PONENTE

44/85

TÍTULO

Estrategias de diseño de cerramientos optimizados para Pura (Perú). Transferencia de conocimiento aplicado de la universidad a la sociedad

AUTOR

David Resano

Universidad de Piura, Perú. Doctor arquitecto "cum laude" por la Universidad de Navarra y máster en Proyectos Arquitectónicos Avanzados por la ETSAM. Fue Primer Premio Fin de Carrera de la Cátedra Arcelor y Premio Schindler. Obtuvo el Primer Premio del concurso para Centro Cívico de Ibaiondo en colaboración con ACXT. Ha sido profesor ayudante en la Universidad de Navarra y Academic Guest en el ETH de Zúrich. Ejerce la arquitectura y la docencia. Su campo de investigación es la dimensión constructiva en el proyecto de arquitectura moderno. Participa en congresos y publica en revistas especializadas. Recientemente ha publicado el artículo: Entre lo Cristalino y lo Transparente, El rascacielos en la Friedrichstrasse de Mies van der Rohe. (EGA Expresión Gráfica Arquitectónica, v. 22, n. 31, 2017). Actualmente es profesor y director del Departamento de Arquitectura en la Universidad de Piura (Udep, Perú)
david.resano@udep.pe

 ISSN: 2531-1840 e-ISSN 2603-6592

Estrategias de diseño de cerramientos optimizados para Piura (Perú). Transferencia de conocimiento aplicado de la universidad a la sociedad. Design Strategies for Optimized Enclosures in Piura (Peru). Transfer of Applied Knowledge from the University to Society_David Resano

METODOLOGÍA

Este texto recoge un proyecto de investigación que está en curso al momento de escribir estas palabras. Dicho proyecto fue uno de los seleccionados en la primera convocatoria del concurso Ingenium, promovido por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura (Udep) en 2016 con el fin de financiar investigaciones académicas que contribuyan al desarrollo social y económico de la región en la que se ubica. Su conclusión está prevista en el primer trimestre de 2018 y esperamos que sus resultados puedan contribuir a mejorar la calidad de vida de la población local y a impulsar el empleo de los sistemas constructivos locales por parte de la industria y la población piurana.

Desde el reciente programa de arquitectura de la Udep, iniciado en el año 2014, impulsamos un grupo de trabajo con profesores y alumnos de disciplinas muy cercanas a la nuestra, como son la ingeniería y la sociología. Este proyecto está siendo una ocasión especial para estrechar lazos entre nosotros dentro de la universidad y profundizar en el descubrimiento de la riqueza humana, técnica y profesional de los artesanos, industriales y pobladores de Piura. Las innumerables reuniones del equipo de investigación ayudaron a perfilar el enfoque del proyecto y su desarrollo. Pero el verdadero descubrimiento fue conocer a los artesanos, productores y pobladores locales que con gran generosidad nos abrieron sus casas, talleres y chacras para mostrarnos su conocimiento heredado por generaciones: los hermanos Ácaro Barrientos nos mostraron el arte de chancar la caña y tejerla en esteras con sus propias manos; la Señora Joaquina y sus hijas nos mostraron el trenzado de la totora en petates que alfombraban el desierto de la Arena; Manuel Castillo nos contactó con la ladrillera artesanal del Sr. Gregorio, que por generaciones da forma al adobe y cuece ladrillos artesanales con la arcilla de Viviate; Martín Durán nos enseñó cómo se cultiva y cosecha el carricillo en Cura Mori y nos demostró el arte constructivo de la quincha con la que hacen pareces desde tiempos inmemoriales; la ladrillera Tallán, cementos Pacasmayo, maderas Hermanos Guillén y los almacenes locales de productos de construcción nos abrieron sus puertas para enseñarnos el proceso productivo de sus materiales de construcción y el conocimiento adquirido en años de experiencia con ellos.

Desde la Udep hemos empezado por ordenar todo este conocimiento existente para integrarlo en el proyecto de investigación. La colaboración de Maritere Novoa, Miguel Ramos, Vania Zapata, Ana Lucia Cárdenas, Rubén Aquiles, Ana Menacho, Diego Sánchez, Brayan Silva, Elder Mendoza y Oscar Guillén ha sido fundamental en todo el proceso: redactando fichas que recogen los materiales locales, su proceso de fabricación, puesta en obra y lugares productivos; elaborando textos, gráficos, planos, ideogramas y esquemas de conceptos que recogen y documentan este proceso; aplicando la ciencia de la construcción a la sabiduría y formas de hacer de la artesanía local; proponiendo unas líneas de acción y de diseño que contribuyan a dar un nuevo impulso a todo este conocimiento; simulando informáticamente nuestras ideas para entender su validez; construyendo prototipos de cerramientos a tamaño reducido y real que nos permitan validar sus prestaciones; y poniendo todo este conocimiento en manos de la sociedad. En este proceso nos encontramos.

Si hemos podido investigar, avanzar en el conocimiento, ha sido gracias a poner en contacto el mundo académico con la realidad del contexto humano, productivo, climático y cultural en el que se ubica. Creemos que nosotros hemos aprendido tanto de Piura como aquello que podemos revertir en forma de cerramientos optimizados para mejorar la calidad de vida de sus pobladores. Creemos que esta forma de trabajo integrado y contextualizado es la única que puede brindar resultados que vayan más allá del papel para formar parte de la vida de los piuranos. Si lo conseguimos, será gracias a esta transferencia de conocimiento entre la Universidad y la Sociedad en favor del desarrollo mutuo.

TEXTO DE REFERENCIA

Palabras clave

Cerramientos de vivienda, clima interior, fachadas para alta radiación solar, cubiertas en el Fenómeno El Niño, Sistemas constructivos tradicionales, quincha.

Housing enclosures, indoor climate, facades for high solar radiation, covered in the El Niño Phenomenon, traditional construction systems, quincha.

Resumen

Piura es una ciudad del norte de Perú, situada en el extremo septentrional del desierto de Sechura, dónde cíclicamente ocurre el Fenómeno El Niño (FEN). Es por tanto un enclave de condiciones climatológicas extremas, con valores de radiación solar incidente entre los más altos del planeta y con lluvias torrenciales cíclicas de alto poder destructivo. Sin embargo, sus edificios no están pensados para este escenario. La casi totalidad de sus viviendas están construidas con cerramientos que no sólo no responden a esta situación, sino que además la agravan. Las fachadas se hacen generalmente de ladrillo; por lo que acumulan calor durante el día y lo ceden al interior al llegar la noche, provocando falta de confort al interior. Las cubiertas no son suficientemente impermeables, incapaces de hacer frente a grandes avenidas repentinas de agua. Desde el programa de arquitectura de la Universidad de Piura se impulsó un proyecto de investigación en 2016 para solucionar estos problemas. El objetivo fue diseñar sistemas de cerramiento de viviendas capaces de responder a estas condiciones climáticas extremas desde los condicionantes locales: sociológicos, tecnológicos, constructivos y económicos. Trabajando de manera interdisciplinar, en este artículo desarrollamos el planteamiento y desarrollo de esta investigación.

Piura is a northern Peruvian city, located at the northern end of the Sechura desert, where the El Niño Phenomenon (FEN) cyclically occurs. It is therefore an enclave with extreme climatological conditions, with values of incident solar radiation among the highest of the planet and with cyclical torrential rains of high destructive power. However, their buildings are not designed for this scenario. Almost all of their homes are built with enclosures that not only do not respond to this situation, but also aggravate it. The facades are usually made of brick, which accumulate heat during the day and cause high temperatures to the interior that generate lack of comfort especially at night. The decks are not sufficiently watertight, unable to cope with large, sudden water avenues. From the architectural program of the University of Piura, a research project was launched in 2016 to respond to this context. The objective was to design housing systems capable of responding to these extreme climatic conditions from local conditions: sociological, technological, constructive and economic. Working in an interdisciplinary way, in this article we develop the approach and development of this research.

Piura (5°S:80°O), es una ciudad de aproximadamente 154.000 habitantes enclavada en el norte de Perú, en la zona septentrional del desierto de Sechura. Sus condiciones climáticas son extremas, propias de climas desérticos, con altas temperaturas durante todo el año y bajos niveles de precipitación, que se alteran cuando se hace presente el Fenómeno del Niño (FEN). Por tanto, Piura se ubica en un entorno con condiciones climáticas fuera de lo convencional. No en vano Piura es conocida como “la ciudad del eterno calor”.

Sin embargo, la casi totalidad de las construcciones que se realizan en Piura emplean soluciones convencionales en sus componentes de cerramiento (fachadas y cubiertas). Así, prácticamente todas las fachadas del parque de viviendas piurano se realizan con una hoja de ladrillo, generalmente macizo, revestida en algunos casos con un revoco. Una solución sencilla, económica y de fácil construcción, pero sin ninguna reflexión ni criterio arquitectónico respecto al lugar donde se ubican. El ladrillo cerámico tiene una alta inercia térmica, acumulando la radiación solar durante el día y calentando el espacio interior de las viviendas. Con ello se provoca que en ciertas horas del día la temperatura interior sea superior a la exterior, generando problemas de confort y obligando en ciertos casos al empleo de sistemas mecánicos de refrigeración que consumen altas cantidades de energía eléctrica.

Las cubiertas (o techos exteriores) adolecen del mismo problema. En su composición constructiva no se valora el alto impacto que la radiación solar tiene sobre ellas y sus consiguientes problemas para el confort interior. En el caso de la cubierta, la cuestión se hace crítica dado que es una superficie plana altamente expuesta a la radiación. Además, han de garantizar la impermeabilidad en fuertes avenidas de agua puntuales, como el caso del Fenómeno del Niño. Esto hace que sea muy importante tener en cuenta ciertos criterios básicos a la hora de pensar sus soluciones constructivas.

La investigación que se presenta a continuación aborda este problema elemental, que afecta no sólo a los cerramientos de las viviendas ya realizados en Piura, sino también a los que continúan realizándose. El objetivo último es plantear soluciones constructivas de cerramientos que respondan a las condiciones climáticas, socioculturales, económicas y productivas de la ciudad. Para ello hemos formado un equipo de trabajo multidisciplinar compuesto por profesores y alumnos de la Universidad de Piura (UDEP) de diferentes departamentos: arquitectura y territorio, ingeniería industrial, ciencias básicas y sociología[1]. Entendemos que es imprescindible trabajar desde todas estas dimensiones para dar una respuesta rigurosa y efectiva al problema planteado.

Nuestra metodología de trabajo se ha estructurado en cuatro fases. La primera consiste en un análisis en profundidad de la situación de partida desde cuatro ejes fundamentales: climático, socio-cultural, urbano y productivo. Entender y analizar este marco contextual de manera interdisciplinar es necesario para orientar adecuadamente la segunda fase de la investigación, que consiste en proponer un marco conceptual con las líneas de trabajo a seguir. En una tercera fase ensayaremos las soluciones en condiciones reales, mediante la simulación informática, construcción y monitoreo de unos prototipos ejecutados. La última fase del proyecto consiste en la implantación y difusión en la población local de las soluciones adoptadas. Este

 ISSN: 2531-1840 e-ISSN 2603-6592

proyecto sigue en ejecución a la fecha de escribir estas palabras y su cierre está previsto durante el año 2018. En el texto que se presenta a continuación desarrollamos las dos primeras fases mencionados, correspondientes al análisis del contexto y diseño de soluciones, que constituyen la parte central de este proyecto de investigación.

Condiciones de partida. Los cerramientos en piura actualmente

Según datos del Ministerio de Vivienda de Perú, el 72% de las viviendas del país se realizan sin la asistencia técnica de un ingeniero o arquitecto. La mayor parte de la población autoconstruye sus viviendas. La Asociación Peruana de Empresas de Investigación y Mercado (APEIM) establece cinco niveles socioeconómicos (NSE) dentro de la población peruana en función principalmente de su grado de formación académica, patrimonio e ingresos mensuales. APEIM establece que, en el año 2016, solo el 9% de la población urbana de Piura se sitúa en los estratos sociales más altos (NSE A), mientras que 91% se corresponde con los más bajos: 24% NSE-B, 34% NSE-C y 33% NSE-D [2] . Las rentas mensuales de estos estratos son de S./3000, S./1500 y S./750 respectivamente ($915, $475 y $260). Por tanto, la mayor parte de la población tiene bajos recursos económicos, lo que explica el elevado proceso de autoconstrucción de viviendas y en consecuencia la baja calidad técnica en el diseño y ejecución de las mismas.

Los materiales empleados fundamentalmente para construir viviendas en Piura son: ladrillo y adobe en fachadas; y techo aligerado y calamina en cubiertas. Las estadísticas muestran que estos materiales se usan de manera predominante dependiendo del nivel socio económico de la población. En relación a las fachadas, las clases más altas se construyen con ladrillo, usándose el adobe entre las clases más bajas. En relación a la cubierta: la solución imperante en las clases más altas es la de techo aligerado (forjado de vigueta de hormigón armado y bovedilla cerámica); mientras que las casas de la población con menos recursos se cubren con calamina (plancha ondulada plástica o metálica) [1]. Los sistemas constructivos de tradición local que emplean materiales propios del lugar son muy poco empleados. Las fachadas de quincha (entramado de caña con barro) solamente aparece en el 2% del NSE-C y el 4% del NSE-D. Las cubiertas de caña y estera con barro representan el 7% en el NSE-D y el 6% del NSE-C, las de estera un 3% del NSE-D y un 1% del NSE-C, mientras que solamente un 1% del NSE-D emplea la hoja de palmera seca [3].

Existen razones de tipo cultural además de económico para entender esta distribución en el empleo de los sistemas constructivos de cerramiento. La población peruana asocia la vivienda de calidad al cierre de ladrillo y la cubierta de forjado con vigueta y bovedilla, fundamentalmente por su mayor resistencia mecánica y durabilidad. Las estadísticas muestran que la mayor parte de la población aspira a construir su vivienda con cierres basados en elementos cerámicos, como el ladrillo y la bovedilla. Hay que explicar que Piura por se ubica en una zona sísmica en la costa pacífica de la placa tectónica de Nazca y que por tanto la probabilidad de que ocurra un sismo es alta. Ello conlleva a intercalar columnas de hormigón armado en las paredes cada 2 ó 3m, para aumentar la resistencia y estabilidad de las fachadas frente a las cargas horizontales producidas por un terremoto. Este sistema de pared de ladrillo reforzado con columnas de hormigón se llama 'muro confinado', y es la técnica constructiva que impera en las fachadas de la ciudad. Este tipo de fachada, si bien mejora las condiciones resistentes de la fábrica cerámica frente a las solicitaciones del sismo, no parte de ninguna reflexión frente a las condiciones climáticas y productivas del lugar, como veremos más adelante.

El planeamiento urbano de Piura ha propiciado el desarrollo de manzanas formadas por agrupación de lotes de vivienda separados por muros medianeros, lo que ha favorecido la implantación del sistema de muro confinado en la ciudad. Una mirada al plano de Piura nos muestra tres tipos fundamentales de tejido urbano: el casco antiguo colonial, los condominios y los barrios de desarrollo con manzanas alargadas [2]. El primer tipo se encuentra en el centro, y está formado por grandes manzanas cuadradas de casonas que dejan generalmente un patio en el centro y forman calles relativamente estrechas de 5 a 10m. El segundo tipo se compone por viviendas unifamiliares agrupadas en una parcela privada. El tercer tipo es el más numeroso de la ciudad, y está formado por la yuxtaposición de viviendas entre muros medianeros, con frentes de 7-10m y paredes laterales ciegas de fondo 20m [3]. Este tejido urbano acaba generando la peculiar imagen de la ciudad con de muros de ladrillo sin revestir entre columnas de hormigón formando medianeras y frenes de fachada enlucidas y pintadas [4] Más allá de una cuestión estética relativa a la apariencia, esta disposición de muros ciegos cerámicos y calles anchas deriva en problemas de confort por falta de ventilación y acumulación de calor en los materiales cerámicos de cerramiento expuestos a un excesivo asoleo.

En efecto, el norte de Perú es una de las regiones con mayor incidencia de la radiación solar del planeta. [5] Ello provoca que en verano y durante el mediodía, los materiales se calienten hasta 10ºC por encima de la temperatura del aire, que registra máximas en torno a los 35ªC. La alta inercia térmica de los materiales cerámicos propicia que la energía se acumule. Dado el espesor de las fachas en torno al medio pie de ladrillo, esta energía se cede al espacio interior con un desfase temporal aproximado de 6h y sin apenas tiempo para que el cambio de temperatura en el exterior amortigüe este flujo. Ello provoca que el calor acumulado en los cierres durante las horas de radiación solar máxima del medio día se ceda al espacio interior durante el atardecer, momento en el que la temperatura dentro de las casas es superior a la de la calle.

Además, dada la condición desértica de Piura, el régimen de lluvias es generalmente escaso durante todo el año. Solamente llueve durante cuatro meses, de enero a abril, con precipitaciones que no superan los 30mm de máxima en marzo. Sin embargo, cíclicamente ocurre el Fenómeno del Niño (FEN), y eso provoca que se puedan registrar precipitaciones acumuladas durante un mes de 800mm. Los sistemas constructivos empleados en las viviendas no son impermeables ni estancos, tampoco se diseñan para recoger y dirigir el agua de lluvia al exterior. Ello provoca que en periodos de FEN las viviendas se deterioren, provocando problemas de habitabilidad al interior, y llegando incluso a destruirse en el peor de los casos.

Así pues, aunque el sistema constructivo imperante de muro confinado y techo de losa aligerada funciona frente al sismo y es duradero en condiciones secas o de poca lluvia, su comportamiento es malo en lugares de alta radiación solar y con lluvias torrenciales ocasionales, como ocurre en el caso de Piura. Por esta razón es necesario proponer un marco para el diseño de cerramientos que no solamente se comporten adecuadamente desde el punto de vista sísmico, sino que garanticen condiciones de confort y habitabilidad durante los periodos de mayor radiación solar y de fuertes lluvias.

Campo de diseño. Caminos para la optimización de los cerramientos

Para alcanzar el objetivo del proyecto es necesario asumir las condiciones de partida anteriormente descritas. En la Tabla 1 [6], se recogen los parámetros más relevantes de cada área de análisis orientados hacia la propuesta de soluciones de diseño. Partiendo de la situación urbana de los inmuebles proponemos dos posibles casos de estudio, viviendas entre medianeras o aisladas. Las soluciones posibles se enmarcan en dos tipos de actuaciones: obra nueva o mejora de cerramientos existentes. En nuestro proyecto consideramos dos tipos fundamentales de cerramientos a mejorar: fachadas y cubiertas, en menor medida contemplamos la posibilidad de estudiar soluciones para suelos.

Además de la posición de los cerramientos en la ciudad y en el edificio, es fundamental tener en cuenta el clima de Piura como un factor decisivo a la hora de plantear estrategias de diseño frente al calor y la lluvia. El climograma exterior nos muestra una temperatura media casi constante de 28°C a lo largo de todo el año, con máximas medias en torno a los 35°C y mínimas medias en torno a los 20°C. La radiación solar incidente es un factor decisivo a tener en cuenta, con valores máximos medios de 1200 w/m2. Las grandes cantidades de lluvia en periodos del FEN hacen que esta también sea un factor a tener en cuenta en el diseño de cerramientos.

Para plantear las estrategias de diseño frente al calor hemos recogido los parámetros del clima en un diagrama de Olgyay[4] donde se cruzan los datos de temperatura máxima (Tmax) diaria del aire junto con la humedad relativa (HR) mínima y los puntos de mínimas diarias con humedad relativa máxima [7]. Esto nos da una idea de cuánto se aleja el clima local de las condiciones de confort higrotérmico del ser humano. Apreciamos que las máximas temperaturas del día se alejan de la zona de confort, con humedades relativas de valores aceptables. Estos puntos se sitúan por encima de la línea de sombra marcada por Olgyay, por lo que la primera estrategia tendría que ser evitar la radiación solar para que las temperaturas fueran confortables. Pero el carácter de muro de medianero de la mayoría de los cerramientos de Piura dificulta emplear este tipo de soluciones. Es por ello que el proyecto se plantea de manera prioritaria explorar caminos relacionadas con el aislamiento, la inercia y la disipación térmica del calor mediante ventilación o convección. El aislamiento térmico contribuye a regular la velocidad del intercambio energético entre exterior e interior. Hemos trabajado en el diseño de materiales aislantes a partir de los recursos productivos de la zona, fundamentalmente caña y bambú. Los materiales cerámicos podrían funcionar desde estrategias de diseño que regulen la inercia térmica con un espesor adecuado para regular el desfase temporal en la cesión de energía hacia el interior, favoreciendo que se produzca en las horas de la media noche, cuando las bajas temperaturas nocturnas ayudarían a amortiguar esta energía y a descargar el cerramiento, que incluso podría refrescar el ambiente interior al día siguiente. Por último, la ventilación juega un factor decisivo para conseguir el confort climático al interior en este tipo de climas, fundamentalmente mediante huecos que favorezcan corrientes cruzadas.

Las estrategias de diseño frente a la lluvia pasan por aceptar que durante la mayor parte las precipitaciones son insignificantes, prácticamente asumidas por casi cualquier sistema constructivo. Sin embargo, en épocas del FEN se pueden alcanzar los 800mm en un mes, por lo que es necesario que los cerramientos sean capaces de garantizar su impermeabilidad en estas ocasiones y su durabilidad en el resto del tiempo. La impermeabilización y la formación correcta de pendientes parecen las estrategias más deseables. Sin embargo, dado el escaso acceso de la población a sistemas de impermeabilización basados en materiales plásticos, se hace necesario de nuevo trabajar en soluciones que mejoren la impermeabilización desde los tipos constructivos locales, fabricados generalmente en base a caña y barro, y que están quedando en desuso en las zonas urbanas. En este sentido, el proyecto se plantea investigar componentes sellantes que puedan mejorar estos sistemas, revestimientos impermeables que se puedan añadir al sistema y la fabricación de nuevos materiales producidos a partir de la caña local que se hagan impermeables mediante procesos de prensado.

 ISSN: 2531-1840 e-ISSN 2603-6592

Las soluciones de diseño que en última instancia puedan ser adoptadas por la población local pasan por entrar en el rango económico de sus posibilidades de inversión. Para ello es fundamental que el proyecto se adapte para investigar mejoras en los materiales locales y optimizar las técnicas constructivas tradicionales. En este sentido, la fabricación de piezas especiales de cerámica o la mejora de los cerramientos de quincha, son dos caminos fundamentales que estamos explorando en el proyecto. El diseño de la forma de productos de construcción derivados de estos materiales y los sistemas mejorados de puesta en obra, tanto de revestimientos como de capas añadidas a los cierres existentes, son otros dos caminos que pueden derivar en soluciones de cerramiento adaptadas a las condiciones locales.

Además de proponer estas líneas de acción para mejorar los cerramientos de Piura, el proyecto se propone fabricar los prototipos que más se adecuen a estas condiciones de partida y resuelvan el problema de la mejor manera. Para ello hemos construido actualmente dos módulos de ensayo en el campus de la Universidad de Piura (UDEP) y trabajaremos en dos líneas simultáneas: por un lado ensayaremos nuevos sistemas constructivos de cerramiento; por otro lado, trabajaremos con soluciones que mejoren los existentes. En ambos casos hemos colocado una estación meteorológica interior que nos permita cuantificar los parámetros de T° del aire, T° radiante media, HR y velocidad del aire, para poder cuantificar el grado de adecuación al clima interior confortable provocado por dichos cerramientos. También realizaremos pruebas para garantizar la impermeabilidad al agua de dichos sistemas, tanto en fachada como en cubierta.

Este proyecto apuesta por la capacidad arquitectónica del cerramiento como vehículo para la solución de problemas que tienen que ver no solo con la imagen de la ciudad, sino fundamentalmente con la respuesta al clima, el tejido productivo y la cultura local. Consideramos que esta metodología de trabajo en el análisis de cerramientos optimizados para lugares con bajo desarrollo tecnológico y escasos recursos económicos puede ser de gran valor. Por un lado, es susceptible de ser replicada en otras zonas del país, con diferente clima pero con condiciones sociales similares. También podría aplicarse en otras regiones de Latinoamérica que se enfrentan a problemas similares de orden climático, consiguiendo viviendas más confortables y resilentes frente a los desastres naturales. Por otro lado, los materiales y técnicas constructivas desarrollados en el proyecto pueden contribuir a la mejora económica de la región, produciendo sistemas constructivos basados en los recursos y conocimientos técnicos locales, susceptibles de ser implementados por los propios habitantes de la zona. En última instancia, se trata de trasladar el conocimiento técnico de la universidad a la población para subvertir un proceso de autoconstrucción de viviendas que está profundamente arraigado en estos países, favoreciendo un proceso que mejora la calidad de vida de la sociedad [8].

Notas:

[1] El equipo de trabajo está formado por los siguientes profesores: Ana Lavilla Iribarren, Carlos Pastor Santa María, David Resano Resano (arquitectura), Rodolfo Rodríguez Arismendiz, Jorge Yaksetig Castillo, Cesar Fernández Casanova (ingeniería), Javier Arroyo Pascual (sociología). Además trabajamos con alumnos de carreras en cada una de estas disciplinas.

[2] PERÚ. ASOCIACIÓN PERUANA DE EMPRESAS DE INVESTIGACIÓN DE MERCADOS (APEIM). Niveles socioeconómicos 2016, Lima, agosto del 2016, p.16.

[3] PERÚ. ASOCIACIÓN PERUANA DE EMPRESAS DE INVESTIGACIÓN DE MERCADOS (APEIM). Niveles socioeconómicos 2016, Lima, agosto del 2016, p.42.

[4] OLGYAY, Victor. Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. FRONTADO. J. (trad) 1°ed 8° tirada. Barcelona: Gustavo Gili, 2013.

Bibliografía:

PERÚ. ASOCIACIÓN PERUANA DE EMPRESAS DE INVESTIGACIÓN DE MERCADOS (APEIM). Niveles socioeconómicos 2016, Lima, agosto del 2016, p.16.

PERÚ. ASOCIACIÓN PERUANA DE EMPRESAS DE INVESTIGACIÓN DE MERCADOS (APEIM). Niveles socioeconómicos 2016, Lima, agosto del 2016, p.42.

OLGYAY, Victor. Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. FRONTADO. J. (trad) 1°ed 8° tirada. Barcelona: Gustavo Gili, 2013.

Pies de foto:

[1] Demanda de vivienda nueva y mejoras segun nivel socio-económico. Materiales empleados en fachadas (F) y cubiertas (C). Fuente: autor.

[2] Mapa de la ciudad de Piura según tejidos urbanos. Fuente: el autor.

[3] Tejido urbano tipo 2, predominante en Piura. Fuente: el autor del artículo

[4] Imágenes habituales en las calles de la ciudad de Piura. Fuente: Google maps

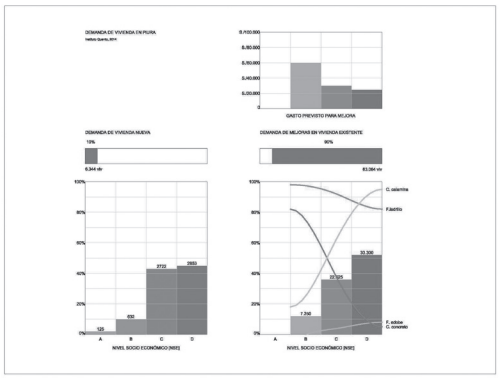
[5] Climograma de Piura. Fuente: el autor del artículo

[6] Campo de trabajo en las soluciones de diseño. Fuente: el autor del artículo.

[7] Climograma de Olgyay con temperatura máximas diarias y humedad relativa mínima, mas temperatura mínima diaria con humedar relativa máxima, para cada mes del año. Fuente: el autor del artículo.

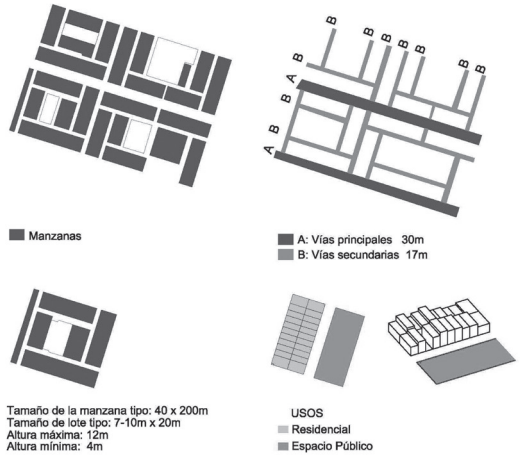
[8] Planos para los ensayos de prototipos, construcción de los módulos de ensayo y pruebas con los primeras soluciones de diseño construidas. Fuente: el autor del artículo.

ISSN: 2531-1840 e-ISSN 2603-6592



[1]

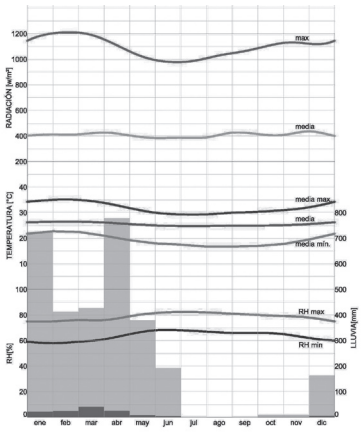
[2]



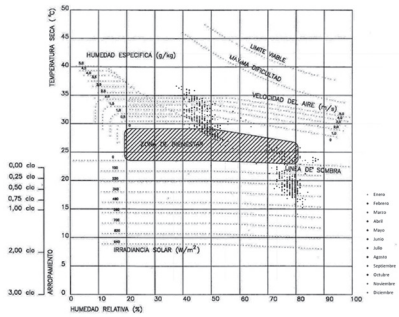
[3]

[4]

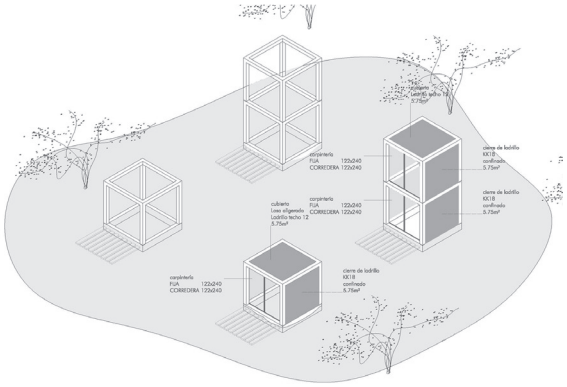
[5]



[6]



[7]

	SITUACIÓN URBANA	TIPO DE ACTUACIÓN	TIPO DE CERRAMIENTO	ESTRATEGIA - CALOR	ESTRATEGIA - LLUVIA
CONDICIONES DE PARTIDA	M - medianera A- aislada	R - renovación N - nueva	F - fachada C - cubierta S - suelo	AT - aislamiento térmico IT - inercia térmica PS - protección solar VE - ventilación RR - reflexión de rs. DR - disipación de rs. ...	IM - impermeabilización PD - pendiente RV - revestimiento SL - sellado ...
SOLUCIONES DE DISEÑO	**MATERIALES**	**TÉCNICAS**	**FORMA**	**PUESTA EN OBRA**	**COSTO**
	ADB - adobe LDR - ladrillo GYQ - guayaquil MDR - madera PTC - plastico CCT - concreto VDR - vidrio MTL - metal ...	QNC - quincha PNS - panel sandwich CTV - Cerr. trasventilado RDP - Rev. Disipador ...	G - Geometría E - Espesor H - Altura C - Capas ...	REV - revestimiento TRD - tradosado ATP - autoportante ...	CA - CLASE A CB - CLASE B CC - CLASE C CD - CLASE D CD - CLASE E

[8]