

en SAN PEDRO DE LLOC
- LA LIBERTAD -

CRÉDITOS

Edición:

© Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016.
Departamento Académico de Arquitectura.
Centro de Investigación de la Arquitectura y la Ciudad - CIAC.
Av. Universitaria N° 1801, San Miguel, Lima 32, Perú.
Teléfono: (511) 626-2000 anexo 4011
Fax: (511) 626-2858
e-mail: ciac@pucp.edu.pe

Coordinación general:

Isabel Ruiz C.

Diseño de cubierta y editorial:

Sarita Rodríguez O.

Autor: Arq. Martín Wieser Rey (Investigador)

Municipalidad Provincial de Pacasmayo, San Pedro de Lloc.
Commission de la Coopération au Développement, ARES.
Proyecto PIC-Transversal 2011-2016, TRANSVERSAL.

Impreso en el Perú, Noviembre 2016

Tarea Asociación Gráfica Educativa

RUC: 20125831410

Dirección: Pasaje Maria Auxiliadora 156- 164, Breña, Lima Perú

Correo Electrónico: fpayano@tareagrafica.com

ISBN: 978-612-47319-0-7

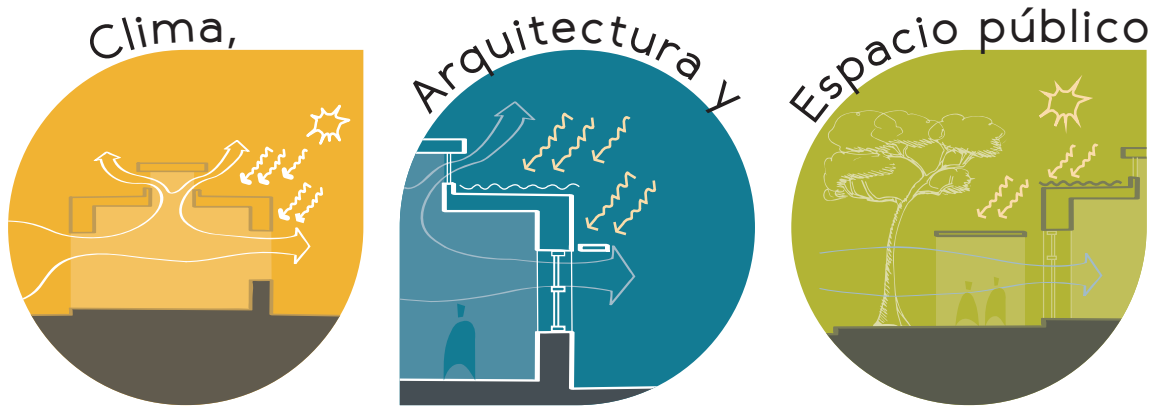


Hecho en el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional de Perú
N° 2016-15988

Primera edición

Tiraje: 500 ejemplares

Todas las fotografías han sido tomadas y los gráficos han sido realizados por el autor, salvo aquellos indicados en las respectivas leyendas.



en SAN PEDRO DE LLOC
- LA LIBERTAD -



PUCP

PROYECTO TRANSVERSAL

“Transversal, acciones de integración en el territorio peruano” (2011-2016), es un proyecto de investigación – acción cuyo objetivo es el de mejorar el ordenamiento territorial en el marco de la gestión del territorio en cuatro localidades del Perú: San Pedro de Lloc, Huamachuco, Lamas y Santa María de Nieva. El proyecto es financiado por la Cooperación de Desarrollo del Gobierno Belga (ARES) y la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).

El estudio de territorios locales de ciudades de escala intermedia permite analizar problemáticas rurales-urbanas, el uso de recursos naturales en la ocupación del territorio y los desafíos de la cultura material, para desarrollar acciones y proyectos que favorezcan la mejor articulación de estos ámbitos territoriales y el consecuente desarrollo humano de las comunidades.

La creciente pérdida de la valoración de las tradiciones locales de construcción y de la comprensión de sus ventajas como expresión de singularidad en sus respectivos contextos culturales, de su adaptación a los recursos constructivos y a las condiciones ambientales territoriales específicas, es una problemática concreta en distintas regiones del Perú. Implica en muchos casos una pérdida en la calidad material de la arquitectura y su reemplazo por modelos foráneos que no se adecuan a las distintas condiciones locales, entre ellas las climáticas. Ello significa, además, una pérdida crítica de la identidad cultural de la población.

Con los estudios realizados, la finalidad no solamente es la de preservar el patrimonio edificado, sino de rescatar y fortalecer, con el aporte de las innovaciones tecnológicas, su utilización en el desarrollo de las nuevas edificaciones en coherencia a su propio territorio.

ÍNDICE

ÍNDICE	5
PRESENTACIÓN	7
INTRODUCCIÓN	9
UBICACIÓN Y CLIMA	11
LOS DATOS CLIMÁTICOS	13
EL RECORRIDO SOLAR	16
EL CONFORT TÉRMICO	17
RESUMEN	19
CONSIDERACIONES DE DISEÑO BIO-CLIMÁTICO	21
EL EDIFICIO	21
EL ESPACIO PÚBLICO ABIERTO	30
RESUMEN	34

PRESENTACIÓN

Uno de los motivos principales que justificaron la creación del CIAC, al momento de fundar la Facultad de Arquitectura y Urbanismo en la PUCP el año 2002, era que hacer arquitectura y planificar ciudad constituían desafíos particularmente complejos en el Perú. Esta complejidad surge de las características del territorio que ocupa nuestro país, que contiene 84 de las 124 zonas vida del planeta de acuerdo al sistema propuesto por Leslie Holdridge. Pero esta riqueza en diversidad no supone abundancia de recursos, lo que conlleva la necesidad de un uso racional y eficiente de recursos energéticos y materiales al momento de diseñar arquitectura o proyectar ciudad, a fin de no comprometer recursos para futuras generaciones.

En otras palabras, no es posible o no es recomendable copiar tipologías de edificios, parques o plazas de una ciudad a otra sin prestar especial atención a las características específicas del medio ambiente en el que se insertan y la necesidad de un adecuado confort para la vida humana en dichos lugares.

En esta perspectiva, el CIAC se complace en iniciar una serie de documentos de investigación que tienen como objetivo comunicar los resultados de los estudios que nuestro centro de investigación viene llevando a cabo sobre la relación entre clima, medio ambiente, arquitectura y ciudad. Esta serie estará a cargo del arquitecto Martín

FOTO 01// PATIO DE LA CASA MUSEO RAIMONDI.



Wieser, investigador del CIAC y docente del Departamento de Arquitectura de la PUCP.

En el presente trabajo, se muestran los resultados del estudio de las condiciones climáticas de la ciudad de San Pedro de Lloc, en la región de La Libertad y las consecuentes estrategias que se recomienda para un adecuado diseño arquitectónico de edificios y espacios

públicos. Este estudio fue realizado en el marco del proyecto PIC-Transversal, investigación que recibió apoyo financiero de las universidades francófonas de Bélgica (ARES). Esperamos que sea de utilidad no sólo para estudiantes y docentes de arquitectura, sino sobre todo para los profesionales dedicados a la gestión y planificación de ciudades, en particular en la provincia de San Pedro de Lloc.

Pablo Vega Centeno

Director del Centro de Investigación de la Arquitectura y la Ciudad - CIAC

INTRODUCCIÓN

Las características climáticas de San Pedro de Lloc son similares a las que se presentan a lo largo de casi todo el desierto costero peruano: temperaturas moderadas, estaciones poco marcadas, radiación solar intensa, vientos suaves y escasas precipitaciones. La cercanía a la Línea Ecuatorial y la presencia del mar frío y de la Cordillera de los Andes condicionan una situación poco usual para la latitud en la que se encuentra. En general, es un clima con veranos moderadamente cálidos e inviernos templados.

Se puede afirmar que, bajo estas condiciones climáticas, es posible lograr el confort térmico al interior de los edificios a lo largo de todo el año, sin la necesidad de considerar estrategias artificiales de acondicionamiento ambiental como el aire acondicionado o la calefacción. Prescindir de estos artificios implica no solo un ahorro, sino también un menor impacto en el medio ambiente y beneficios fisiológicos y psicológicos para el usuario.

En las siguientes páginas se describe la ubicación, las características geográficas y climáticas detalladas y el recorrido solar en la localidad de San Pedro de Lloc, para luego presentar las relaciones entre el clima y el confort térmico. Finalmente, se presentan y desarrollan las estrategias de diseño desde la perspectiva bioclimática, tanto a nivel arquitectónico, como de los espacios públicos.

FOTO 02// PLAZA DE ARMAS E IGLESIA DE SAN PEDRO DE LLOC.



Al margen de reconocer las posibilidades que ofrecen ciertos materiales y técnicas contemporáneas, es importante comprobar que las estrategias sugeridas en el presente documento coinciden en lo fundamental con las características propias de la arquitectura tradicional

del lugar. Dicha arquitectura resulta siendo un referente valioso, en la medida que refleja y expresa un conocimiento que ha sabido adaptarse en el tiempo a las condiciones climáticas del lugar y a la disponibilidad de recursos que le ofrece el territorio.

FOTO 03// CALLE 2 DE MAYO, VÍA PRINCIPAL DE SAN PEDRO DE LLOC, EN ELLA SE ENCUENTRAN LOS EDIFICIOS MÁS ANTIGUOS DEL CENTRO POBLADO.



UBICACIÓN Y CLIMA

La ciudad de San Pedro de Lloc está emplazada en la parte baja de la llanura aluvial del Valle de Jetequepeque, sobre una superficie plana y ligeramente inclinada (0.5% hacia el suroeste). Se ubica aproximadamente a 10 km del mar, situación que condiciona una rigurosidad ligeramente mayor en las temperaturas, una menor humedad relativa y una mayor presencia de radiación solar directa, en comparación con las condiciones de las zonas inmediatas a la línea litoral.

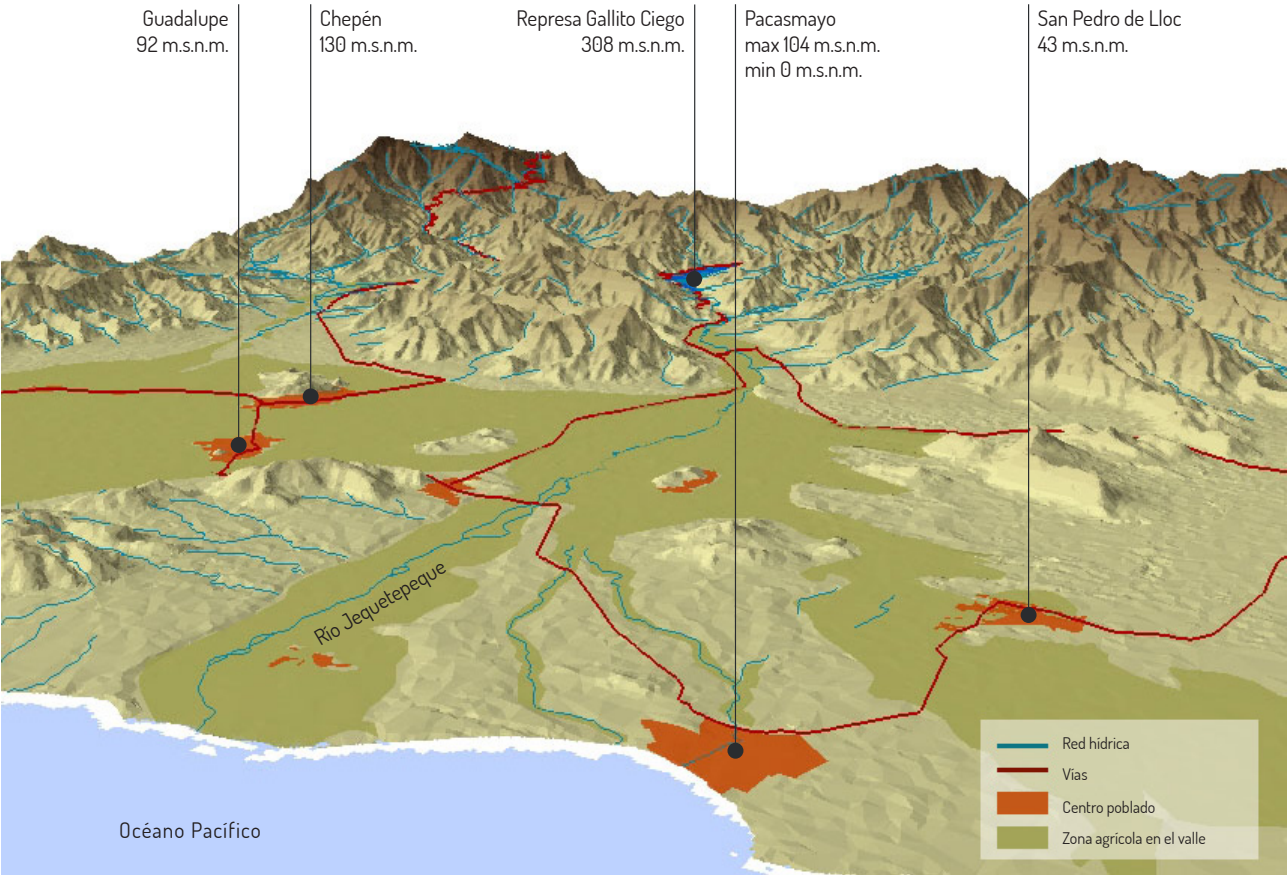
La influencia de la masa de agua del océano y las brisas frescas y húmedas que vienen desde el mar, llegan a San Pedro de Lloc ligeramente debilitadas. Es así que la oscilación térmica diaria resulta mayor, condicionando a su vez diferencias sustanciales en ciertas estrategias de diseño que se ven reflejadas en la propia arquitectura tradicional de los poblados del valle: mayor ligereza y ventilación intensa en las zonas inmediatas al litoral, frente a la masa y la ventilación más controlada a medida que se adentra en el valle.

GRÁFICO 01// LOCALIZACIÓN DE SAN PEDRO DE LLOC.



SAN PEDRO DE LLOC:	Departamento:	La Libertad
	Provincia:	Pacasmayo
	Latitud / Longitud:	07°25' S / 79°30' W
	Altitud:	42 m.s.n.m.
	Región natural:	Chala o Costa.
	Ecoregión:	Desierto del Pacífico.

GRÁFICO 02// VISTA EN PERSPECTIVA DEL VALLE DEL JEQUETEPEQUE, CON EL RÍO DEL MISMO NOMBRE QUE DESEMBOCA EN EL OCÉANO PACÍFICO Y LAS CUATRO CIUDADES MÁS IMPORTANTES DE LA CUENCA. Elaboración: CIAC.



LOS DATOS CLIMÁTICOS

El clima moderado de San Pedro de Lloc se evidencia principalmente en sus valores de temperatura del aire. Las estaciones son medianamente marcadas, con días cálidos y noches templadas en el verano y días templados y noches frescas en invierno. En el verano las temperaturas máximas rondan los 30°C y las mínimas de invierno alrededor de los 15°C. La oscilación térmica diaria es moderada, casi siempre alrededor de 10°C.

La humedad relativa del aire es igualmente moderada, ligeramente baja en el verano, con valores mínimos promedio alrededor de 55%. Durante el invierno el porcentaje promedio de los valores mínimos oscilan en torno al 60%.

La radiación solar es, como en el resto del país, y debido a la cercanía de la Línea Ecuatorial, alta y relativamente constante en todos los meses (alrededor de los 5 kWh/m²). Existe una mayor cantidad de horas de sol (radiación solar directa) durante los meses de verano, debido a la nubosidad baja que se presenta con cierta recurrencia en los meses de invierno. Aún así, la radiación en los días cubiertos suele ser significativa (encima de los 2 ó 3 kWh/m²).

Las precipitaciones son muy escasas en todas las estaciones, acumulando valores promedio de 10 mm al año.

GRÁFICO 03// TEMPERATURA DEL AIRE (°C)

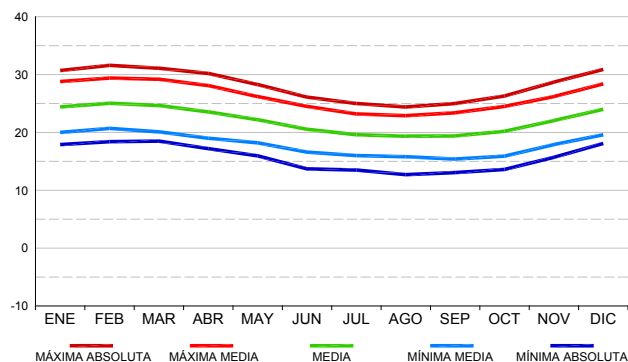
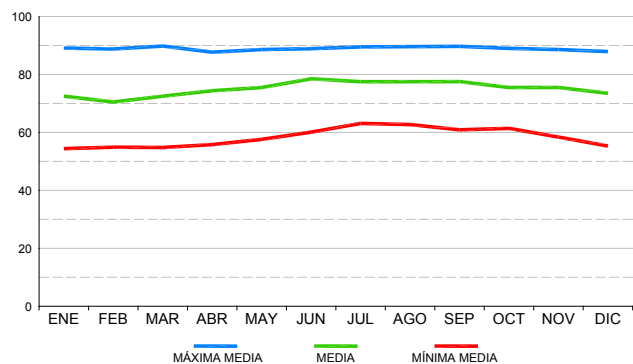


GRÁFICO 04// HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%)



Las lluvias ocasionales se suelen producir en los meses de verano, pudiendo aumentar significativamente durante la ocurrencia del Fenómeno del Niño.

Los vientos al mediodía suelen tener una velocidad media constante y moderada a lo largo de todo el año, con valores alrededor de los 5 m/s (brisas suaves). La dirección más frecuente también es constante y suele venir del Sur Oeste. Dicha constancia en la intensidad y dirección del viento se suele presentar a lo largo de toda la costa peruana.

Cabe mencionar que existen zonas en la franja litoral en las que, debido a ciertas particularidades geográficas, las

velocidades resultan ligeramente mayores, permitiendo su aprovechamiento para la generación de energía a través de molinos de viento; un ejemplo es el caso específico del parque eólico de Cupisnique, ubicado a unos 15 kilómetros al Sur de San Pedro de Lloc y recientemente inaugurado.

Por último, es importante reconocer que, ante la ocurrencia ocasional del Fenómeno del Niño, las condiciones climáticas pueden llegar a ser bastante más rigurosas, con temperaturas del aire en verano con valores por encima de los 33 ó 34 °C y precipitaciones ocasionales que pueden sobrepasar los 10 mm ó 15 mm en un sólo día, tal como ocurrió en el verano del año 1983.

GRÁFICO 05// ENERGÍA SOLAR PROMEDIO
SOBRE PLANO HORIZONTAL(KWH/M²)

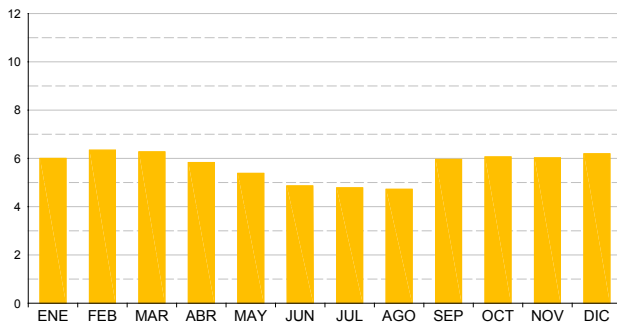


GRÁFICO 06// PRECIPITACIONES
ACUMULADO MENSUAL(MM)

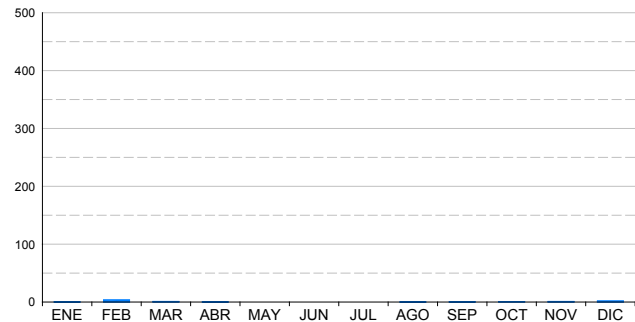
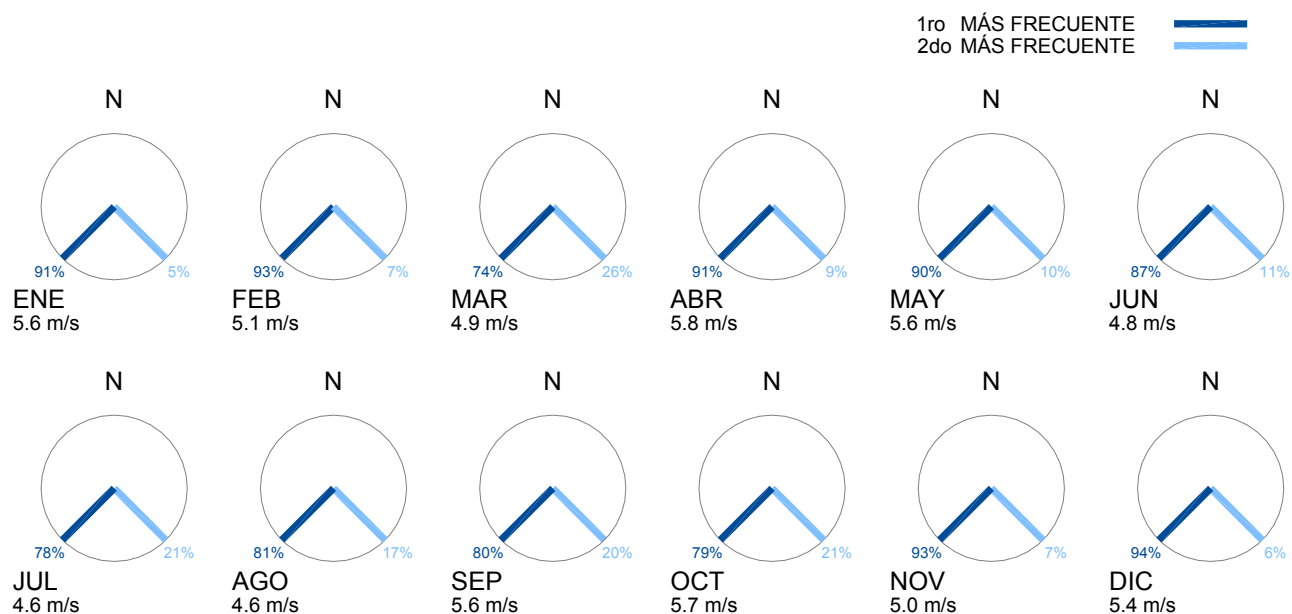


GRÁFICO 07// VIENTOS MÁS FRECUENTES (13:00 HORAS)
VELOCIDAD PROMEDIO (M/S) Y FRECUENCIA (%)



Fuentes consultadas para obtener los datos climáticos de San Pedro de Lloc:

1. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI. Datos históricos del Clima. Estación de San Pedro de Lloc, años 1976 a 1983. http://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/_dat_esta_tipo.php?estaciones=000326
2. METEOTEST (METEONORM Software). <http://www.meteonorm.com/>

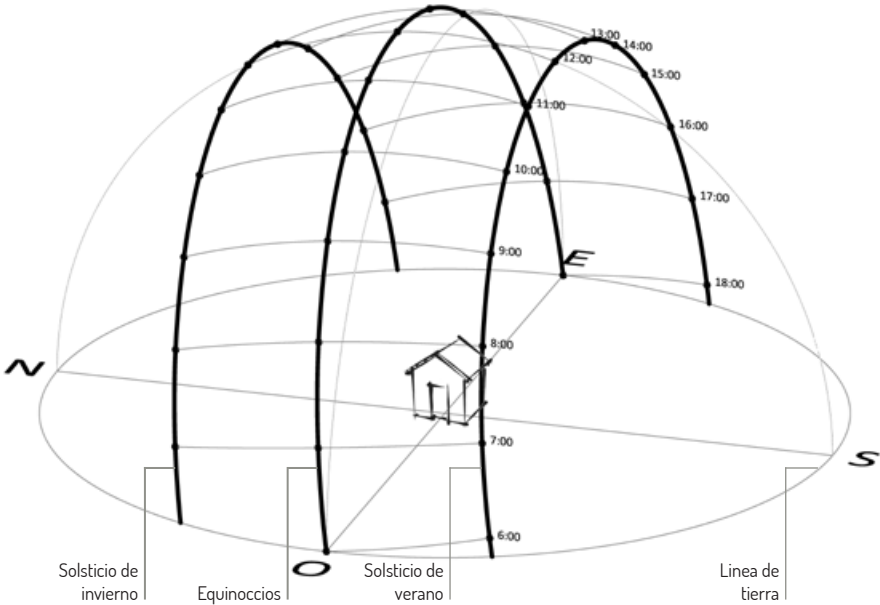
EL RECORRIDO SOLAR

El movimiento aparente del sol en San Pedro de Lloc evidencia su cercanía a la Línea Ecuatorial (alrededor de 7°), lo que condiciona una marcada verticalidad del recorrido solar y la gran intensidad de los rayos solares durante todo el año, principalmente en horas cercanas al mediodía. La cercanía al Ecuador explica a su vez la diferencia reducida en la duración de los días entre el verano y el invierno y, por lo mismo, la poca diferencia

estacional. Como se verá más adelante, la radiación, en la medida que no se controle, termina generalmente influyendo más en las condiciones térmicas del interior de un edificio que la propia temperatura exterior.

En diciembre, al inicio del verano, el recorrido solar tiene su mayor inclinación hacia el sur, ubicándose el sol al mediodía a unos 74° con respecto al horizonte. En junio, a inicios del invierno, el mediodía, se da la mayor inclinación al norte, con 59° con respecto al horizonte.

GRÁFICO 08// PERSPECTIVA DEL RECORRIDO SOLAR EN SAN PEDRO DE LLOC.



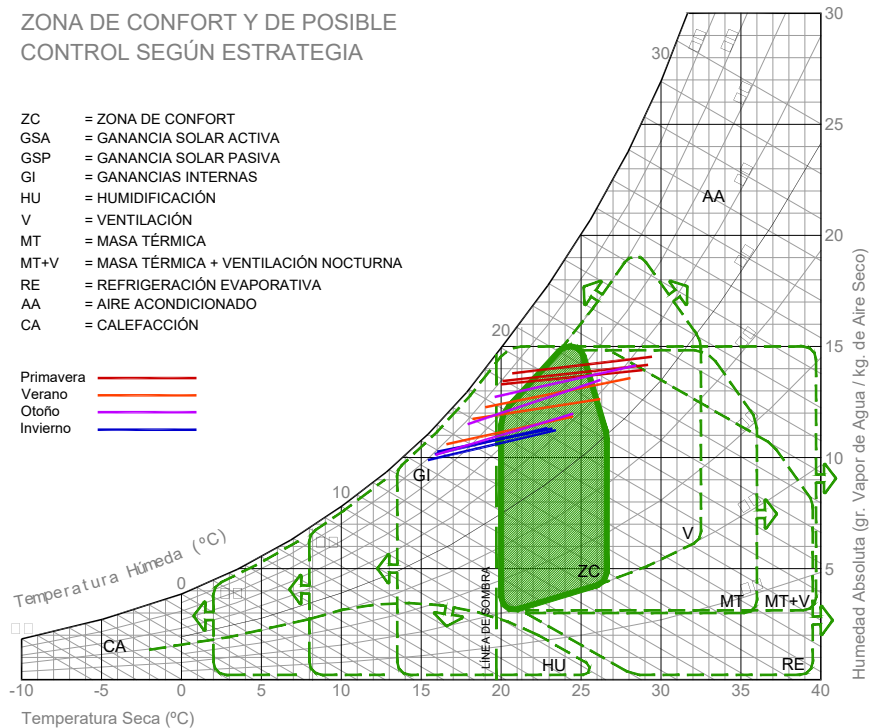
EL CONFORT TÉRMICO

Bajo las condiciones climáticas presentadas, se comprueba tanto la condición de clima moderado de San Pedro de Lloc, como la posibilidad de lograr el confort térmico al interior de los edificios sin la necesidad de utilizar sistemas artificiales de acondicionamiento

ambiental; ello en la medida que se consideren ciertas estrategias mínimas que giran principalmente en torno a la masa térmica, la protección de la radiación y la ventilación selectiva.

El esquema presentado líneas abajo grafica las condiciones promedio mensual de temperatura y humedad relativa

GRÁFICO 09// ÁBACO PSICROMÉTRICO SOBRE EL QUE SE DELIMITA LA 'ZONA DE CONFORT' Y LOS LÍMITES SUGERIDOS PARA AMPLIARLA, SEGÚN ESTRATEGIAS (GIVONI Y MILNE, 1981). CADA LÍNEA REPRESENTA UN MES TÍPICO DEL AÑO.



del aire sobre el ábaco psicrométrico y refleja la poca estacionalidad que tiene el clima de San Pedro de Lloc, además de unas condiciones moderadas muy cercanas a la zona de confort.

En la medida que las líneas se extienden fuera de la zona de confort, se puede comprobar la situación potencial de frío en las noches de invierno y de calor

durante el verano en las horas cercanas al mediodía. Las estrategias planteadas sobre el propio gráfico sugieren aprovechar las ganancias internas para el invierno y la sombra, la masa térmica, la ventilación y la refrigeración evaporativa para los meses de verano.

Las estrategias mencionadas se desarrollan con mayor amplitud en las siguientes páginas.

FOTO 04// LA MASA TÉRMICA, LA SOMBRA Y LA VENTILACIÓN CONTROLADA SON LAS ESTRATEGIAS RECURRENTE DE LA ARQUITECTURA TRADICIONAL DE SAN PEDRO DE LLOC. Fotografía: A. Gonzales.



FOTO 05// VENTANA EN VIVIENDA URBANA DE SAN PEDRO DE LLOC.

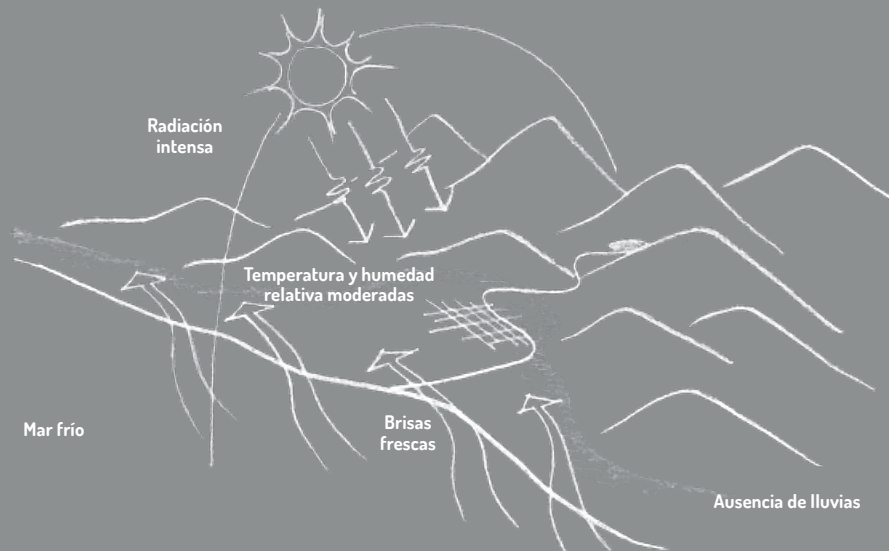


UBICACIÓN Y CLIMA// RESUMEN

EL **CLIMA** DE SAN PEDRO DE LLOC, AL IGUAL QUE EL DE GRAN PARTE DE LA COSTA PERUANA, ES MODERADO Y PREDECIBLE. LA CERCANÍA AL ECUADOR CONDICIONA LA POCA ESTACIONALIDAD Y LOS ALTOS NIVELES DE RADIACIÓN POR LA VERTICALIDAD DEL RECORRIDO DEL SOL. LAS TEMPERATURAS RELATIVAMENTE BAJAS DEL MAR PERUANO PROVEE DE BRISAS FRESCAS Y CONSTANTES.

BAJO ESTAS CONDICIONES SE PUEDE AFIRMAR QUE, EN LA MEDIDA QUE SE CONSIDEREN CIERTAS ESTRATEGIAS DE DISEÑO, ES POSIBLE LOGRAR FÁCILMENTE UNA SITUACIÓN DE **CONFORT TÉRMICO** AL INTERIOR DE LOS EDIFICIOS, SIN LA NECESIDAD DE UTILIZAR ESTRATEGIAS ARTIFICIALES DE CONTROL AMBIENTAL, COMO LA CALEFACCIÓN O EL AIRE ACONDICIONADO.

LA **ARQUITECTURA TRADICIONAL**, AÚN PRESENTE EN LA CIUDAD Y SUS ALREDEDORES, NOS AYUDA A IDENTIFICAR LAS ESTRATEGIAS PRINCIPALES QUE PERMITEN LOGRAR DICHO CONFORT TÉRMICO: MUROS Y TECHOS ANCHOS Y PESADOS, VANOS PEQUEÑOS Y VERSÁTILES, SOMBRA Y VEGETACIÓN.



CONSIDERACIONES DE DISEÑO BIO-CLIMÁTICO

EL EDIFICIO

En la medida que los meses de verano son moderadamente cálidos y los de invierno resultan templados y ligeramente fríos en las noches, es necesario considerar ambas situaciones en las estrategias a sugerir. En ambos casos, y debido a que la oscilación térmica diaria es moderada (entre 8 y 10°C) y cercana a la zona de confort, la presencia

de **masa térmica** es la estrategia principal, alrededor de la cual giran el resto de consideraciones.

Una alta inercia térmica permite aislar, amortiguar y retardar el paso del calor -y de la propia radiación solar en el día- con lo que el ambiente interior logra condiciones más homogéneas, dificultando la pérdida de energía en la noche, así como la rápida ganancia de calor durante el día.

FOTO 06// DETALLE DE APAREJO DE MURO DE ADOBE EN UNA VIVIENDA TRADICIONAL. EL ESPESOR CON EL QUE SE CONCEBÍAN LOS MUROS SOLÍA SER DE 60 CM O MÁS.

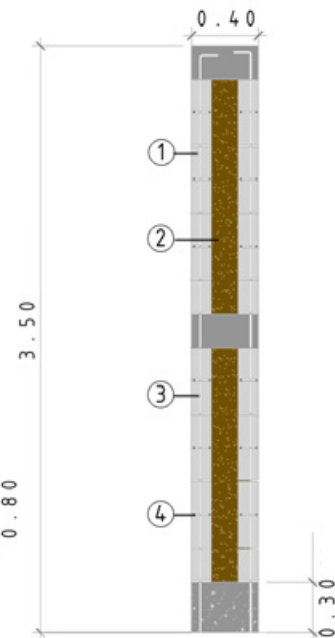
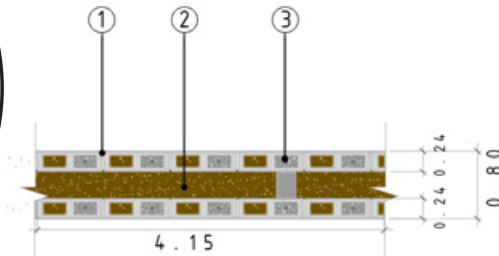
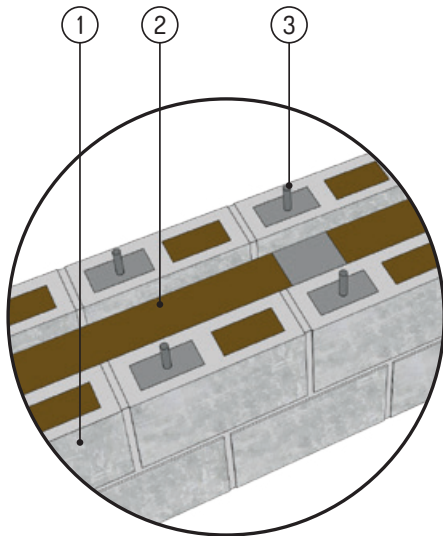


La inercia térmica se consigue, en principio, aumentando el peso (masa) de la envolvente del edificio, pero también mediante la masa de los tabiques interiores y del propio mobiliario. La compactad misma del volumen y el adosamiento que suele existir entre los edificios, logran una menor exposición a las condiciones exteriores.

En la arquitectura tradicional de San Pedro de Lloc se evidencia claramente la incorporación de masa térmica en la estructura del edificio a partir del uso de la tierra. En el caso de los muros, estos han sido hechos de bloques de adobe que, en el caso de los edificios más antiguos, pueden llegar a tener un espesor mayor de 80 cm. En las cubiertas,

GRÁFICO 10// DETALLE CONSTRUCTIVO DE LA INCORPORACIÓN DE MASA TÉRMICA EN LOS MUROS DE LA PROPUESTA PARA EL CENTRO CULTURAL DE SAN PEDRO DE LLOC; SE LOGRA A PARTIR DE UN DOBLE APAREJO DE SOGA DE BLOQUETAS DE CONCRETO CON LAS CAVIDADES Y EL ESPACIO INTERMEDIO RELLENO DE UNA MEZCLA LIGERA DE PAJA-BARRO.

1. BLOQUETA DE CONCRETO.
2. RELLENO TERMO ACÚSTICO LIVIANO: PAJA + BARRO.
3. REFUERZO VERTICAL.
4. REFUERZO HORIZONTAL.



la solución tradicional es la torta de barro con espesores iguales o mayores a los 10 cm.

En la actualidad las construcciones tienden a ser cada vez más ligeras en la medida que los nuevos materiales lo permiten: ladrillos o bloquetas de concreto para los muros y calaminas en los techos. Si bien estos materiales tienen ventajas en ciertos aspectos, no se debería descuidar el desempeño térmico del edificio. Siempre que sea posible, se deberían considerar aparejos de mayores espesores, dobles muros o rellenos en los vacíos de los elementos que los conforman con material aislante o de cierta masa. Si no se va a construir más de dos niveles, el adobe sigue siendo una solución válida. Todo ello ayudará a elevar la inercia de la estructura y amortiguar las condiciones térmicas interiores.

La masa térmica resulta igualmente útil en invierno, cuando su capacidad aislante se combina con cierto grado de hermeticidad; los vanos de dimensiones reducidas evitan precisamente restar peso a la envolvente, además de limitar la ventilación y el ingreso de radiación solar. Con ello se consigue aprovechar mejor las **ganancias internas** generadas por las personas y los equipos, evitando que el calor se pierda con facilidad durante las noches y manteniendo una temperatura más homogénea y sensiblemente más alta que la media exterior en los momentos más fríos.

En la medida que las ganancias internas resultan contraproducentes durante los momentos más cálidos de los días de verano, es importante considerar la estrategia de **ventilación diurna**, pero con caudales muy reducidos que faciliten únicamente la salida del aire más caliente de las habitaciones; hay que recordar que no se debe permitir el ingreso descontrolado de un aire cuya temperatura, según las horas del día, suele estar por encima de los 30 ó 32°C en los meses de verano.

La evacuación del aire más caliente se debe dar de preferencia a través de ventilación alta o cenital, con aberturas de ingreso manipulables que controlen tanto el caudal, como la dirección del flujo de aire interior. Un elemento tradicional de ventilación cenital, cuyo uso se ha dado desde épocas prehispánicas, es la farola: elemento saliente de la cubierta con aberturas verticales dispuestas sobre un plano horizontal opaco, evita el ingreso descontrolado de radiación solar y permite la evacuación del aire por convección y por extracción.

En este sentido, es muy favorable una altura interior generosa que facilite la estratificación térmica del aire, alejando el aire más caliente de la persona y facilitando su evacuación. La losa es igualmente el elemento que más se calienta de la envolvente, e irradia el calor hacia los usuarios, por lo que alejarla de los mismos ayuda a mejorar esta situación. En los edificios tradicionales la distancia

entre el piso y el techo suele ser de más de 3.5 metros, llegando en algunos casos a ser mayores que 4.5 metros.

En la época más cálida, se debe aprovechar la **ventilación nocturna**, durante las horas más frescas (entre las primeras horas de la noche y primeras horas de la mañana), para ayudar a evacuar el exceso de calor y para enfriar la masa interna y de la propia estructura, sin

incidir directamente en las personas. En la medida que las condiciones varían a lo largo del año, presentando muchos días con temperaturas más moderadas, es necesario que las aberturas -tanto puertas como ventanas- sean versátiles en sus cerramientos para ofrecer al usuario la posibilidad de ajustarlas según el requerimiento del momento específico.

FOTO 07// UNA CONDICIÓN MUY FRECUENTE EN LAS VIVIENDAS URBANAS EN SAN PEDRO DE LLOC ES LA AUSENCIA DE VANOS DE VENTANA HACIA LA FACHADA QUE SE VINCULA A LA CALLE.



FOTO 08// VIVIENDAS URBANAS QUE COMBINAN PUERTAS AMPLIAS CON VANOS PEQUEÑOS. SOBRE LAS PUERTAS, EN ALGUNOS CASOS, EXISTE LA POSIBILIDAD DE VENTILAR.



FOTO 09// VIVIENDAS DE MAYORES DIMENSIONES CON VANOS MÁS AMPLIOS Y CONTRAVENTANAS DE MADERA QUE CIERRAN DE MANERA EFECTIVA LAS VENTANAS.



En el caso de las viviendas típicas urbanas de San Pedro de Lloc, se distinguen dos situaciones que evidencian la utilidad de combinar masa térmica con ventilación reducida. La primera de ellas es el de la vivienda cuya fachada no presenta más aberturas que la puerta misma o, como máximo, un vano pequeño adicional. La segunda situación típica se presenta en las viviendas más amplias y exclusivas. En estas últimas, tanto los ambientes como los vanos son más amplios, procurando una mejor iluminación interior, y se resuelven con unos cerramientos de carpintería de madera que permiten cerrar completamente las aberturas, controlando de manera efectiva el ingreso de los vientos y de la radiación solar, dificultando a su vez el paso del calor (sea pérdida o ganancia) por conducción.

Una estrategia adicional imprescindible es el **control de la radiación solar**. Este recurso es necesario no solamente para evitar el sobrecalentamiento del espacio interior, sino también para controlar el deslumbramiento que genera el propio brillo de la radiación y los contrastes excesivos que genera.

En relación al aspecto térmico, se debe evitar que la radiación afecte directamente a la persona, que ingrese a la habitación y, en lo posible, que incida directamente en la envolvente del edificio. Las dos primeras situaciones se evitan con parasoles en los vanos que controlen el ingreso del sol. En la medida que las aberturas estén

orientadas hacia el norte o el sur, dichos parasoles tendrán dimensiones más reducidas, permitiendo una mejor visión al exterior y una mayor iluminación interior.

En la arquitectura tradicional, las medidas reducidas de los vanos y el propio espesor del muro evitan generalmente el ingreso de la radiación directa. En el caso que se requieran parasoles, estos deberán ser exteriores (toldos en vez de cortinas, aleros en vez de persianas interiores, etc.) para evitar que la energía absorbida y reflejada por los elementos opacos termine ingresando con facilidad al interior de los espacios.

Se puede considerar como válida la posibilidad de un ingreso controlado de radiación en invierno, en función del carácter del espacio. En ese caso, la orientación norte es la más adecuada, concibiendo un parasol cuyas dimensiones eviten el ingreso de la radiación solar durante el verano y permitan su ingreso controlado en ciertas horas durante el invierno. Hacia el este y el oeste se podría lograr dicho propósito con elementos versátiles y controlables por el usuario: toldos, parasoles móviles o contraventanas con persianas o celosías.

La posibilidad que se evite que la radiación incida sobre el edificio es una condición ideal en verano, aunque no siempre resulta fácil conseguirlo. Árboles, arbustos y enredaderas pueden aportar sombra a los muros y, en algunos casos,

incluso a las cubiertas. Resulta recomendable que las especies vegetales que provean sombra sean de hoja caduca para permitir que una fracción de la radiación sí incida en los meses de invierno.

Un espacio de sombra adjunto al edificio (pérgola, galería o umbráculo) no solamente genera un espacio de uso alternativo con condiciones térmicas atractivas y que alienta y permite la sociabilización, sino que termina

protegiendo los muros de la radiación solar y se convierte adicionalmente en un espacio de transición que ayuda a la mejor adaptación de la vista entre un exterior extremadamente luminoso y un interior generalmente mucho más oscuro.

El techo es el plano que recibe la mayor radiación en nuestras latitudes y se ha demostrado que la incorporación de un sobretecho sobre la cubierta condiciona una

FOTO 10// RAMADA FRENTE A INGRESO DE VIVIENDA RURAL EN EL DISTRITO DE SAN PEDRO DE LLOC. FOTOGRAFÍA: A. GONZALES.



FOTO 11// LA INVESTIGACIÓN SOBRE EL EFECTO DEL CONTROL DE LA RADIACIÓN SOBRE LAS CUBIERTAS, REALIZADA EN EL MARCO DEL PROYECTO TRANSVERSAL EN SAN PEDRO DE LLOC, PERMITIÓ CONFIRMAR LA IMPORTANCIA DE LA SOMBRA EN LOS TECHOS, ASÍ COMO LA MASA (PESO) EN LAS PAREDES, PARA LOGRAR UN INTERIOR MÁS FRESCO Y CON MAYOR ESTABILIDAD TÉRMICA.



FOTO 12// EXISTEN MUCHOS EDIFICIOS A LOS QUE SE LES HA AÑADIDO UN TECHO LIGERO QUE, ADEMÁS DE PROTEGER LA CUBIERTA DE TORTA DE BARRO DE LAS LLUVIAS OCASIONALES, LOGRA CONTROLAR LA RADIACIÓN Y CONDICIONA UN INTERIOR MÁS FRESCO.

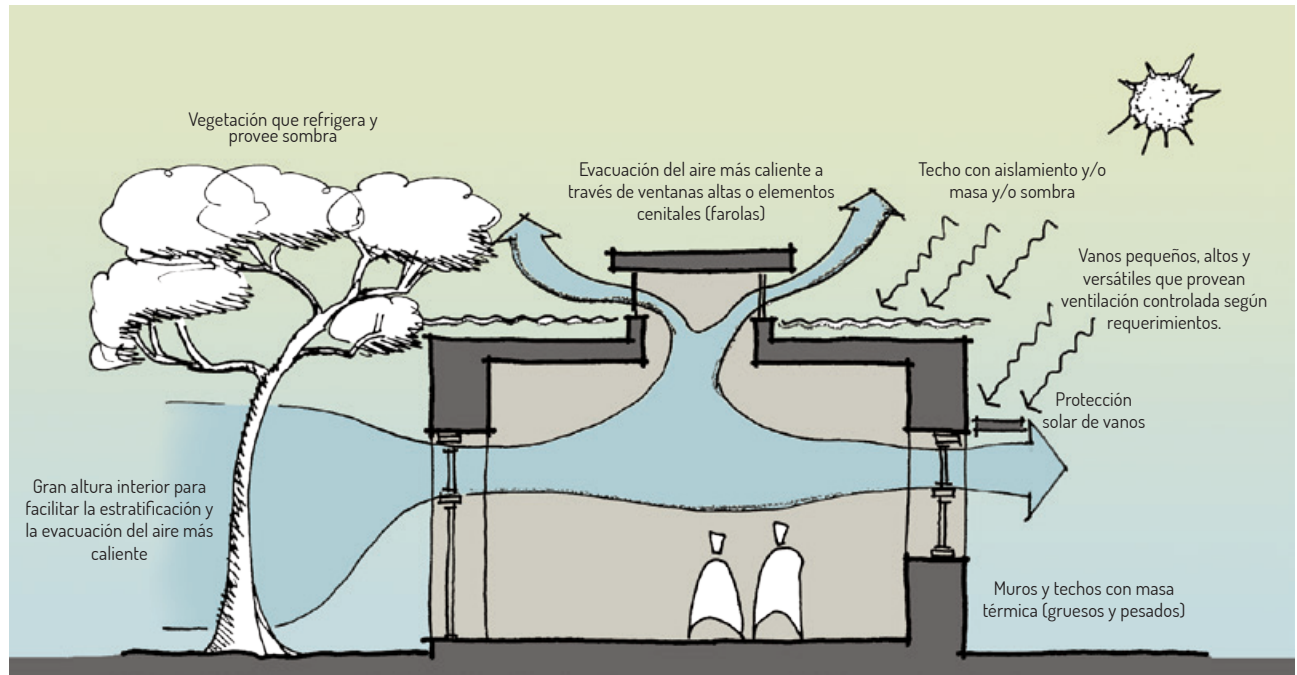


ambiente mucho más fresco en el verano, siendo una estrategia más efectiva que el aislamiento o la propia masa térmica (ver Foto 11).

Asociado al control de la radiación sobre los planos del edificio, conviene considerar colores claros y reflejantes en la cubierta. Para el caso de los muros, debe evitarse que resulten demasiado claros, ya que pueden llegar a incomodar, irradiando y deslumbrando a los transeúntes.

Por último, es recomendable promover la **refrigeración evaporativa**, procurando la evaporación del agua para reducir la temperatura del aire, subiendo ligeramente la humedad relativa. Esta estrategia se consigue a través de la presencia de fuentes de agua como piletas o acequias, así como con la propia vegetación que se ubica en las inmediaciones del edificio.

GRÁFICO 11// SÍNTESIS DE RECOMENDACIONES 'ARQUITECTÓNICAS' BIOCLIMÁTICAS PARA SAN PEDRO DE LLOC.



EL ESPACIO PÚBLICO ABIERTO

En relación a las consideraciones que se deben tener en cuenta para el diseño de espacios públicos abiertos, y reconociendo nuevamente un clima de temperaturas relativamente moderadas y con una intensa radiación solar, el control de esta última se convierte en la principal estrategia alrededor de la cual debe girar el diseño de

parques, plazas y calles. La verticalidad de la radiación solar y la intensidad con la que incide obligan a controlarla para que los espacios diseñados puedan ser utilizados en buena parte del día, incluso en las demás estaciones del año. Se busca generar un espacio que provea sombra y que a su vez evite el deslumbramiento, sin obstaculizar el paso de un viento que, generalmente, tiene una intensidad moderada.

FOTO 13// ESPACIO PÚBLICO EN LA URBANIZACIÓN LA VENTUROSA, ZONA CONURBADA A SAN PEDRO DE LLOC. LA SOMBRA QUE PRODUCE LOS ALGARROBOS PROVEE UN AIRE MÁS FRESCO Y ESCALA MÁS APROPIADA PARA LA REUNIÓN Y EL ENCUENTRO.



La **generación de las sombras** debe abarcar la mayor cantidad de área útil posible, especialmente cuando se asocia a los espacios de estancia: bancas, glorietas y espacios de reunión. Ella puede ser generada tanto por objetos artificiales como pérgolas, toldos o tensionadas, como por elementos naturales como árboles o enredaderas. Estas últimas opciones no solamente generan sombra, sino que ayudan a reducir la temperatura por la refrigeración evaporativa que generan, además de ser generalmente más vistosas y agradables. La cercanía a un canal, a una acequia o la posibilidad de fuentes o piletas, resulta siendo un aporte adicional en el sentido de la refrigeración que crea por la evaporación que se genera.

En el caso específico de los árboles, resultan preferibles aquellos de copa amplia y, en lo posible, de hoja caduca, ya que permiten el paso de una fracción de la radiación en los meses de invierno, que es cuando pierden buena parte de su follaje. Algunas especies como las poncianas, las buganvillas o muchos de los árboles frutales existentes en la zona cumplen con esas condiciones.

En relación a la elección de materiales para los pisos y pavimentos de áreas descubiertas, se debe **evitar los acabados lisos y claros** como el cemento pulido. Estos acabados generan deslumbramientos indeseados y aportan una radiación adicional por reflexión que aumenta la sensación de discomfort en las horas de mayor

GRÁFICO 12// PROPUESTA DE REVALORIZACIÓN DEL MALECÓN DEL JR. TACNA, EN EL MARCO DEL PROYECTO TRANSVERSAL, CUYOS LINEAMIENTOS DE DISEÑO CONSIDERAN LA PRESENCIA DE LA VEGETACIÓN COMO ELEMENTOS DE SOMBRA, REFRIGERACIÓN Y GENERADORES DE ESCALA URBANA.

Elaboración: Alumnos del curso de Seminario de Urbanismo 2 (FAU-PUCP) del semestre 2014-1.



calor. Las superficies difusas, rugosas y permeables, de tonalidades intermedias, resultan más acogedoras y evitan reflejos indeseados y acumulación de agua con las lluvias ocasionales que se presentan.

Es recomendable igualmente **evitar materiales de muy alta conductividad** (como metales, cerámicos y cristal)

en aquellos objetos que podrían estar en contacto directo con las personas, como son las bancas o las barandas. La posibilidad que existe de una incidencia directa de radiación solar sobre dichos objetos, calentándolos exageradamente, o resultando demasiado fríos en ciertas horas de la noche, producirá inevitablemente una incomodidad en los usuarios.

GRÁFICO 13// VISTA DEL PROYECTO DEL MALECÓN DEL JR. TACNA CON LA PROPUESTA DE ARBORIZACIÓN, ACABADOS Y MOBILIARIO URBANO. Elaboración: Alumnos del curso de Seminario de Urbanismo 2 (FAU-PUCP) del semestre 2014-1.



GRÁFICO 14// VISTA DEL PROYECTO DEL CENTRO CULTURAL DE SAN PEDRO DE LLOC, REALIZADO EN EL MARCO DEL PROYECTO TRANSVERSAL, EN EL QUE LA CONCEPCIÓN DEL MISMO GIRA EN TORNO A LA CREACIÓN DE UN ESPACIO DE USO PÚBLICO, CUYO PROTAGONISTA ES LA SOMBRA GENERADA A PARTIR DE PÉRGOLAS Y ÁRBOLES. Elaboración: Kleber Espinoza y Martín Wieser, 2016.



CONSIDERACIONES DE DISEÑO BIO-CLIMÁTICO // RESUMEN



LA VARIACIÓN TÉRMICA DIARIA MODERADA, QUE OSCILA EN TORNO A LA ZONA DE CONFORT, SUGIERE QUE LA ESTRATEGIA MÁS IMPORTANTE PARA AMORTIGUAR LAS CONDICIONES EXTERIORES ES LA INCORPORACIÓN DE **MASA TÉRMICA** EN LOS MUROS Y EN LOS TECHOS DE LOS EDIFICIOS.



UNA SEGUNDA CONDICIÓN FUNDAMENTAL ES LA **PROTECCIÓN SOLAR** DE LOS COMPONENTES DEL EDIFICIO, PRINCIPALMENTE DE LAS VENTANAS Y DE LAS CUBIERTAS, ADEMÁS DE LAS PROPIAS PERSONAS EN LOS LUGARES ABIERTOS.



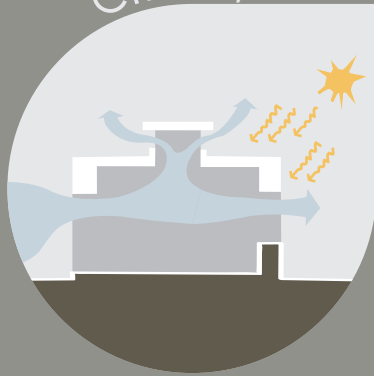
LA **VENTILACIÓN** ES UNA ESTRATEGIA IGUALMENTE IMPRESCINDIBLE, PERO DEBE SER VERSÁTIL Y PERMITIR AL USUARIO LA CAPACIDAD DE CONTROLAR EL CAUDAL Y LA DIRECCIÓN SEGÚN LAS ESTACIONES Y LOS MOMENTOS DEL DÍA: LIMITARLA EN LOS MOMENTOS MÁS CÁLIDOS DE LOS DÍAS DE VERANO Y MÁS FRÍOS EN LAS NOCHES DE INVIERNO, ALTAS Y MODERADAS EN LAS NOCHES DE VERANO Y BAJAS E INTENSAS EN LOS DÍAS TEMPLADOS.



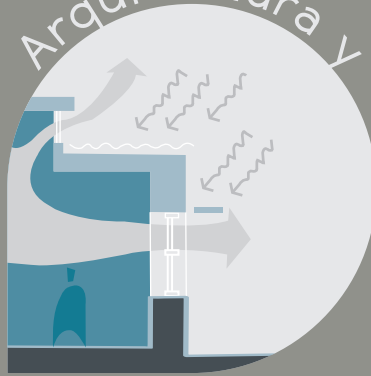
UNA ESTRATEGIA COMPLEMENTARIA ES LA **REFRIGERACIÓN EVAPORATIVA**, CON LA QUE SE LOGRA BAJAR LA TEMPERATURA DEL AIRE MEDIANTE LA PRESENCIA DE VEGETACIÓN O FUENTES DE AGUA.



Clima,



Arquitectura y



Espacio público



ISBN 978 612 47319 0 7



9 786124 731907