera la dicotomía entre lo urbano y lo rural [7] se evidencia en Piura, en esta ciudad lo urbano es un proceso basado en un sistema de ciudades interrelacionadas entre sí en el territorio. Según las características de una ciudad intermedia [8], la ciudad de Piura se inserta en una organización territorial policéntrica, quedando en su interior amplios espacios rurales intersticiales que conservan patrones de producción agropecuaria.

Según Remy (2015) la provincia de Piura presenta un sorprendente incremento de su tasa de crecimiento demográfico entre los años 1961 y 2007 (de 5% al 13%). En el Perú el crecimiento poblacional veloz de algunas ciudades intermedias presenta dos tipos de procesos, desruralización y densificación rural, si bien éste último incorpora el excedente agrícola proveniente de la reforma agraria, sin embargo, se ha dado sin gestión ambiental generando sobre todo mal manejo de los recursos naturales [9]. Esta deficiencia hace vulnerable también a la ciudad frente al cambio climático, pues la provincia de Piura, que cuenta con una población de 765,601 hab. (2015, estimaciones INEI) presenta una fuerte dependencia de su entorno rural.

## CAMBIO CLIMÁTICO EN PIURA

El calentamiento global impacta no sólo en el cambio climático y en las actividades humanas, sino también en los ecosistemas. Efectos del aire caliente conducen a la creciente desertificación, a un alto riesgo de fuertes precipitaciones, inundaciones por aumento del caudal de los ríos en ciertas regiones y en otras a periodos de sequía. Se estima que el cambio climático producirá en 50 años, en las ciudades áridas de la costa norte del Perú un incremento de temperatura de 2 a 3°C y un incremento de las precipitaciones de 0,25 a 0,50mm/día [10].

Piura es una ciudad árida y su clima se caracteriza por ser del tipo seco-tropical con precipitaciones pluviales de hasta 518 mm en promedio anual y distribuido entre los 0 y 65 m.s.n.m., siendo de mayor intensidad entre enero y marzo. El fenómeno extraordinario “El Niño” es un sistema complejo de interacciones Océano-Atmósfera, las cuales son cada vez más recurrentes en el planeta debido al cambio climático que incrementa la temperatura de la superficie del mar. En el Perú, Piura está afectada particularmente por este fenómeno [11].

El promedio de horas de sol en Piura, como en las ciudades áridas del norte del país, es de 5 h/día, registra en el país la más alta velocidad de vientos (11m/s) en dirección Sur-Oeste, el promedio anual de energía solar incidente diario varía entre 5 a 5,5 Kw h/m<sup>2</sup> y su temperatura promedio ambiental oscila entre 18,9°C y 24,3°C [12]. La temperatura máxima promedio diaria es de 32°C. Entre 2002 y 2014 se registró una humedad relativa anual 67,0% a 75,5% observándose un incremento de 5,4% [13]. En la región se aprovecha en cierta medida la energía eólica en Talara y en menor medida la energía solar en áreas rurales.

## PIURA Y SU DESARROLLO TERRITORIAL EN RELACIÓN A LA PROBLEMÁTICA HÍDRICA

Las antiguas sociedades indígenas peruanas manejaban el territorio y sus recursos naturales hasta que fueron afectados durante la transición al régimen colonial. En la costa desértica, mayormente norte y central, caracterizada por la ausencia o escasez de lluvias, destaca el manejo del agua de los ríos costeros a través de grandes sistemas de irrigación artificial que llegaron a transformar el conjunto de valles formados en los flancos occidentales de la cordillera de Los Andes. Asimismo destaca el aprovechamiento de la napa freática superficial para generar oasis y lagunas [14]. Las comunidades indígenas de la región Piura estaban relacionadas con el manejo de los recursos en los distintos espacios ecológicos (litoral, valle, bosque, andes y selva alta).

Piura presenta un alto grado de estrés hídrico y requiere estrategias urbanas de infraestructura ecológica [15]. La planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (PTAR) ubicada en el distrito Veintiséis de Octubre está en construcción (20% de avance) y se prevé que contribuirá al abastecimiento adecuado de agua potable [16].

Además, está prevista una laguna de oxidación al norte de la ciudad. El agua de lluvia intensa en Piura no se usa, drena por las pequeñas “cuencas” de su relieve de suave topografía, y convierte las áreas con depresiones en zonas inundables, afectando principalmente las zonas planas con infiltraciones en el subsuelo, creando procesos de erosión. La Quebrada Seoane se activa en épocas de fuertes lluvias y se convierte en colector de las aguas de escorrentía superficial, además de causar intensa erosión. Los diferentes drenes Norte-Sur de la ciudad se constituyen en colectores principales de aguas pluviales provenientes de los diferentes asentamientos informales y urbanizaciones ubicados cerca a éstos drenes [17]. Sin embargo, de los catorce drenes que existían entre Piura y Castilla sólo funcionan tres y algunos ya han desaparecido [18].

Hacia el año 2032 se puede visualizar en el Plan de Desarrollo Urbano de Piura la presencia de una infraestructura azul (ríos, una quebrada que se activa en periodo de inundaciones, canales, lagunas, áreas de depresión que acumulan agua de lluvia durante inundaciones y una laguna de oxidación al norte de la ciudad). La infraestructura azul representa un potencial para generar y reforzar la infraestructura verde de la ciudad que abarca parques, bosques secos tropicales y áreas verdes a conservar (Fig. 1).

Sin embargo, el río Piura presenta un alto grado de contaminación a lo largo de toda la cuenca donde existen once puntos críticos en su paso por la ciudad de Piura, debido a que se vierten desperdicios y no se realiza ningún tipo de tratamiento [19] (Fig. 2).

Asimismo, en el área central los usos de suelo, destinados tanto a la propiedad privada como al sector público, se aproximan demasiado a las riberas del río sin prever un área verde de protección frente a posibles inundaciones. Es decir, los usos de suelo no se



Figura 1. Infraestructura azul y verde. En lila las áreas industriales. Elaboración propia según Plano de Zonificación al 2032.



Figura 2. Contaminación del río Piura con residuos sólidos (Fuente: LaRepública.pe del 22/04/2015)

planifican en relación al principal recurso hídrico de la ciudad. Esta deficiente relación ciudad-agua genera frente a procesos de adaptación climática un serio desorden económico-ambiental y convierte el centro de Piura en un área altamente vulnerable frente a los efectos del cambio climático.

La consideración de los ciclos del agua en Piura es de gran importancia para garantizar el mantenimiento y surgimiento de áreas verdes en una ciudad de escasa vegetación [20]. Los bosques secos tropicales, ubicados en los bordes de la ciudad y los pocos árboles del área urbana brindan espacios frescos en los meses de altas temperaturas y a su vez sirven de defensa frente a lluvias fuertes pues retienen la humedad. Las intensas precipitaciones pluviales por el fenómeno de El Niño permiten cíclicamente la recuperación y el reverdecimiento de estas áreas, no obstante, se ven afectadas por la expansión urbana, sobre todo a lo largo de las carreteras. De otro lado, debido a los serios daños

que ha provocado la napa freática superficial en la ciudad de Piura se han registrado predios con alto riesgo sísmico, por tal motivo algunos permanecen desocupados. Precisamente un hecho que de algún modo ayuda a mitigar la escasez de áreas verdes en el casco tradicional es que en estos predios la mencionada napa ha hecho surgir especies de plantas locales que contribuyen a disminuir las islas de calor.

#### IMPACTO DE LOS PROCESOS DE URBANIZACIÓN Y DESRURALIZACIÓN EN LAS ISLAS DE CALOR URBANAS EN PIURA

La alta temperatura del aire en la ciudad de Piura depende de los crecientes procesos de urbanización y desruralización asociados a flujos de calor antropogénicos y sobre todo a la escasez de vegetación. Las consecuencias de estos procesos y de la rápida urbanización son la reducción de la biodiversidad, tráfico intenso que produce contaminación atmosférica y un mayor consumo de energía. Según Ridha, en general las investigaciones señalan que en una ciudad las islas de calor urbanas que se producen afectan el bienestar y la salud de los habitantes por estar expuestos a altos porcentajes de contaminación atmosférica y a ondas de calor más intensas. El confort térmico en el espacio exterior se ve influenciado por la percepción y satisfacción de los peatones, especialmente en climas calientes y áridos. Los estudios al respecto revelan que los árboles constituyen la mejor contribución para reducir las temperaturas de superficies.

Del mismo modo, la cantidad de vegetación de una edificación y su posición (en techos, paredes o en ambos) es un factor más determinante que la orientación misma de la calle. Una medida adecuada en climas áridos es generar superficies y espacios en sombra para reducir la temperatura y la temperatura radiante media que afectan el confort térmico del peatón. Las superficies en sombra descargan la energía almacenada en la noche de manera que puedan ayudar a proporcionar confort térmico al peatón durante el día [21].

En la provincia de Piura se identifican dos factores que afectan la intensidad de las islas de calor urbanas: la rápida urbanización y el acelerado crecimiento poblacional. Entre 1961 y 2007 la población urbana de la provincia creció de casi 300 mil habitantes a 1 millón 250 mil, es decir se cuadruplicó en un periodo de cuarenta y seis años (Censos 1961, 2007 INEI). En este mismo período, la superficie del principal aglomerado urbano que comprende los distritos de Piura, Castilla y el reciente distrito de Veintiséis de Octubre creció de 1040 Ha a 6010 Ha, multiplicándose casi por seis la superficie urbana (Fig. 3). De las 6010 Ha que ocupa actualmente el aglomerado urbano de Piura, aproximadamente el 36% eran en 1961 tierras agrícolas o zona de bosques (Fig. 4). La desruralización y urbanización sustituyen

bosques secos y áreas agrícolas dificultando así la adaptación climática.

La ciudad viene expandiéndose sin planificación hacia el sector noroeste, mayormente sobre áreas físicamente vulnerables a inundaciones e intensas lluvias. Se observa una densidad poblacional baja en estas áreas que con el tiempo se densifican informalmente.

En cuanto al segundo factor, el crecimiento poblacional, en el año 1961 la población rural en el departamento de Piura era de 370 mil habitantes mientras que en el año 2007 sólo alcanzaba los 432 mil habitantes, presentando en ese periodo una tasa de crecimiento de apenas 0.37%, mientras que la tasa de crecimiento de la población urbana era de 9.4% (Censos INEI). Esta diferencia entre las tasas de crecimiento poblacional urbano y rural se explica por la estratégica ubicación de la ciudad de Piura en la macro

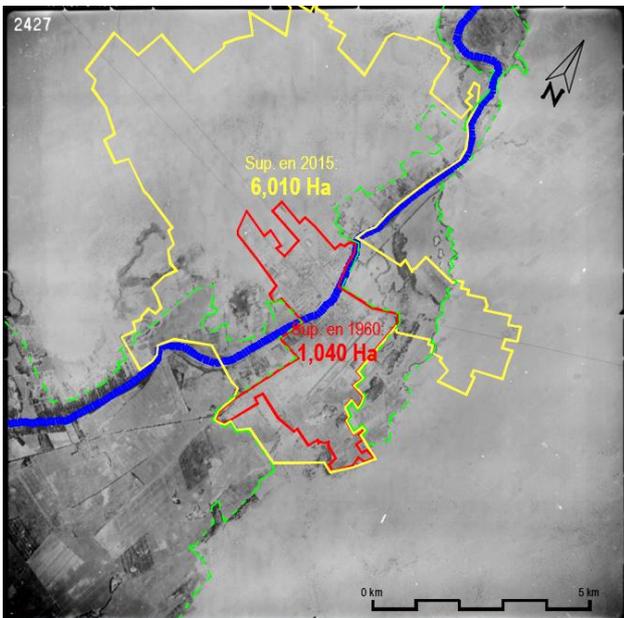
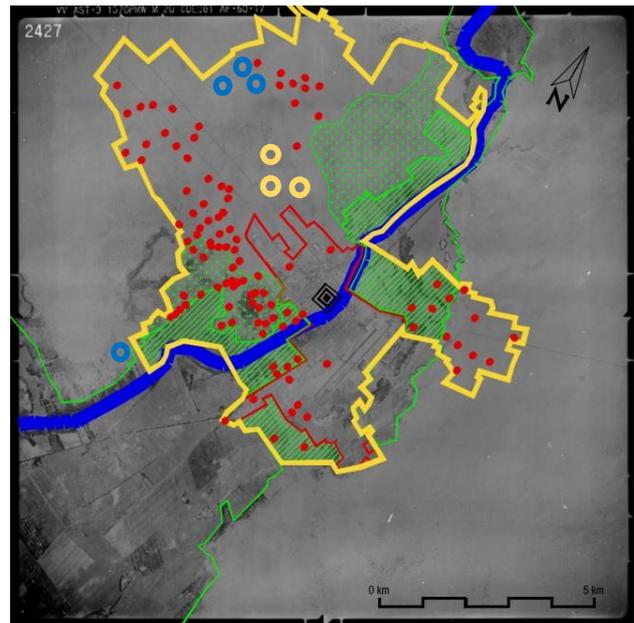


Figura 3. Evolución del aglomerado urbano de Piura (Fuente: Aerofotografía, 1961, IGN. Elaboración propia)



- ▬ Zona agrícola perdida desde 1961
- ▬ Zona de bosques perdida desde 1961
- Ubicación de asentamientos informales
- Proyectos vivienda social ENACE (década 1980)
- Proyectos Techo Propio (2011-2015)

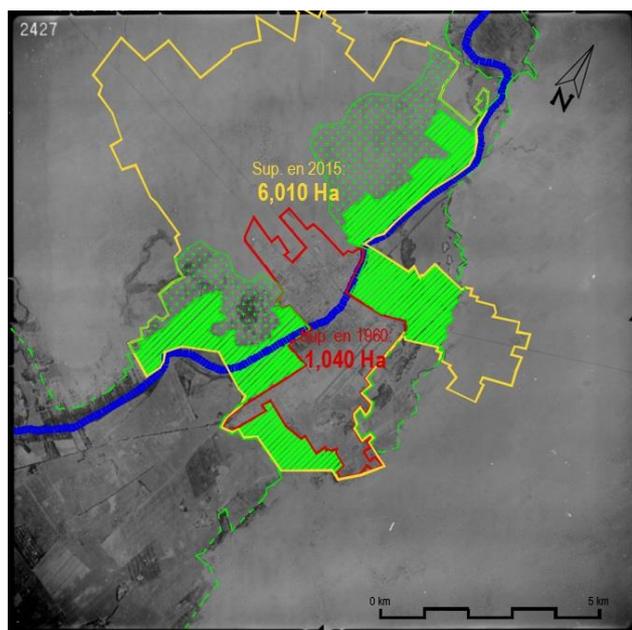
Figura 4: Mapa de reducción de áreas agrícolas y de bosques en la ciudad de Piura. Fuente: Aerofotografía 1961, IGN. Elaboración propia

región norte que ha facilitado su rápido desarrollo socioeconómico y la convierte en un destino migratorio atractivo. En efecto, Piura, se ubica en la intersección de dos ejes transversales importantes: el eje costero norte-Sur, conformado por las ciudades de Trujillo, Chiclayo, Piura y Tumbes; y el eje oeste-este, conformado por las ciudades de Piura, Jaén, Chachapoyas, Tarapoto e Iquitos.

La mayor parte de asentamientos informales ha ocupado el sector oeste del río Piura, desde el centro a lo largo de la carretera a Paita (Fig. 5). Es en este sector donde se ubican los barrios de interés social ENACE y predominantemente los de Techo Propio –AVN. Los asentamientos informales ocupan un segundo sector, al este del río Piura, en las salidas a Catacaos, Chulucanas y Tambo Grande. Estos barrios ocupan en su mayoría, las zonas más desérticas del territorio y donde menos vegetación existe.

## 6. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS POSIBILIDADES DE REALIZACIÓN EN LOS BARRIOS DE VIVIENDA SOCIAL DE PIURA

En el contexto urbano, la adaptación a impactos extremos del cambio climático es un desafío de planificación pública más que una iniciativa individual, privada o autónoma [22]. A continuación, se analizan las oportunidades y obstáculos de la adaptación climática en base a entrevistas locales (a dos profesionales de las oficinas de desarrollo urbano de la



- Zona agrícola perdida desde 1961
- Zona de bosques perdida desde 1961

Figura 5. Ubicación de asentamientos humanos informales dentro del aglomerado urbano de Piura. Fuente: Aerofotografía 1961, IGN. (Fuente: Elaboración propia)

Municipalidad de Piura y de Veintiséis de Octubre, un miembro de una organización internacional y un miembro de una constructora de proyectos Techo Propio).

En cuanto a la información, existe una falta de consciencia de los efectos del cambio climático en la ciudad, y una vez ocurridos, una percepción de los futuros impactos como un hecho muy lejano. Puede leerse como un potencial el hecho que existan en el medio local algunos especialistas conscientes de la adaptación climática, sin embargo, este interés se enfoca más a áreas rurales que urbanas. El obstáculo más importante es la falta de coordinación y cooperación entre los diferentes organismos involucrados tales como el ANA (Autoridad Nacional del Agua), municipalidades, gobierno central y regional, la Sección General de Agricultura, etc. De igual modo son un obstáculo los múltiples niveles de gobierno

(central, regional, provincial, distrital) que no son adecuados para encontrar medidas integrales de adaptación climática y el hecho que el gobierno central no suministre ni distribuya información sobre el cambio climático que pudieran aprovechar los principales actores locales en la toma de decisiones. De otro lado, la participación en los pocos proyectos de investigación sobre el tema se decide desde el gobierno central o regional sin considerar a las organizaciones con experiencia en el tema, ni a los expertos locales. Respecto a la información sobre medidas de adaptación climática en el contexto específico de Piura (geográfico, socioeconómico y climático) no se han realizado aún modelos de simulación climática para esta ciudad. Para el caso del fenómeno Oscilación del Sur- El Niño, éste resulta impredecible, genera incertidumbre, información difusa y dispersa por lo que resulta muy difícil elaborar un plan de adaptación climática en Piura.

En segundo lugar, respecto a los recursos (humanos y financieros), debido a que las labores de mitigación y adaptación están sectorizadas en cada organismo, el acceso a recursos se limita mucho. Un obstáculo, en general en el Perú, es que los recursos públicos se distribuyen de acuerdo a fines políticos, por ejemplo, la reducción de la pobreza y la adaptación climática de áreas rurales tienen preferencia en la política nacional, por lo que se descuidan las medidas para áreas urbanas. Los proyectos e investigaciones de adaptación climática y de aprovechamiento de energía solar para electrificación se dirigen a pobladores de áreas rurales de la sierra, los estudios para áreas urbanas son escasos. Además, el enfoque de los proyectos de adaptación climática es sólo medioambiental porque la institución nacional que coordina dichos proyectos tiene esta orientación. Estas deficiencias se manifiestan p. ej. en el Programa para la Reconstrucción con Cambios del gobierno actual, después del impacto del fenómeno de El Niño Costero en el verano del 2017. Se están ejecutando proyectos de infraestructura como la recuperación de las vías, pero, según especialistas, se vienen trabajando como obras temporales y no se ha priorizado el drenaje pluvial, el manejo de cuencas ciegas, saneamiento y agua potable, por lo que estas obras no contribuirán realmente a la resiliencia ante posibles lluvias [24].

En cuanto a los incentivos (marco institucional) se carece de un marco legal que permita a las municipalidades tomar decisiones sobre medidas de adaptación climática. Un problema constante es la falta de coordinación entre organismos que administran áreas rurales y urbanas y entre regiones y provincias. Como un incentivo destaca la cooperación de organismos internacionales en la

formación técnica de personal capacitado para el tratamiento de aguas grises del cual se desprende el proyecto “Jardines de Piura” y una pequeña planta de tratamiento de aguas en el distrito Veintiséis de Octubre.

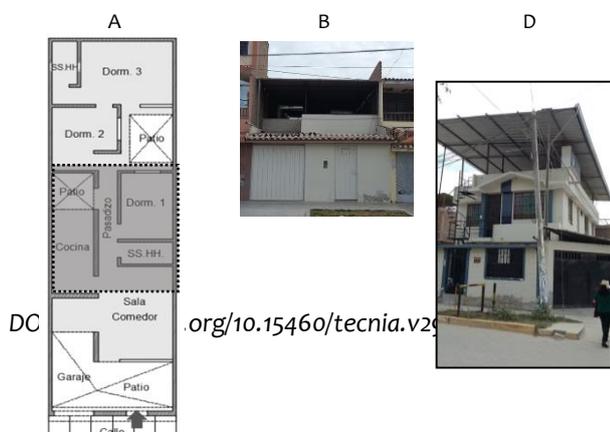
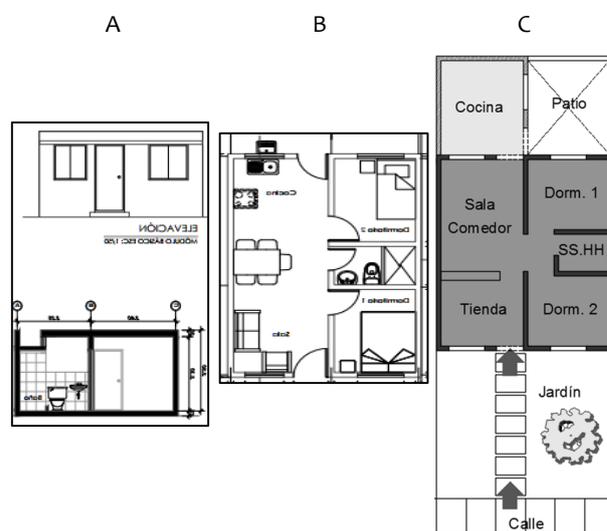
Algunas de las oportunidades para disminuir las islas de calor en barrios de vivienda social en Piura son: a) un programa nacional de financiamiento de vivienda ecológica que sin embargo no es inclusivo, está dirigido a clase media, b) potencial de lagunas y canalizaciones del río para generar áreas verdes y áreas de protección como el Parque Kurt Beer, c) una Iniciativa privada de soluciones participativas para conseguir espacios públicos verdes en barrios bajos ingresos eco-nómicos.

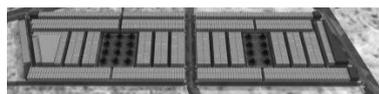
La adaptación urbana frente al cambio climático para disminuir los efectos isla invernadero busca ofrecer calidad de vida aceptable y se fundamenta en el uso razonable de sus recursos naturales como el agua, la energía y en el reúso de desperdicios y residuos sólidos. Algunas posibilidades en el caso de una ciudad árida como Piura serían: a) reciclaje descentralizado de aguas grises, b) agricultura urbana, c) métodos pasivos de enfriamiento y sombra, d) generación de energía local, e) reciclaje de residuos sólidos, f) generación de espacios públicos verdes [23].

A escala del barrio son necesarias medidas para obtener condiciones climáticas óptimas en el espacio público, como p. ej. generar espacios de sombra en el espacio exterior, éstos no son considerados en la planificación de barrios en ciudades áridas del país. A escala de la vivienda las edificaciones deberían ser adaptadas a las temperaturas extremas de los días de verano, las fachadas y techos deberían protegerse de la intensa radiación solar, en el caso de Piura, también de las fuertes lluvias. En una ciudad árida los barrios y edificios deben disponerse de manera compacta para facilitar las sombras y ventilación. Los pasajes estrechos en la morfología del barrio brindan sombra y evitan vientos [25]. Según la dirección del viento, es posible emplear la corriente de aire frío. Las formas de construcción deben evitar grandes espacios abiertos.

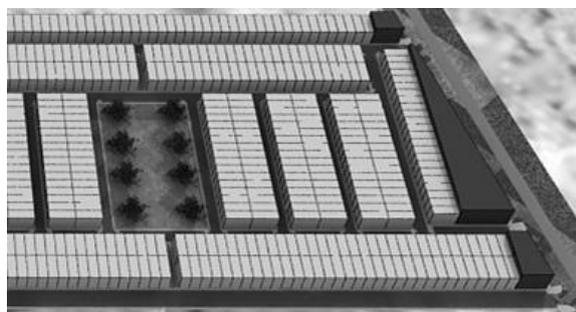


Figura 6. Núcleo básico ENACE ampliado. A: Planta con ampliaciones y ubicación del NB en el lote. B: Fachada de 2 pisos. C: Patio con cobertura ligera. D: Módulo convertido en bifamiliar. E: Sector del barrio con manzanas y lotes.





Vista del conjunto



Sector del conjunto con parque central

Figura 7. Módulo de vivienda ampliado, Techo Propio AVN.

A y B: Módulo original típico 45m<sup>2</sup>, planta cortes y elevaciones. C: Módulo ampliado con tienda al frente y cocina al fondo. Abajo: fotos de la fachada principal y de la ampliación de la cocina (Fotos y gráficos C. Dongo 2017)

dentro de la ciudad y se optaría por aquellas especies de plantas que requieren poca agua, en el caso de Piura nos referimos a especies como algarrobos, espinos, cocoteros y arbustos locales. El modelo convencional de áreas ajardinadas no es válido para ciudades áridas por el costo de su mantenimiento.

Respecto a la vivienda social en una ciudad árida, la adaptación climática se fundamenta además en las posibilidades del uso de la radiación solar, de la microventilación para el flujo del aire (p. ej. ventanas con control manual de ventilación diferenciada para el día y la noche) y de la evapotranspiración atmosférica.

Según el análisis de casos, los dos barrios de vivienda social en Piura, ENACE-NB y Techo Propio AVN (Figs. 6 y 7), presentan diferencias respecto a su vulnerabilidad frente a inundaciones pues mientras que el primero se encuentra parcialmente sobre áreas con alto riesgo de inundación, el segundo se ubica en una cota un poco más alta y no presenta tal riesgo. Por este motivo, desde hace unos años los proyectos de vivienda de interés social y clase media se vienen concentrando en ésta área del distrito Veintiséis de Octubre. Los núcleos básicos de barrios ENACE de Piura, originalmente vivienda unifamiliar, se han convertido después de más de treinta años en bifamiliares, en algunos casos en multifamiliares, por iniciativa de los habitantes llegando a una altura promedio de tres pisos. Los barrios Techo Propio-AVN están en proceso de ocupación y ampliación inicial y tienen uno y dos pisos, en pocos casos tres pisos.

Los problemas de adaptación climática de estos barrios se presentan sobre todo en los amplios espacios planificados como parques convencionales, que son difíciles de mantener verdes. En los barrios ENACE han desaparecido casi en su totalidad los jardines del retiro frontal de la vivienda. Sin embargo, las áreas verdes públicas planificadas entre la vereda y la vía vehicular sí se mantienen y proveen de sombra al peatón (Fig. 8). Estas áreas, que han surgido también en algunas calles de asentamientos informales por iniciativa de los habitantes, p. ej. con árboles a un lado de la calle; no se planificaron en todos los barrios Techo Propio agudizando la sensación de calor para el peatón. La posibilidad de regar con agua de lluvia estas áreas verdes cercanas a las parcelas de vivienda se aprecia en contadas ampliaciones donde se instalan tubos para desaguar el agua de lluvia del techo de la casa. Éstos sobrepasan el límite de la parcela por encima de vía peatonal. Sin embargo, falta un sistema de almacenamiento de agua de lluvia, un drenaje apropiado e integrar esta tecnología al diseño de la vivienda.

De otro lado, la vía peatonal en sombra la encontramos en el centro tradicional de Piura, esto se logra a través de balcones en “volado” (aprox. 1.20 m de profundidad) a ambos lados de la calle. En algunas casas de asentamientos informales se genera sombra a la vía peatonal a través de coberturas de esteras sobre el espacio de ingreso de la vivienda que sobrepasan el límite de la parcela.

Las intervenciones individuales de adaptación en ambos barrios consisten en elementos de sombra que además protegen de la lluvia. En Piura las fachadas que reciben luz constante son las orientadas al norte y las del oeste son las que más protección necesitan con elementos de sombra. Los residentes han incorporado a los módulos de vivienda elementos de sombra sobre todo en las fachadas norte, oeste y este, en los espacios de transición entre la vivienda y la vía peatonal. Los materiales empleados son: estructura de madera, estera y carrizo, lonas, muros de ladrillo, columnas y también la losa de concreto del piso superior que “monta” sobre el piso inferior creando sombra en espacios de ingreso a las unidades de vivienda. Es notorio la profundidad de 1 a 5 m. de estos espacios en sombra entre la vivienda y la vía peatonal.

Del mismo modo los residentes también instalan elementos de sombra y protegen de intensas lluvias los techos de los últimos pisos de edificios multifamiliares. En algunos casos se adaptan elementos de sombra en ventanas a manera de parasoles (Fig. 9). El elemento local más difundido es el techo ligero que cubre la vivienda casi en su totalidad convirtiéndola en una “casa con

sombrero” para protegerla del fuerte calor y la lluvia. Esta medida popular de adaptación se repite en cada manzana con una frecuencia de más del 30%. Los materiales de construcción son de bajo costo: coberturas de Eternit, estructura metálica, de madera o mixta (columnas de concreto y tijerales metálicos). En algunos casos, cuando existen patios, se cubren con planchas traslúcidas para dejar pasar la luz.

En cuanto a espacios de confort en la arquitectura del centro tradicional de Piura destaca la Casa de Miguel Grau cuyo tipo es la casa-patio con terraza-jardín posterior. Su calidad arquitectónica responde bien al clima seco-tropical de Piura y se aprecia tanto en ambientes exteriores como interiores.



a)



b)



c)

Figura 8. Vías peatonales en sombra en diferentes situaciones de vivienda en Piura: a) Riego con agua de lluvia del espacio verde entre límite de la parcela de vivienda y la vía vehicular a través de tubos para desaguar dicha agua del techo, barrio ENACE, b) Surge espacio arborizado entre límite de la parcela y vía vehicular por iniciativa de los residentes, distrito Veintiséis de Octubre y c) Espacio peatonal en sombra por balcones de 1.20m. de profundidad, centro tradicional de Paita



a)



b)



c)



d)



e)

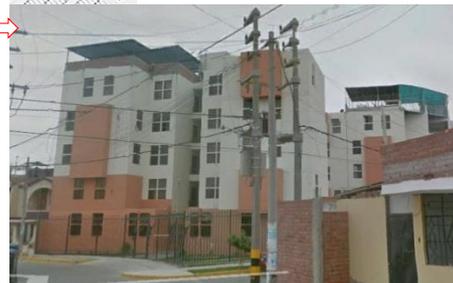


Figura 9. Adaptación al clima en núcleos básicos ampliados (en techos, espacios de ingreso y ventanas) y en edificios multifamiliares similares: a) Toldo y superficie textil con estructura de madera proporcionan sombra al espacio de transición entre la vivienda y la vereda pública, b) Cobertura de estera y carrizo que proporcionan sombra al espacio de transición entre la vivienda y vereda pública, c) Cobertura de Eternit y dormitorio del 2do piso proporcionan sombra en ingresos del primer y segundo piso respectivamente, d) Parasoles de madera adosados en dinteles de ventana para proporcionar sombra , e) Cobertura con material textil en el techo para proporcionar sombra al departamento del último piso multifamiliar para disminuir la sensación de calor en departamentos del último piso

El confort climático se debe a las siguientes características de diseño: a) espacios con una buena altura (3m.) que permiten adecuada ventilación, b) organización espacial a partir de un patio central que facilita la ventilación de los ambientes interiores, c) el patio central, el ambiente del comedor y la terraza- jardín posterior de la casa se alinean en un mismo eje de manera que es posible la ventilación cruzada del comedor, d) las fachadas este (hacia el patio central) y oeste (hacia la terraza-jardín posterior) del comedor tienen incorporados elementos que les generan sombra creando espacios frescos necesarios en los meses de verano de altas temperaturas, e) el pequeño jardín posterior posee pocos árboles que son suficientes para generar sombra a este espacio interior abierto, g) el patio central cuenta tiene una pendiente ligera para facilitar el drenaje de las aguas pluviales en caso de fuertes lluvias (Fig. 10).

Tanto la estrategia popular de lograr áreas verdes en el espacio de la calle que brindan sombra al peatón como la “casa con sombrero” en los núcleos básicos o módulos de vivienda, como la “casa-patio” con jardín posterior son formas locales que responden a las condiciones climáticas de Piura. Sin embargo, si consideramos eficiencia de energía y aprovechamiento de recursos en la vivienda social frente al cambio climático, falta desarrollar innovación tecnológica que integre en la adaptación de la vivienda y en las nuevas viviendas el aprovechamiento de la energía solar y el uso de aguas pluviales para generar áreas verdes (techos y fachadas). En la ciudad de Piura ya existen unas cuatro empresas en el rubro de energía solar y un número reducido de residentes que hacen uso de dicha tecnología. De otro lado, la “casa con sombrero” es una solución pragmática surgida de la necesidad cotidiana de los habitantes, en ella no se consideran formas pasivas de ventilación tales como las teatinas o torrecillas de ventilación que contribuirían a mejorar el confort climático de la vivienda existente o vivienda nueva.

## 7. CONSIDERACIONES SOCIOECONÓMICAS SOBRE LOS RESIDENTES PARA LA ADAPTACIÓN CLIMÁTICA DE LOS BARRIOS ENACE Y TECNO PROPIO EN PIURA

En los barrios planificados de ENACE-NB Techo Propio-AVN predomina en el desarrollo de los mismos, los procesos informales de autoconstrucción, éstos son similares a los que se observan en asentamientos informales, y también tienen su origen fundamentalmente en la necesidad de vivienda. En el Perú la informalidad atraviesa el conjunto de la sociedad, por lo tanto, el crecimiento informal de las ciudades se explica básicamente por la ocupación informal del suelo, y la autoconstrucción de la vivienda popular en asentamientos informales es la principal

alternativa de sectores empobrecidos para acceder a una vivienda. El impacto de programas de vivienda



a)



B1)



B2)

Figura 10. Estrategias pasivas de adaptación climática de la vivienda. a) Módulo ampliado y convertido en “Casa con sombrero” Barrio ENACE al norte del área central de Piura, B1) En primer plano terraza-jardín y en plano del fondo patio central, ambos hacen posible la ventilación cruzada del ambiente interior Casa Miguel Grau, B2) Patio central de la Casa Miguel Grau, elemento que facilita ventilación cruzada tiene sistema de drenaje en vivienda planificada en centro tradicional de Piura

social es muy limitado y no logra cubrir el déficit de vivienda existente [26].

Los barrios ENACE y Techo Propio AVN promovidos por la política pública brindan un modelo de vivienda que no toma en cuenta las características particulares del entorno físico, socio-cultural y ambiental, hecho que genera problemas para la adaptación al cambio climático. Sin embargo, la iniciativa de los residentes crea procesos de innovación social que contribuyen de algún modo a reducir las islas de calor. Si bien, como se ha explicado anteriormente, se trata de soluciones prácticas, tanto en el espacio público como en la adaptación de la vivienda misma, estas soluciones no bastan para enfrentar los desafíos del impacto de la alteración climática, en esta zona de la costa noroeste del país. Hace falta un plan de adaptación climática para la ciudad que considere la sostenibilidad y resiliencia de barrios de vivienda social, los patrones socio-culturales de sus residentes y los diversos actores involucrados.

Según las Naciones Unidas cuatro de cada diez viviendas en los países en vías de desarrollo están localizadas en áreas amenazadas por inundaciones, deslizamientos de tierra y otros desastres naturales especialmente en barrios pobres [27]. En Piura, después de los efectos del fenómeno de El Niño del 2017 se registraron, sólo en la ciudad, más de 10 mil familias asentadas en áreas vulnerables ante inundaciones y lluvias intensas [28]. Entre estas zonas destacan Los Polvorines, Las Dalías, la Urb. Ignacio Merino, el asentamiento informal La Molina y otras zonas del sector noroeste. Los sectores de bajos ingresos han sido empujados a vivir en estas áreas. Los planes de reubicación de 1,200 familias de Los Polvorines y 150 de la quebrada El Gallo en el distrito de Castilla no se han realizado debido a la oposición de los habitantes [29]. El Estado traslada su rol de proveer espacio de vivienda, también en situaciones de desastres naturales, al sector privado, a través del Programa Techo Propio-AVN, pero esta idea fracasa pues se contradice con las orientaciones del mercado privado de la vivienda.

El conocimiento del perfil socioeconómico de los habitantes de los barrios materia de estudio nos permite comprender sus condiciones de vida, sus capacidades sociales, y posibilidades económicas para llevar a cabo estrategias de adaptación de la vivienda y el espacio público frente al cambio climático. En los barrios elegidos, los jefes y las jefas de familia laboran en su mayoría en diversos oficios independientes que forman parte del sector informal urbano. El nivel de ingreso que perciben se concentra en ambos casos en el rango de 1,000 a 2,000 soles, es decir, tienen una baja capacidad adquisitiva. En términos de la diferenciación social esta población está compuesta por grupos de clase media baja, e incorpora también miembros de los sectores populares urbanos en situación de pobreza [30].

Si bien los barrios de vivienda social de Piura (ENACE-NB y Techo Propio-AVN) se ubican próximos a urbanizaciones de clase media y a ciertos servicios de la ciudad, también se encuentran no muy lejos de barrios informales al sur y recientemente noroeste de la ciudad, los cuales han quedado social y espacialmente segregados de la ciudad. A través de la iniciativa de los habitantes en los barrios ENACE-NB de la década de 1980, se lograron incorporar a través de los procesos de ampliación por autoconstrucción nuevos usos diferentes al residencial (tiendas, negocios, etc.), provisionar de cierto equipamiento comunal y proporcionar algunas áreas verdes en el espacio público. De esta manera los residentes consiguieron integrar estos barrios a la ciudad. Los barrios Techo Propio AVN están aún en una fase de ocupación y ampliación, sin embargo, se aprecian los procesos veloces de adaptación sensible al clima llevados a cabo por los habitantes de las primeras etapas de estos

barrios (2012), tanto en el módulo en su estado inicial como en los módulos ampliados [31]. Las áreas verdes planificadas en el espacio público vienen siendo logradas parcialmente en algunas calles. Sin embargo, las adaptaciones populares requieren ser conceptualizadas como soluciones tecnológicas y constructivas para conseguir mejores condiciones de habitabilidad.

Los piuranos han sufrido en las últimas décadas el efecto negativo de eventos cíclicos del fenómeno de El Niño (1983, 1998, 2017), sin que los impactos de este fenómeno hayan servido para tomar medidas apropiadas. Es necesario fomentar una conciencia ciudadana que asuma que la sociedad piurana debe ser resiliente frente a los efectos adversos del cambio climático. Según las Naciones Unidas estos efectos se podrían mitigar si los diversos actores involucrados se comprometen con un proceso de adaptación urbana frente al cambio climático basado en un enfoque integral, que incluya los niveles que la población identifique como esenciales en la búsqueda de soluciones [32].

Las relaciones vecinales vienen a ser un recurso que puede aportar al desarrollo de estrategias para la adaptación al cambio climático que involucren la participación de los residentes como un grupo de interés fundamental. Entre los habitantes de los barrios de vivienda social en Piura, existe la tendencia a valorar la vida en comunidad, para ellos las relaciones vecinales armoniosas representan un aspecto significativo de la vida cotidiana. Se trata de un referente de capital social importante que puede contribuir a mejorar la calidad de vida, aprovechando las redes sociales que existen entre los vecinos. En relación a la organización vecinal, constatamos en la encuesta y entrevistas realizadas, que existe una importante dinámica de participación que se desarrolla en las Juntas Vecinales, contribuyendo a la cohesión social. A través de ellas los residentes pueden sacar adelante proyectos comunitarios que son alternativas de solución a las carencias que comparten en la vida cotidiana. Ellos se movilizan y presionan al poder local (municipalidades) para resolver sus demandas.

Las redes familiares y amicales que se han fortalecido p. ej, en los barrios ENACE-NB durante más de tres décadas de procesos de autoconstrucción no sólo han ayudado a resolver problemas vinculados a las condiciones de vida, sino también a crear un sentimiento de arraigo que afianza la identidad del barrio. Entre ellos se valoran los lazos comunitarios basados en la ayuda mutua y relaciones de confianza. En el caso de los barrios Techo Propio-AVN, por encontrarse en una fase inicial, tal como sucedió también en la fase inicial de ENACE-NB, no existe por parte del sector público un control para otorgar los

módulos a beneficiarios de bajos recursos por lo que un porcentaje de dichos módulos son vendidos a personas que ya poseen una vivienda. Generalmente estos residentes ven en la vivienda una generación de renta futura. Esto sumado al porcentaje de módulos aún no ocupados dificulta a veces las relaciones vecinales.

## 8. INNOVACIÓN SOCIAL DE LOS RESIDENTES

Los habitantes enfrentan serias restricciones, sobre todo en los barrios Techo Propio-AVN debido al diseño urbano del barrio con lotes pequeños que no dejan muchas opciones para patios interiores que faciliten la ventilación cruzada, parques amplios no apropiados al clima árido y módulos de vivienda excesivamente reducidos en área e imposibles de ampliar sin refuerzo estructural. Sin embargo, los residentes desarrollan estrategias informales para tratar de suplir las deficiencias de la planificación y el diseño arquitectónico a través de ampliaciones por construcción informal para brindar comodidad al núcleo familiar, para acoger a la familia extensa o para conseguir espacios de alquiler, incluso más de un 30% llegan a realizar adaptaciones al clima. Todo esto muestra que la inversión en vivienda social tiene un efecto positivo. Estas familias de bajos ingresos tratan de reducir su vulnerabilidad socioeconómica y medio ambiental e intentan encontrar soluciones prácticas a los problemas sensibles del clima.

La alternativa de acceder a una vivienda propia subvencionada por los programas sociales del Estado, representa para estos pobladores un hito para mejorar sus condiciones de vida, que contribuye al establecimiento de las familias en un determinado lugar y lograr una mayor integración a la vida vecinal. La carga simbólica y el valor material que le asignan a la vivienda los motiva a desarrollar estrategias individuales y colectivas para transformar el bien inmueble y adecuarlo a sus requerimientos. En Piura la inventiva popular va acondicionando progresivamente la vivienda, y en algunos casos el espacio público, a las necesidades de las familias, introduciendo modificaciones al diseño original, sobre todo para adaptarla a las condiciones del clima.

El diseño urbano de los barrios de interés social y la arquitectura de sus módulos de vivienda ampliable se han reducido en el país prácticamente a un sólo tipo, sin importar las condiciones específicas de cada ciudad. Se reproduce el tipo y las deficiencias a nivel nacional. Se trata de soluciones que provienen del sector privado basadas en un criterio mercantil que prioriza el interés de los inversionistas por encima de lo público, mejor dicho, a expensas de la calidad de vida de los habitantes. En un país pluricultural como el Perú, se obvian las interrelaciones que existen entre los particulares rasgos

culturales de los usuarios de vivienda social y su entorno construido. Tampoco se toma en cuenta cómo ellos se relacionan con el medio ambiente.

La implantación de la vivienda social como un “artefacto” en la ciudad de Piura, sin consideraciones socio-económicas, ni geográficas o climáticas demanda vincular las medidas de adaptación climática a escala del barrio, en el espacio público y la vivienda con la intervención de los habitantes a través de la autoconstrucción. Hay una experiencia constructiva local que puede ser llevada a conceptos y aprovechada para contribuir al confort climático. Como ya se ha hecho referencia, existe en Piura un patrón local de acondicionamiento climático: las “casas sombrero” que, con la asistencia técnica necesaria, podrían consolidarse como viviendas sustentables y resilientes.

En ese sentido las políticas públicas de vivienda social tendrían que ser capaces de incorporar patrones locales constructivos que contribuyen a la adaptación al cambio climático y a la vez eviten el costo adicional que las familias tienen que asumir por ejemplo para proteger las viviendas de las lluvias torrenciales y de las altas temperaturas del verano en la costa norte del país.

¿Cómo se puede involucrar a los residentes de las viviendas sociales en procesos de adaptación climática? Al respecto son importantes las campañas de capacitación y concientización. Los programas de capacitación dirigidos a los ocupantes de las viviendas pueden ayudar a un buen mantenimiento de éstas. En México, los promotores vecinales del Instituto del Fondo Nacional de Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) llevan a cabo actividades de concientización para la comunidad a largo plazo como parte del plan de viviendas financiadas por el programa. De tal forma que se exige a los propietarios de las viviendas participar en actividades de capacitación como requisito para poder recibir un subsidio o préstamo [30].

Las campañas mencionadas pueden contribuir a que se reduzcan los daños a la infraestructura. No hay que perder de vista que en Piura las deficiencias de la planificación de barrios de interés social, sumadas a las características socio económicas de sus pobladores explican el incremento de la vulnerabilidad y el declive de la resiliencia.

## 9. CONCLUSIONES

Este artículo examinó las posibilidades de adaptación de los barrios de interés social en una ciudad árida: Piura. El foco principal de esta investigación está en conceptualizar posibles soluciones de reducción de islas de calor en el espacio público y la vivienda social en un clima seco-tropical. De acuerdo a la teoría

proveniente de diferentes ciencias (planeamiento urbano sensible al clima, sociología ambiental, planeamiento y arquitectura orientada a la eficiencia de recursos) se reconoce en primer lugar la necesidad de una fase de preparación y adopción de medidas de adaptación urbana y de planes de acción que respalden un marco institucional para la adaptación urbana frente al cambio climático. En segundo lugar, se considera la necesidad de conceptualizar la experiencia de la planificación de los barrios de interés social en una ciudad árida, en relación con las estrategias “populares” de adaptación al clima que, según las condiciones económicas y socioculturales de sus residentes, contribuyen de alguna forma a reducir las islas de calor.

En el primer aspecto el aporte principal de este trabajo es la aplicación de una teoría latinoamericana de los autores Schaller, Jean-Baptiste y Lehmann referida al marco institucional del *mainstreaming* de la adaptación, que reúne diversas variables de análisis que en la literatura especializada se encuentran separadas. Esta teoría ha sido aplicada a la ciudad de Piura para poder entender el sentido de las estrategias de adaptación de sus barrios de vivienda social frente al cambio climático. Como método se han analizado aquellas variables del marco institucional que pudieran constituir obstáculos u oportunidades para la planificación de la adaptación urbana.

En cuanto al marco institucional de la planificación de la adaptación, el análisis aporta al entendimiento de las causas de los obstáculos y cómo se podrían aprovechar las oportunidades para resolver los problemas. Se ha analizado algunas evidencias empíricas en Piura relacionadas a políticas públicas en sus diversas escalas: nacional, regional y local.

Del análisis se desprenden las siguientes estrategias para superar los obstáculos de la adaptación urbana de barrios de vivienda social en Piura, se trata de promover: a) el *mainstreaming* de la adaptación en los diversos sectores urbanos destacando la importancia del aprovechamiento de sus recursos hídricos en relación a su infraestructura verde y sus beneficios para la calidad de vida de los piuranos, b) adopción de medidas a nivel nacional que permitan la elaboración de un plan de adaptación a escala regional o municipal que articule el desarrollo urbano sostenible de la ciudad en relación con su entorno rural. Lo que se ha elaborado hasta la fecha son sólo planes de mitigación, c) a nivel local destaca la necesidad de un sistema urbano de drenaje sostenible (SUDS) que, asociado a la infraestructura verde promueva un sistema azul-verde para la ciudad, d) planes adaptación de barrios de interés social y asentamientos informales (vivienda social y espacios públicos) que contribuyan a disminuir las islas de calor en estas áreas vulnerables y que tomen en cuenta el valor añadido de la ampliaciones y

adaptaciones generado a través de procesos de autoconstrucción, e) otras medidas tales como el reciclaje descentralizado de aguas grises, la agricultura urbana, métodos pasivos de enfriamiento y sombra, aprovechamiento de energía solar, uso de aguas pluviales, reciclaje de residuos sólidos y generación de áreas verdes en el espacio público; y f) la participación de los diversos actores sociales a nivel nacional, regional, municipal y del barrio en la toma de decisiones.

En segundo lugar, en cuanto a la conceptualización de posibles soluciones para enfrentar los efectos del cambio climático en barrios de interés social en Piura, se ha aplicado la teoría y experiencia de otras ciudades áridas en países como Egipto e Irán que pudieran ser válidas para Piura. De esta teoría destaca la importancia de disminuir las islas de calor en el espacio público y mejorar la calidad de vida en viviendas en climas áridos considerando los recursos locales y las condiciones socio-económicas de los habitantes.

Del análisis que confronta lo planificado con las intervenciones locales llevadas a cabo por los residentes se extraen dos tipos de soluciones, la primera se refiere a lo que podríamos denominar adaptación del diseño urbano, que debería considerarse también para futuros barrios. La segunda se refiere a la adaptación de la vivienda misma. Respecto al primer tipo las siguientes soluciones buscan promover: a) diseño urbano que reconsidere, en ciertas situaciones, la calle estrecha y los espacios públicos pequeños para facilitar espacios de sombra en los barrios, b) tamaño adecuado del lote que permita el surgimiento de patios en los procesos de autoconstrucción, este elemento es clave para lograr la ventilación cruzada, b) adaptación del trazado urbano a través de algunas áreas verdes posibles de regar con agua de lluvia, entre la vía peatonal frente a la vivienda y la vía vehicular pues los árboles constituyen en una ciudad árida el mejor elemento para disminuir las islas de calor y protegen de inundaciones. Esta estrategia ya existe parcialmente en algunas calles de asentamientos informales y barrios de vivienda social, c) elementos de la misma vivienda (balcones, espacios de transición techados con cubierta ligera) que brinden sombra al peatón en el espacio de la calle. Las tendencias modernizantes eliminaron estos elementos que respondían a condiciones climáticas.

En cuanto al segundo tipo de soluciones a escala de la vivienda, éstas buscan promover a) métodos de enfriamiento y sombra del último piso y las fachadas (norte, este y oeste) tanto de viviendas que se amplían en el tiempo como de edificios de departamentos. El análisis empírico permitió comprender la importancia de estos métodos de enfriamiento y sombra en el espacio de transición entre el ingreso de la vivienda y la calle peatonal pública, sin importar la orientación de la

calle; b) aprovechamiento de la energía solar, c) nuevos sistemas innovadores de ventilación pasiva (Fig. 11); y d) uso de aguas de lluvia para lograr fachadas o techos verdes.

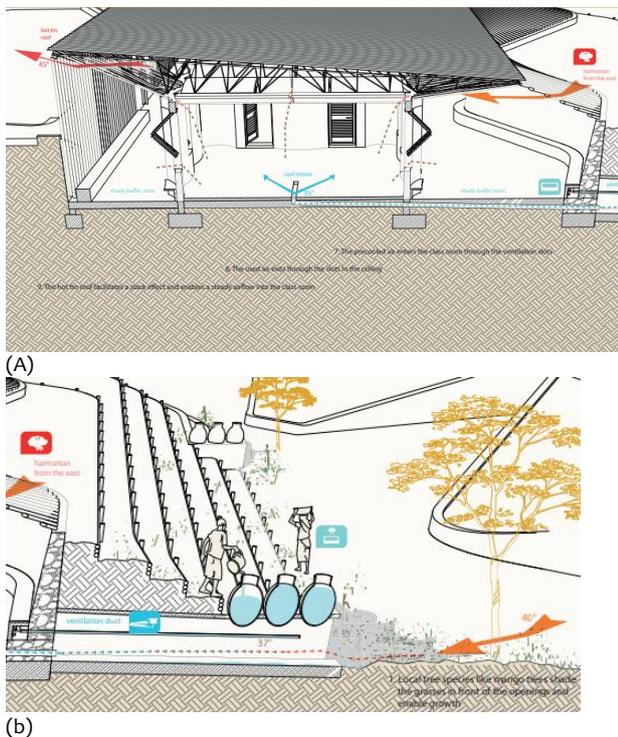


Figura 11. Innovador sistema pasivo de ventilación (Keré Architects, África). A: Doble cubierta que conforma una cámara de aire que enfría el aire exterior (de 40°C a 37°C) al ingresar al ambiente interior y espacios exteriores en sombra a ambos lados del volumen. Ducto subterráneo que también enfría el aire exterior al ingresar al ambiente interior. B. Árboles locales que brindan sombra y permiten generar áreas con gras, jardines escalonados con sistema de riego sostenible en exterior, contribuyen a disminuir la sensación de calor[33].

Quedan abiertas otras preguntas sobre el marco institucional acerca de una base legal para la adaptación climática propuesto desde las políticas públicas nacionales que actualmente carecen de un enfoque integral. Se viene promoviendo sólo nuevas “viviendas verdes” a través del programa MiVivienda pero no se consideran incentivos para la adaptación de barrios existentes de vivienda social, menos aún de asentamientos informales. Estas políticas públicas pueden apoyarse en la capacidad de organización de los residentes y en el esfuerzo e inversión que vienen realizando para la mejora de su calidad de vida frente a los impactos del cambio climático. Asimismo, desde el Estado se puede disponer de fondos concursables, para incentivar la investigación aplicada en técnicas constructivas para la adaptación climática de la vivienda social en el país.

## AGRADECIMIENTOS

Al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional de Ingeniería por el apoyo brindado para el desarrollo del estudio *Vivienda social, innovación y tecnología en ciudades intermedias del Perú: Arequipa y Piura: 2000 - 2015*, sobre el cual se basa el presente artículo. Asimismo, al Bach. Arq. Víctor Chavarry por su aporte en el trabajo de campo realizado en la ciudad de Piura. A los funcionarios de la Municipalidad Provincial de Piura y del distrito Veintiséis de Octubre que gentilmente aceptaron ser entrevistados. Nuestro reconocimiento también a los dirigentes vecinales y a los residentes de los barrios estudiados que nos proporcionaron a través de la encuesta valiosa información.

## REFERENCIAS

- [1] United Nations 2018 *Department of Economic and Social Affairs* <https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>
- [2] Schaller S, Jean-Baptiste N, Lehman P 2016 Oportunidades y obstáculos para la adaptación urbana frente al cambio climático en América Latina. Casos de la ciudad de México, Lima y Santiago de Chile *EURE* 127, N°42, pp 257-278 <http://www.eure.cl/index.php/eure/article/view/1518/924>
- [3] Agharabi A 2014 *Begrünungspotential in ariden und semi-ariden Städten-Fallstudien:Teherán* Tesis doctoral. ILPOE, Univ. Stuttgart, cap. 1
- [4] López Ocaña C 1982. Zonas áridas y desertificación en el Perú. *Revista Zonas Áridas*: Lima N°1, pp 3- 24 [http://www.lamolina.edu.pe/zonasaridas/pdf/zonas aridas vol i.pdf](http://www.lamolina.edu.pe/zonasaridas/pdf/zonas%20aridas%20vol%201.pdf) 19 Julio 2018
- [5] Golte J 2001 *Cultura, racionalidad y migración andina* Instituto de Estudios Peruanos: Lima pp 33-61
- [6] Canziani J, Revesz B, Belaunde P 2015 Piura: Ciudades intermedias y desarrollo territorial *Ciudades intermedias y desarrollo territorial*. Fondo editorial PUCP: Lima 2da ed pp 109 – 138
- [7] Brenner N, Schmid Ch. 2016 *La “era urbana” en debate*. *EURE* 42(127)
- [8] Cebrián F, Panadero M 2013. *Ciudades Medias* Biblioteca Nueva:Madrid
- [9] Remy M 2013 *Ciudades intermedias y desarrollo territorial Reflexiones sobre lo rural y lo urbano en el Perú*, 2da ed Fondo editorial PUCP Canziani J, Schejtman A pp 71 – 82
- [10] Agharabi A 2014 *Begrünungspotential in ariden und semi-ariden Städten-Fallstudien: Teherán* Tesis doctoral. ILPOE, Univ. Stuttgart, cap. 1 p 6
- [11] INDECI 2001 *Estudio de Mecánica de Suelos y Mapa de Peligros en la Ciudad de Piura*. [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_Piura/piura/piura.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Piura/piura/piura.pdf) / 19 julio 2018
- [12] Rayter D 2011 *Normatividad en el Sector Construcción del Perú para edificaciones sustentables Seminario Regional de Estudios y Normalización de la Construcción* Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento <http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2011/trujillo/Zonas%20Clim%C3%A1ticas%20del%20Per%C3%BA.pdf>
- [13] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
- [14] Canziani J 2007 *Paisajes Culturales y Desarrollo Territorial en los Andes Arquitectura y Ciudad* [http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/28683/cuaderno\\_05.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/28683/cuaderno_05.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [15] Eisenberg B, Nemcova E, Poblet R, Stockman A 2014 *Lima Ecological Infrastructure Strategy LiWa Project*

[https://issuu.com/ilpe/docs/lima\\_ecological\\_infrastructure\\_stra\\_9c435aba38df2f](https://issuu.com/ilpe/docs/lima_ecological_infrastructure_stra_9c435aba38df2f)

[16] Diario Gestión 2018 *MVCS: Obras de PTAR que tratará desagües de Piura tienen avance del 20%*

<https://gestion.pe/economia/mvcs-obras-ptar-tratar-desaguees-piura-avance-del-20-228132/> 20 julio 2018

[17] INDECI 2001 *Estudio de Mecánica de Suelos y Mapa de Peligros en la Ciudad de Piura.*

[http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_Piura/piura/piura.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Piura/piura/piura.pdf) / 19 julio 2018

[18] EL Tiempo 2015 *Drenes sellados nos exponen a inundaciones*  
<http://eltiempo.pe/drenes-sellados-nos-exponen-a-inundaciones/> / 19 julio 2018

[19] Gobierno regional de Piura Dirección Regional de Agricultura *Plan estratégico del sector agrario Región Piura 2008-2021*  
[http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes\\_estrategicos\\_regionales/piura.pdf](http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes_estrategicos_regionales/piura.pdf) / 16 julio 2018

[20] INDECI 2001 *Estudio de Mecánica de Suelos y Mapa de Peligros en la Ciudad de Piura.*  
[http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_Piura/piura/piura.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Piura/piura/piura.pdf) / 19 julio 2018

[21] Ridha S 2017 *Urban heat Island mitigation strategies in an arid climate In outdoor thermal comfort reachable* Tesis doctoral, INSA de Toulouse <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01596559/document> / 19 julio 2018

[22] Schaller S, Jean-Baptiste N, Lehman P 2016 *Oportunidades y obstáculos para la adaptación urbana frente al cambio climático en América Latina. Casos de la ciudad de México, Lima y Santiago de Chile* EURE 127, N°42, pp 257-278  
<http://www.eure.cl/index.php/eure/article/view/1518/924>

[23] Hafencity Universitat 2017 *Climate Responsive Urban Planning in El Gamaleya, El Cairo.* [http://edoc.sub.uni-hamburg.de/hcu/volltexte/2018/403/pdf/REAP\\_Project\\_3\\_Cairo\\_2016\\_17.pdf](http://edoc.sub.uni-hamburg.de/hcu/volltexte/2018/403/pdf/REAP_Project_3_Cairo_2016_17.pdf) / 18 julio 2018

[24] Agharabi A 2014 *Begrünungspotential in ariden und semi-ariden Städten-Fallstudien: Teherán* Tesis doctoral. ILPOE, Univ. Stuttgart, cap. 1 p 9

[25] El Tiempo 2018 *En 15 meses se rehabilitaron sólo 16 vías*  
<http://eltiempo.pe/piura-15-meses-rehabilitaron-16-vias-gp/> / 31 julio 2018

[26] Degregori C I, Blondet C , Lynch N 2014 *Conquistadores de un nuevo mundo de invasores a ciudadanos en San Martín de Porres* Instituto de Estudios Peruanos: Lima

[27] Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos 2016 *Urbanización y desarrollo: futuros emergentes: Nairobi* pp 1-24

[28] Instituto Nacional de Defensa Civil 2009 *Mapa de peligro de origen climático* Programa de Reducción de Desastres y Desarrollo Sostenible en Piura y Machala

[29] El Comercio 2017 *Piura: 10 mil familias viven en zonas vulnerables por lluvias* <https://elcomercio.pe/peru/piura/piura-10-mil-familias-viven-zonas-vulnerables-lluvias-160863>

[30] Encuesta 2017 *Estudio de la vivienda social en ciudades intermedias del Perú: Piura* Equipo de Investigación Vivienda Social DANI-CONCYTEC Universidad Nacional de Ingeniería

[31] Martín C, Campillo G, Meirovich H, Navarrete J 2013 *Mitigación y adaptación al cambio climático a través de la vivienda pública* Banco Interamericano de Desarrollo p 21.

[32] Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos 2016 *Urbanización y desarrollo: futuros emergentes: Nairobi* capítulo 5

[33] Keré D, Burkina G 2012 *Secondary School with passive ventilation system* [https://src.lafargeholcim-foundation.org/dnl/48da5167-66bo-438e-ad98-832bd5d4e121/HA11\\_QAFOC\\_A12GLgoBK\\_small.pdf](https://src.lafargeholcim-foundation.org/dnl/48da5167-66bo-438e-ad98-832bd5d4e121/HA11_QAFOC_A12GLgoBK_small.pdf) / 17 agosto 2018



Los artículos publicados por TECNIA pueden ser compartidos a través de la licencia Creative Commons: CC BY-NC-ND 2.5 Perú. Permisos lejos de este alcance pueden ser consultados a través del correo [revistas@uni.edu.pe](mailto:revistas@uni.edu.pe)