

C

F o n d s

Fundación Príncipe Claus para la
Cultura y el Desarrollo

INSTITUTO DE ARQUITECTURA TROPICAL

FUNDACION PRINCE CLAUS PARA LA CULTURA Y EL DESARROLLO

SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT: DESIGN GUIDELINES FOR WARM HUMID CITIES

DESARROLLO URBANOS SOTENIBLE: GUÍA PARA CIUDADES CALIENTES Y HÚMEDAS

SILVIA DE SCHILLER Y JOHN MARTIN EVANS

ARGENTINA

Las variaciones climáticas afectan las condiciones de vida, la calidad de las áreas urbanas y el bienestar en espacios internos y externos. Estos a su vez, están relacionados con las demandas de energía en los edificios, el papel y uso de la vegetación así como los requisitos para la infra-estructura urbana. Sin embargo, el diseño urbano a menudo ignora los requerimientos locales como resultados de las tendencias globales y las influencias internacionales. Este informe presenta un caso de estudio como guía para el diseño urbano sostenible en climas húmedos, basado en las variables climáticas y requisitos para el bienestar. Los climas cálidos húmedos requieren de nuevos planteamientos en la situación actual de rápido desarrollo económico y social, en el contexto de la globalización creciente. El potencial y la intensidad del uso del espacio externo puede aumentar con un diseño urbano apropiado, mientras que situaciones inapropiadas han tenido un impacto negativo de largo plazo. La guía de diseño presentada, presiona la relación entre la definición del problema, objetivos y soluciones de diseño propuestas para hacer explícitas las razones del diseño.

Prefacio

Esta guía de diseño para áreas urbanas en climas cálidos y húmedos, incorpora material presentado originalmente en el Haikou International Symposium on Tropical Coastal Urban Design, en abril de 1993. Se basó en material presentado para el Concurso Internacional de Diseño Urbano para el área central de Haikou, Hainan, China, en enero de 1993.

La guía se desarrolló posteriormenent como resultado de la discusión en el marco de TRUCE (Tropical Urban Climate Experiment) en reuniones organizadas por la Organización Mundial Meteorológica en Dhaka, Bangladesh, en marzo de 1993, y en la Casa Matriz en Ginebra, en octubre de 1996. Un borrador inicial circuló entre los miembros del grupo de trabajo establecido en la reunión de Dhaka con el propósito de producir mejoras en el planteamiento general así como proveer enfoques detallados locales para áreas urbanas específicas, en esta región climática.

Variations in climate affect living conditions, the quality of urban areas and comfort in indoor and outdoor spaces. These in turn, are related to energy demand in buildings, the role and use of vegetation as well as requirements for urban infrastructure. However, urban design often ignores local requirements as a result of global trends and international influences. This paper presents a case study of urban design guidelines for warm humid climates, based on the analysis of climatic variables and comfort requirements. Warm humid climates require new urban design approaches in the present situation of rapid economic and social development in the context of increasing globalization. The potential and intensity of outdoor space use can be increased through appropriate urban design, while unsuitable solutions have a long term negative impact. The design guidelines presented stress the link between problem definition, objectives and proposed design solutions to make the reasons for design recommendations explicit.

Preface

These design guidelines for urban areas in warm humid climates incorporate material originally presented at the Haikou International Symposium on Tropical Coastal Urban Design, April 1993. ' This was based on material from the prize-winning entry to the international Urban Design Competition for the Central Area of Haikou, Hainan, China, January 1993.

The guidelines were further developed as a result of discussions within the framework of TRUCE, the Tropical Urban Climate Experiment, at meeting organized by the World Meteorological Organization in Dhaka, Bangladesh, March 1993, and in their headquarters in Geneva, October 1996. An initial draft was circulated to members of the working group stablished during the Dhaka meeting with the aim of producing improvements to the general approach as well as providing detailed local focus for specific urban areas in the climatic region.

The guidelines were revised during the Technical Assistance Mission undertaken in Costa Rica, in

La guía fue revisada durante la Misión de Asistencia Técnica llevada a cabo en Costa Rica, en el marco del Programa de Cooperación Horizontal apoyado por el Ministro de Relaciones Exteriores de Argentina.

La guía enfatiza el uso del espacio externo como un recurso económico, social y cultural (Fig 1), con un potencial significativo comparado con el uso del espacio externo en climas fríos.

the framework of the Programme for Horizontal Cooperation supported by the Ministry of Foreign Affairs, Argentina.

The guidelines emphasize the use of outdoor space as an economic, social and cultural resource (Fig. 1), with significant potential compared with outdoor space use in colder climates.

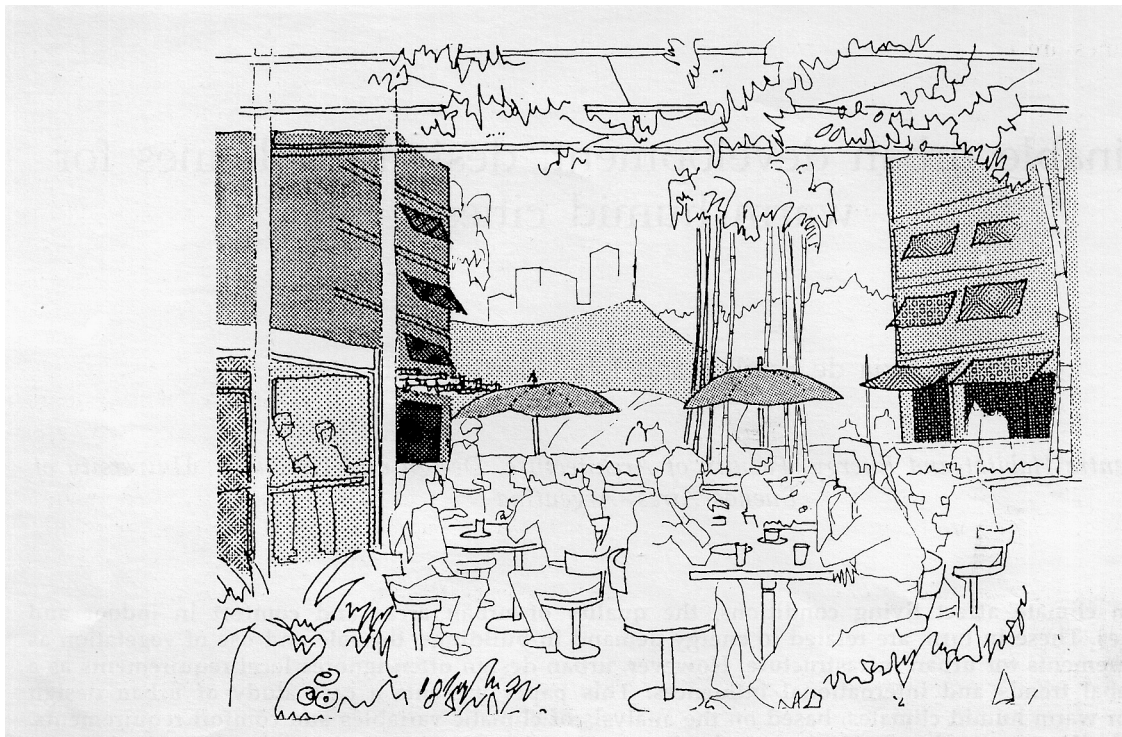


Fig 1. Espacio externo en climas cálidos/húmedos. Outdoor space in warm/humid climates

La necesidad de guías para el diseño urbano y de edificios, se hace aparente con el consejo y cursos impartidos para profesionales y funcionarios de gobierno con el propósito de alcanzar un mejor entendimiento del diseño sensible al clima y su aplicación en la planificación de desarrollos urbanos y proyectos arquitectónicos. Ejemplos de estudios consultivos para otros climas incluye el desarrollo de los Estándares para el Diseño Urbano en Patagonia, Argentina, preparado por la Secretaría de Vivienda y el Manual de Diseño para ENTECAP (Organización para la relocalización de la Nueva Capital en Argentina) (de Schiller y Evans, 1988; Evans y de Schiller, 1989a). Estos y otros proyectos (Evans

The need for building and urban design guidelines became apparent through the advice and courses run for professionals and government offices with the aim to achieve a better understanding of climate-sensitive design and its application in urban development plans and architectural projects. Examples of the advisory studies for other climates include the development of Urban Design Standards for Patagonia, Argentina, prepared for the Secretary of State for Housing, and the Design Manual for ENTECAP (Organisation for the Relocation of the New Capital of Argentina) (de Schiller and Evans, 1988; Evans and de Schiller, 1989a). These and other projects (Evans and de Schiller, 1990/91)

y de Schiller, 1990/91) ayudaron a los autores a desarrollar el planteamiento y metodología presentados en este informe, los cuales han sido utilizados en cursos de grado y postgrado para arquitectos y planificadores (Evans y de Schiller, 1991/92) así como proyectos de investigación llevados a cabo en el Centro para el Habitat y la Energía de la Universidad de Buenos Aires.

Al consultar esta guía, los usuarios deben recordar que los factores climáticos locales específicos, deben ser considerados, como la dirección de los vientos imperantes, la variación de la cobertura nubosa y la intensidad en la radiación. La topografía, la forma urbana existente y la tradición edilicia local también influenciarán la planificación del desarrollo sostenible y los arquitectos necesitarán complementar estas recomendaciones generales con el conocimiento y experiencia local, para asegurar soluciones que respondan a las necesidades y tradiciones locales.

Sin embargo, las tradiciones locales o las soluciones regionales convencionales no son necesariamente las soluciones más adecuadas o sostenibles. Por esta razón, la guía ha sido estructurada para relacionar las recomendaciones de diseño con los objetivos. Esta conexión se debe seguir cuando se adapte la guía o se agregue nuevo contenido.

La sostenibilidad relacionada al diseño urbano se debe considerar como un concepto difícil y multifacético con un enorme potencial para dirigir el proceso de planificación y práctica en el marco de complejos conflictos de intereses. Esta guía no pretende incluir todos los aspectos del desarrollo urbano sostenible. Sin embargo, los autores esperan poder proveer cierta guía en la relación entre la forma urbana y el bienestar humano, especialmente confort térmico, eficiencia energética en el entorno construido y espacios externos "útiles".

Introducción

Esta guía fue preparada para áreas urbanas de climas cálidos y húmedos, que se encuentran en

helped the authors to develop the approach and methods presented in this paper and which have also been used in graduate and postgraduate courses for architects and planners (Evans and de Schiller, 1991/92) as well as research projects carried out in the Research Centre Habitat and Energy, University of Buenos Aires.

When consulting these guidelines, users should remember that specific local climatic factors need to be taken into account, such as prevailing wind directions, variations in cloud cover and solar radiation intensities. The topography, existing urban form and local building traditions will also influence the resulting sustainable development. Planners and architects will need to supplement these general recommendations with local knowledge and experience to ensure responsive solutions to local needs and traditions.

However, local traditions or conventional regional solutions may not necessarily be the most appropriate or most sustainable solutions. For this reason, the guidelines have been structured to relate design recommendations to objectives. This link should be followed when adapting the guidelines or adding new content.

Sustainability related to urban design may be considered as an elusive and multifaceted concept which has enormous potential to guide the 166 planning process and practice in a framework of complex conflicting interests. These guidelines do not intend to cover all aspects of sustainable urban development. However, the authors hope that they will provide some guidance on the relationship between urban form and human well-being, especially thermal comfort, energy efficiency in the built environment and 'usable' outdoor spaces.

Introduction

These design guidelines are prepared for urban areas in warm humid climates, found within a belt that extends to a maximum of 22° south and north of the Equator. This region includes many of the large and fast growing cities of the developing

una franja que se extiende hasta un máximo de 22° sur y norte del Ecuador. Esta región incluye muchas de las ciudades más grandes y de más rápido crecimiento del mundo en desarrollo. Una clara comprensión de las formas urbanas apropiadas, puede ayudar a alcanzar entornos sostenibles y sensibles.

El objetivo de este informe es contribuir al “desarrollo sostenible” promover el progreso económico y mejorar la calidad de la vida urbana a través de una planificación urbana, diseño urbano, arquitectura y construcción adecuadas.

Esta guía se basa en el análisis del clima y los requisitos para el confort y el bienestar. Son vitales para asegurar la economía energética mientras provee condiciones para vivir y trabajar en condiciones saludables y productivas, así como espacios urbanos atractivos y vívidos (Figs 2, 3 and 4).

world. A clear understanding of appropriate urban development forms can help to achieve sustainable and responsive environments.

The aim of this paper is to contribute to ‘sustainable’ development, promote economic progress and improve the quality of urban life through appropriate city planning, urban design, architecture and building.

These guidelines are based on an analysis of the climate and the requirements for comfort and well-being. They are vital to ensure economy in the use of energy while providing healthy and productive living and working conditions, as well as attractive and lively urban spaces (Figs 2, 3 and 4).

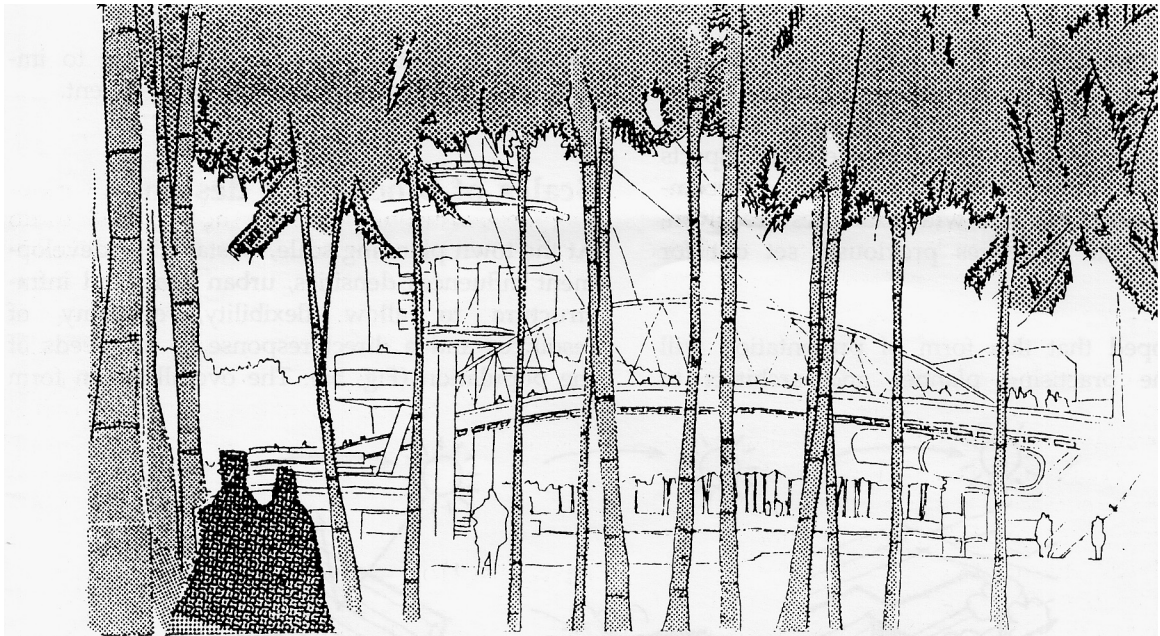


Fig. 2. Vegetation for shade in warm humid climates. Vegetación para sombra en climas cálidos y húmedos.

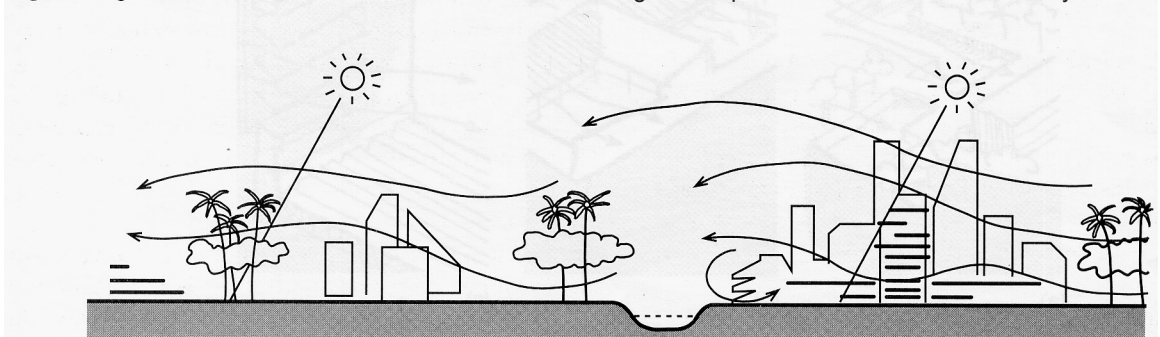


Fig 3. Urban tissue permeable to air movement. Tejido urbano permeable al movimiento del aire.

La metodología se enfoca en la relación entre las variables climáticas como se definen en los datos meteorológicos, las condiciones deseables para el bienestar térmico humano y los efectos modificatorios del entorno construido a escala urbana, arquitectónica y detalles de diseño. La aplicación resultante enfatiza la relación clima-persona-edificio.

El proceso de planificación debería promover la “sostenibilidad” para asegurar beneficios a largo plazo así como ventajas en el futuro inmediato, para acompañar al desarrollo social y económico. El crecimiento urbano “sostenible” depende de las decisiones realizadas en tres niveles: plan general de la ciudad, diseño arquitectónico y detalles constructivos. La aplicación de estas decisiones afectarán la imagen visual tanto como la calidad ambiental de la ciudad.

La estructura de este estudio, sigue la metodología bioclimática de diseño. Primero se presentan los principios y beneficios generales. Segundo, se describen las características generales del clima caliente y húmedo, en conjunto con condiciones de diseño típicas. Se explican los requisitos para el bienestar, el uso racional de la energía y diseños ambientalmente sensibles.

The methodology is focused on the relationship between the climatic variables as defined in meteorological data, the desirable conditions for human thermal comfort and the modifying effect of the built environment at the urban, architectural and detailed design scale. The resulting application of these concepts emphasizes the relationship climate-person-building.

The planning process should promote ‘sustainability’ to ensure long-term benefits as well as advantages in the immediate future, to accompany social and economic development. ‘Sustainable’ urban growth depends on decisions made at three levels: overall town planning, architectural design and construction details. The application of these decisions will affect the visual image as well as the environmental quality of the city.

The structure of this paper follows the bioclimatic design methodology. First, the general principles and benefits of the approach are presented. Second, the general characteristics of warm humid climates are described, together with typical design conditions. The requirements for comfort, rational energy use and environmentally sensitive design are then explained.

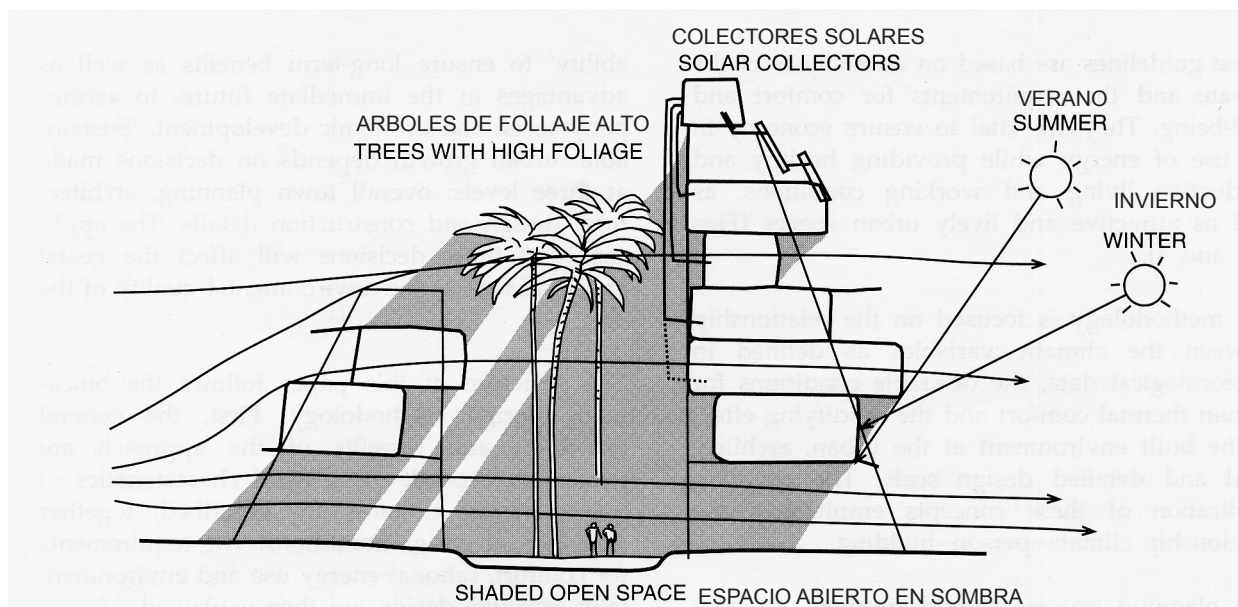


Fig. 4 Building form permeable to air movement. La forma del edificio permeable al movimiento del aire.

La sección central da recomendaciones de diseño en relación a las diferentes escalas de diseño, comenzando con guías en el diseño urbano general y finalizando con aspectos más detallados de la construcción del edificio. Se dan una serie de recomendaciones, ilustradas con ejemplos, siguen los objetivos previamente establecidos para cada tópico.

Se espera que esta forma de presentación ayudará a los planificadores y arquitectos en la incorporación de diseños climáticamente sensitivos y a mejorar la calidad del entorno urbano.

Escalas del diseño bioclimático

A escala de planificación de ciudades, el desarrollo sostenible influencia densidades, forma urbana, e infraestructura para permitir flexibilidad, economía de recursos y una respuesta directa a las necesidades de la población (Fig. 5a). La forma urbana general afectará las necesidades de transporte y uso energético, la intracción de usos compatibles del suelo y una relación con la topografía del terreno.

A escala arquitectónica, la sostenibilidad se relaciona a la elección de la forma, agrupación y tamaño del edificio, la integración de la vegetación y el carácter de los espacios exteriores. (Fig. 5b). Este nivel de decisiones afectará

The central sections give design recommendations in relation to the different design scales, starting with guidance on the general urban design and ending with more detailed aspects of building and construction. A series of recommendations, illustrated with examples are given, following the objectives previously set out for each topic.

It is hoped that this form of presentation will help the practising planner and architect to incorporate climate-sensitive design and to improve the quality of the urban environment.

Scales of bioclimatic design

At the town planning scale, 'sustainable' development influences densities, urban form and infrastructure to allow flexibility, economy of resources and a direct response to the needs of the population (Fig. 5a). The overall urban form will affect the needs for transportation and energy use, the interaction of incompatible land uses and an appropriate relation to site topography.

At the architecture scale, 'sustainability' is strongly related to the choice of building form, grouping and size, the integration of planting and the character of outdoor spaces (Fig. 5b). This level of decision will affect the quality of urban spaces, the level of indoor and outdoor

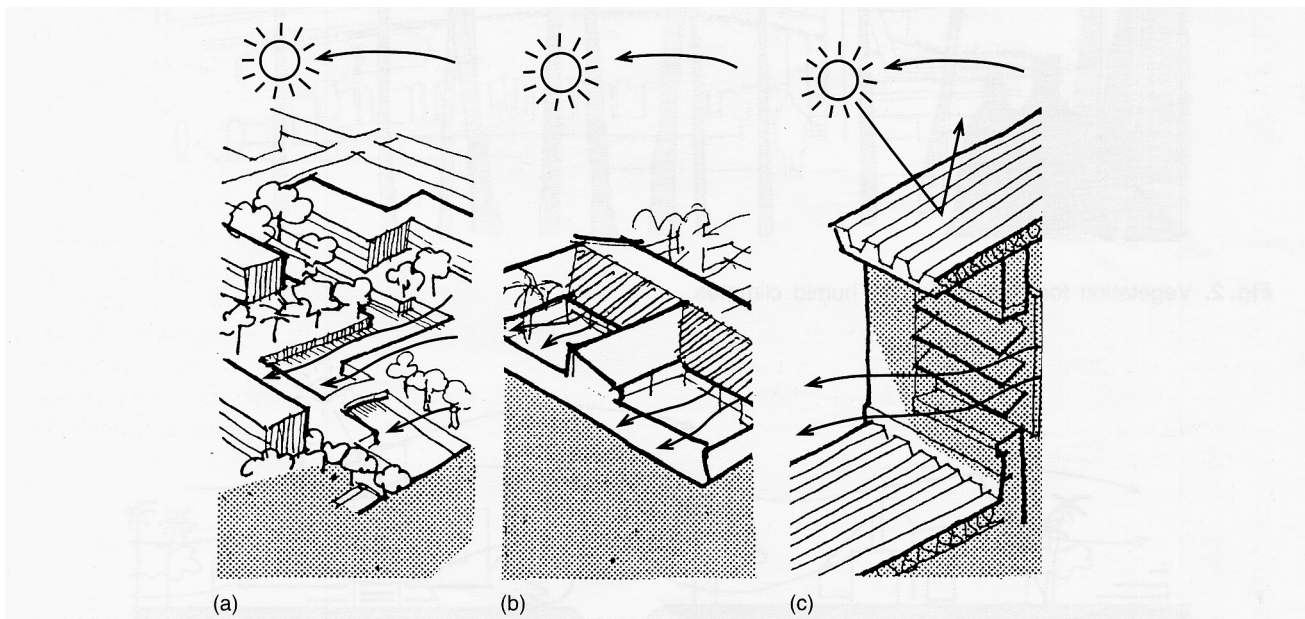


Fig. 5. Sustainable development at (a) the town planning scale (b) the architectural scale (c) the construction scale
Desarrollo sostenible en (a) la escala de la ciudad (b) la escala arquitectónica (c) la escala constructiva

la calidad de los espacios urbanos, el nivel de bienestar interno y externo, el uso de energía en los edificios para calentar, enfriar iluminar y otras instalaciones.

A escala constructiva el desarrollo sostenible requiere la selección apropiada de materiales, instalaciones simples y eficientes que favorezcan el condicionamiento natural donde sea posible y una alta calidad en el manejo y mantenimiento de los espacios internos y externos (Fig.5c).

Es importante enfatizar que las decisiones erróneas en la planificación urbana y la escala arquitectónica no se pueden corregir a escala constructiva (Fig. 6). Los efectos de una planificación desperdiciadora de energía o de un incómodo edificio orientado hacia el oriente, no se solucionará agregando aislamiento o plantas de aire acondicionado más eficientes.

El impacto resultante se relaciona también con la escala temporal. Las decisiones de la planificación urbana afectarán la sostenibilidad por siglos y los edificios tienen una vida útil que se extiende por décadas. Sin embargo, algunas decisiones a escala constructiva, por ejemplo las concernientes al equipo y mantenimiento, deben ser corregidas en períodos más cortos.

comfort, and energy use in buildings for heating, cooling, lighting and other installations.

At the construction scale, 'sustainable' development requires the appropriate choice of materials, simple and efficient building installations which favour natural conditioning wherever possible, and a high quality of building management and maintenance of indoor and outdoor spaces (Fig.5c).

It is important to emphasize that wrong decisions at the town planning and architecture scale cannot be 'corrected' at the construction scale (Fig. 6). The effects of an energy-wasteful town plan or an uncomfortable west-facing building will not be overcome by adding insulation or more efficient air conditioning plants.

The resulting impacts are also related to the time scale. Town planning decisions will affect 'sustainability' over centuries and building groups have a useful life that extends over many decades. However, some decisions at the construction scale, for example concerning equipment and maintenance, may be corrected over shorter periods.

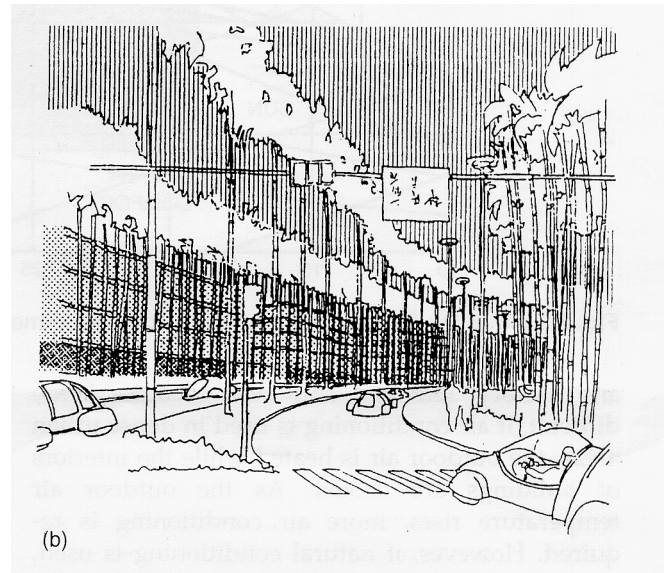
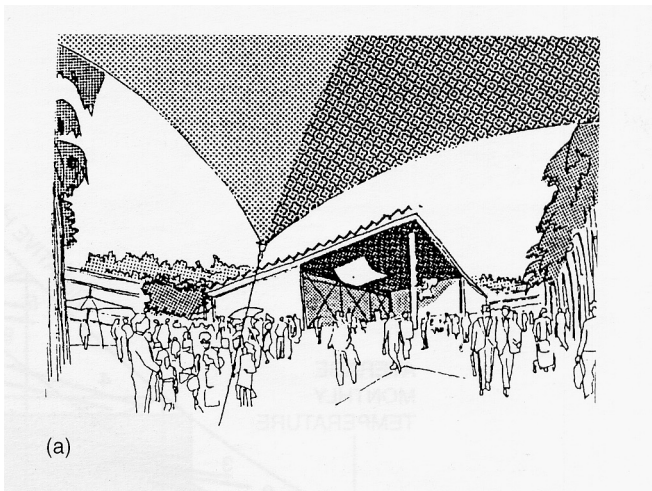


Fig. 6. Use of shade elements at the urban scale in (a) pedestrian space (b) vehicular space.

Uso de elementos de sombra a escala urbana en (a) escala peatonal (b) escala vehicular.

Principios

El objetivo de esta guía es contribuir a la creación de ciudades atractivas y eficientes para el rápido desarrollo de las áreas urbanas en regiones calientes y húmedas, cercanas al Ecuador. La aplicación de criterios de diseño urbano concientes ambiental y energéticamente, intenta promover edificios pasivos, espacios urbanos confortables, mejorar las condiciones de trabajo y reducir la polución. Esto se puede lograr utilizando los aspectos favorables del entorno natural y proveyendo protecciones específicas para las variables climáticas dañinas.

El análisis de los datos climáticos disponibles, indica la variación del entorno natural, mientras que el estudio de los requisitos del bienestar define las condiciones deseadas por la población (Fig.7). Cuando las condiciones climáticas existentes coinciden con las deseadas, el bienestar se alcanza con poco esfuerzo. A medida que la diferencia se amplía, los recursos del diseño bioclimático pueden usarse para modificar las condiciones externas, con una forma urbana apropiada, diseño arquitectónico y la construcción.

Principles

The object of these guidelines is to contribute to the creation of attractive and efficient cities for the rapidly developing urban areas in warm humid regions close to the Equator. The application of environmental and energy conscious urban design criteria is intended to promote low energy building, comfortable urban spaces, improved working conditions and reduced pollution. This can be achieved by using favourable aspects of the natural environment and providing specific protection from harmful climatic variables.

Analysis of the available climatic data indicates the variation of the natural environment, while study of the requirements for thermal comfort defines the desirable conditions for the population (Fig. 7). When the existing climatic environment coincides with these desirable conditions, comfort can be achieved with little effort. As the difference widens, bioclimatic design resources can be used to modify the external conditions, through appropriate urban form, architectural design and building construction.

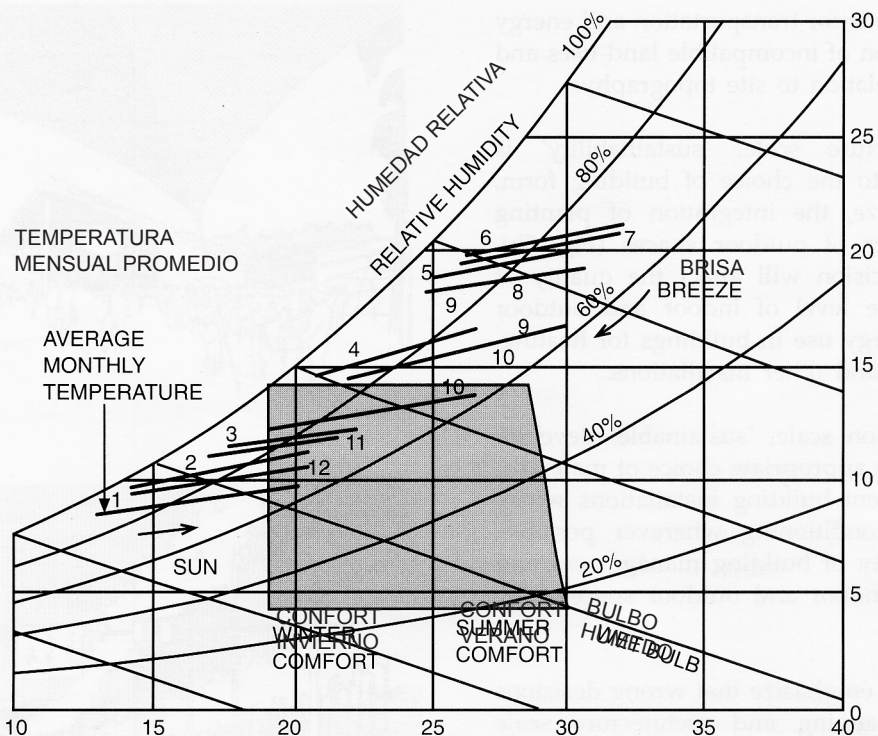


Fig. 7. Use of the Psychrometric chart to compare climatic conditions with desirable conditions for thermal comfort.
 Uso de la carta psicrométrica que compara las condiciones climáticas con las deseadas para el bienestar térmico.

Beneficios

El beneficio del diseño bioclimático puede ilustrarse con algunos ejemplos típicos. Si la temperatura sube más de 27°C, la productividad baja en oficinas y fábricas y descansar se dificulta. Si el aire acondicionado se usa en áreas urbanas densas, el aire externo se calienta mientras el interno se enfría. A medida que la temperatura externa aumenta, se requiere más aire acondicionado. Sin embargo, si se usa el acondicionamiento natural, el bienestar se puede lograr sin calentar la ciudad.

Un movimiento de aire moderado de alrededor de 0.7 m s⁻¹ produce una caída en la sensación térmica de 1.6°K a 29°C con alta humedad y actividad sedentaria. Aún cuando se usen ventiladores, el efecto de enfriamiento es efectivo con bajo uso de energía y fácil control (Evans, 1980). Por otro lado, los sistemas de aire acondicionado a menudo son diseñados con temperaturas en los ductos de aire inferiores a 22°C para lograr 25°C cuando el aire se mezcla en el recinto. Esto puede ocasionar ráfagas frías incómodas para aquellos vestidos para condiciones climáticas confortables. El aire a baja temperatura en los sistemas de aire acondicionado, es mucho más seco que el de condiciones naturales, aumentando el desagrado para aquellos acostumbrados a humedades mayores y estables.

El aire acondicionado y el transporte privado producen contaminación. A medida que la contaminación y el ruido aumentan, más aire acondicionado se requiere para hacer los espacios internos habitables con las ventanas cerradas. Si la demanda de aire acondicionado se reduce y la contaminación del tráfico se controla, la energía se ahorra, la contaminación se reduce y el bienestar se mejora.

La energía eléctrica usada para iluminación artificial produce calor al interior que contribuye a la incomodidad. Si se usa aire acondicionado, se necesitan 3 unidades de energía eléctrica para extraer una unidad de energía térmica. Finalmente, 3 unidades de energía primaria, como carbón o petróleo, se usan para producir una uni-

Benefits

The benefit of climatic design can be illustrated through some typical examples. As temperatures rise above about 27°C, productivity drops in office and factory activities and rest becomes more difficult. If air conditioning is used in dense urban areas, the outdoor air is heated while the interiors of buildings are cooled. As the outdoor air temperature rises, more air conditioning is required. However, if natural conditioning is used, comfort can be improved without heating the city.

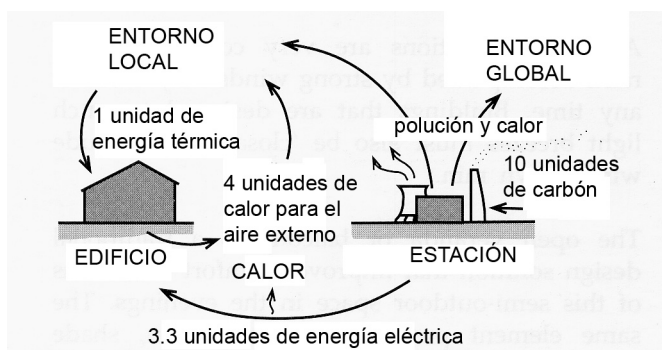
A moderate air movement of about 0.7 m s⁻¹ produces a drop in thermal sensation of 1.6°K at 29°C with high humidity and sedentary activity. Even if fans are used, the cooling is effective with very low energy use and easy control (Evans, 1980). On the other hand, air conditioning systems are often designed with duct air temperatures lower than 22°C in order to achieve 25°C when mixed with air in the room. This can produce uncomfortably cold draughts for those dressed for comfort in these climatic conditions. The low temperature air in air conditioning systems is also much drier than the natural conditions; increasing discomfort for those accustomed to higher and stable humidities.

Air conditioning and private transport also create noise and pollution. As pollution and noise increase, more air conditioning is required to make indoor spaces habitable with closed windows. If air conditioning demand is reduced and polluting traffic controlled, energy is saved, pollution is reduced and comfort is improved.

Electrical energy used for artificial lighting produces heat in the interiors of buildings which contributes to discomfort. If air conditioning is used, about three units of electrical energy are needed to extract one unit of heat energy. Finally, three units of primary energy, such as coal or petrol, are used to produce one unit of electrical energy in conventional power stations, while about 10% of the electrical energy is lost in power transmission lines and transformers. In all, ten units of primary energy are used to

dad de energía eléctrica, en las estaciones convencionales, mientras que cerca del 10% de la energía eléctrica se pierde en las líneas de transmisión y transformadores. En total, 10 unidades de energía primaria se usa para remover una unidad de energía térmica, lo que significa que cualquier ahorro es multiplicado por 10 veces (Fig. 8). Sin embargo, si la luz natural se usa, se produce menos calor al interior del edificio. Aún cuando se usen generadores modernos de ciclo combinado, el potencial de ahorro con luz natural es más significativo.

La sostenibilidad no sólo conduce a reducir el consumo de energía, sino también significa costos más bajos, mejorar el bienestar térmico y la calidad del aire. El diseño sostenible también provee espacios atractivos para la gente y actividades urbanas.



Climas calientes húmedos

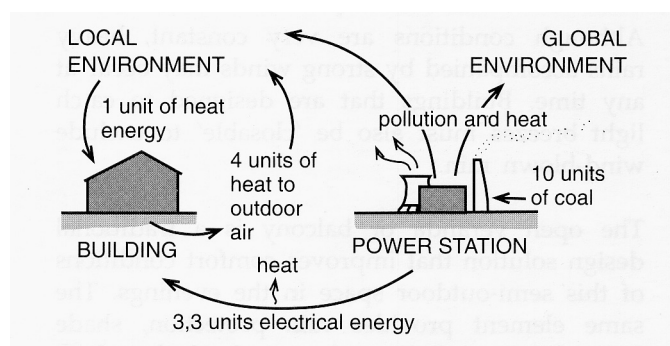
Los climas húmedos calientes, se encuentran en la franja ecuatorial, entre las latitudes 20° norte y sur. Estos climas se caracterizan por una temperatura promedio alta, poca variación de temperatura durante el día, alta humedad absoluta, pequeños cambios anuales de temperatura, alta precipitación anual y relativamente alta cobertura nubosa. Todas estas características contrastan con los climas de desiertos calientes y secos, que se encuentran en latitudes más altas. La cobertura nubosa y la alta humedad moderan la intensidad de la radiación solar y reduce la radiación que emana durante la noche. Como resultado, el cambio de temperatura entre el día y la noche es a menudo inferior a 10°C.

Adicionalmente, debido al poco cambio en la altitud solar al mediodía, hay poca variación en

remove one unit of heat energy, which means that any savings are multiplied ten times (Fig. 8). However, if natural daylight is used, less heat is produced inside the building. Even when more efficient modern combined cycle generators are used, the potential savings gained by using natural light are very significant.

Sustainability does not only lead to lower energy use, it also means lower costs, improve thermal comfort and better air quality. Sustainability design will also provide attractive spaces for people and urban activities.

Fig. 8. Environmental impact of energy use air conditioned buildings. Impacto ambiental de la energía usada en edificios con aire acondicionado.



Warm Humid Climates

Warm humid climates are found in the equatorial belt, between latitude 20° north and south. These climates are characterized by high average temperatures, low daily temperature variations, high absolute humidities, small annual temperature swings, high annual precipitation and relatively high high cloud cover. All these characteristics are in strong contrast to the hot dry desert climates found in slightly higher latitudes. The cloud cover and high humidity moderate the intensity of solar radiation and also reduce outgoing radiation at night. As a result, the temperature swing between day and night is often below 10°C.

Additionally, due to the small change in the sun's altitude at midday, there is little temperature variation between different seasons of the year.

la temperatura entre estaciones durante el año. La mayor diferencia entre meses son las precipitaciones, con cortos períodos secos y meses de intensa lluvia.

Los vientos son suaves porque la región está entre los “Doldrums”, la Zona de Convergencia Inter-Tropical, donde el aire caliente y húmedo asciende, produciendo la característica cobertura nubosa y precipitaciones. Las tormentas eléctricas y los truenos son frecuentes, pero los tifones y huracanes tienden a azotar latitudes mayores.

Las recomendaciones de este estudio se refieren a estas condiciones climáticas, aunque éstas pueden aplicarse a climas con estaciones calientes y húmedas. A medida que aumenta la latitud, el clásico clima húmedo y cálido se modifica con la introducción de una estación seca y menos lluvia, - disminución de la humedad, mayor radiación solar y mayores cambios de temperatura durante el día. África oriental provee el típico ejemplo donde el típico clima caliente y húmedo de la costa varía hacia el norte. En otras regiones del mundo como en el sur de China, esta modificación adopta la forma de transición hacia un clima más frío.

Esto conduce a dividir los climas cálidos y húmedos en dos subregiones principales: la primera tiene alta humedad a través del año con precipitaciones de al menos 60 mm, mientras que la segunda tiene una corta estación seca. Esto incluye el clima intermedio de los monzones, el cual combina calor seco y estaciones cálidas y húmedas, con una posible estación fría, como en algunas partes del subcontinente Indio. También existen climas subtropicales con veranos cálidos y húmedos y fríos inviernos, sin estación cálida y seca (Evans, 1980).

En las tierras altas de África Oriental y Ecuador, a mayor altitud, menor promedio de temperatura y humedad, mejorando el bienestar térmico, aunque las pocas variaciones estacionales son una cobertura nubosa alta.

The most marked difference between months is likely to be the rainfall, with possible short dry seasons, or months with more intense rainfall.

Winds are likely to be light as the region is within the “Doldrums”, the Inter-Tropical Convergence Zone, where the warm humid air which moves in from the north and south ascends, producing the characteristic cloud cover and precipitation. Line squalls and thunderstorms are frequent, though the destructive typhoons and hurricanes tend to strike in higher latitudes.

The recommendations in this paper refer to these climatic conditions, though they may also apply, at least partially, to climates with warm humid seasons. As the latitude increases, the classical warm humid climate is modified with the introduction of a drier season with lower rainfall, - diminished humidities, stronger solar radiation and larger daily temperatures swings. West Africa provides a typical example where the warm humid climate on the coast gradually changes to a drier / desert climate towards the north. In other regions of the world such as Southern China, this modification takes the form of a transition to a cooler climate.

This leads to the division of warm humid climates into two main sub-regions: the first has a high humidity throughout the year with a monthly minimum rainfall of at least 60 mm, while the second has a short dry season. These include the intermediate and monsoon climates, which combine hot dry and warm humid seasons, with a possible cool season, as in parts of the Indian subcontinent. There are also subtropical climates with warm humid summers and cool winters, without the hot dry season (Evans, 1980).

In the equatorial uplands found in East Africa and Ecuador, increased altitude reduces the average temperatures and humidities, improving thermal comfort, though low seasonal variations are still a high cloud cover.

Finalmente, están los climas isleños, que se encuentran en regiones como en el Norte del Caribe y sectores del Pacífico, más allá del Ecuador. Estas islas sufren pocas variaciones de temperatura, alta humedad y precipitaciones considerables debido a la influencia de las masas de agua que las rodean. A pesar que deberían clasificarse como climas tropicales o subtropicales, con grandes cambios de temperatura, menos precipitación y cobertura nubosa, comparten muchas características de los climas cálidos y húmedos ecuatoriales, requiriendo soluciones urbanas similares.

Muchas de las ciudades más grandes de las regiones cálidas y húmedas, se encuentran en las costas ecuatoriales que incluyen:

- América Central, el norte de Sur América incluyendo a Ecuador, Brasil, Colombia y Venezuela;
- África oriental; las costas oeste y este de África central;
- Sur del subcontinente Indio, incluyendo Sri Lanka, Filipinas y Malasia;
- Islas del Pacífico ecuatorial.

Muchas de las grandes ciudades se encuentran en estas regiones: Lagos, Nigeria, Singapur, Bangkok, Tailandia, Bandung, Indonesia, Hong Kong y Haikou, en China; Bombay y Madras en India; Dhaka, en Bangladesh; Okinawa, en Japón; La Habana, Cuba; Maracaibo y Caracas, en Venezuela; Salvador y Manaus, en Brasil.

Condiciones de Diseño

A diferencia de climas lejanos al Ecuador, las condiciones de diseño para varios climas cálidos y húmedos, se pueden caracterizar por un típico diseño "diario", ya que tanto las variaciones estacionales como diarias son pequeñas.

El día comienza con temperaturas mínimas de 23°C y humedad relativa que alcanza frecuentemente el 100%. Nubes bajas y neblina predominan temprano en la mañana y el cielo puede permanecer nublado hasta el mediodía. Por esta razón el ángulo solar bajo de la mañana no es un problema. Sin embargo, en climas con cortas

Finally, there are the island climates, found in regions such as the north Caribbean and sectors of the Pacific, further from the Equator. These islands have low temperature variations, high humidities and considerable rainfall due to the influence of the mass of water that surrounds them. Although they may be classified as tropical or sub-tropical climates, with larger temperature swings, lower rainfall and less cloud cover, they share many of the characteristic of these equatorial climates, requiring similar urban responses.

Many of the larger cities of the warm humid regions are found on equatorial coasts, which include:

- Central America, the north of South America, including Ecuador, Brazil, Colombia and - Venezuela;
- West Africa, the eastern and western coast of Central Africa;
- south of the Indian Subcontinent, including Sri Lanka; the Philippines and Malaysia;
- equatorial Pacific islands.

Many large cities are found in these regions: Lagos, Nigeria; Singapore City, Singapore; Bangkok, Thailand; Bandung, Indonesia; Hong Kong City and Haikou, China; Bombay and Madras, India; Dhaka, Bangladesh; Okinawa, Japan; La Habana, Cuba; Maracaibo and Caracas, Venezuela; Salvador and Manaus, Brazil.

Design Conditions

Unlike climates found further from the Equator, design conditions for many warm humid climates can be characterized by a single typical 'design day' as both season and daily variations are small.

The day begins with minimum temperatures of about 23°C and very high relative humidities which frequently reach 100%. Low cloud and mists predominate in the early mornings and the sky may remain overcast until about midday. For this reason, low angle morning sun is not normally a problem. However, in climates with a

estaciones secas, protección del sol bajo matinal del este, puede necesitarse. En las mañanas las velocidades promedio de los vientos son muy bajas, así es que el efecto de enfriamiento de la brisa no es esencial con las bajas temperaturas.

En las tardes, la temperatura alcanza un pico de 31°C y la humedad relativa desciende a un 70%. El cielo se aclara, aunque la luz solar directa no es tan intensa como la encontrada en climas secos. El cielo a estas horas está muy alto. Árboles de sombra se necesitan para protección solar en espacios externos, mientras grandes aleros y sombra horizontal protege el interior del edificio.

La velocidad promedio del viento aumenta, y la brisa natural brinda una compensación al aumento de temperatura. Corrientes cálidas altas en la tarde pueden causar lluvias regulares en las regiones de bosques lluviosos.

En la tarde, la temperatura baja apenas, trayendo algún alivio de las incómodas condiciones de la tarde. Sin embargo, el promedio de la velocidad del viento también baja así es que los cálidos espacios internos se perciben como opresivos.

Las condiciones de luminosidad crítica son aquellas de un cielo brillante, que puede causar problemas de deslumbramiento (Evans y de Schiller, 1989b). Las condiciones de humedad con alta precipitación son ideales para el crecimiento de plantas y de coberturas, por lo tanto la reflexión del sol desde el suelo, no es un problema.

Aunque las condiciones son muy constantes, fuertes lluvias acompañadas de fuertes vientos pueden ocurrir en cualquier momento. Los edificios que se diseñan para capturar las ligeras brisas, deben poder cerrarse, para excluir la lluvia con viento.

Los corredores o balcones son una solución tradicional que mejora las condiciones de bienestar en este espacio semi exterior en las tardes. El mismo elemento protege de la lluvia, sombra y controla el deslumbramiento.

short dry season, protection from the low level morning sun from the east may be needed. In the mornings, the average wind speeds are very low, though the cooling effect of breeze may not be so essential with the lower morning temperatures.

In the afternoon, the temperature reaches a peak of around 31°C and the relative humidity drops to about 70%. The sky begins to clear, though direct sunlight may not be as intense as that found in dryer climates. At this time of day, the sun is very high in the sky. Shade trees are needed for solar protection in outdoor spaces, while extensive roof overhangs and horizontal shading protect building interiors.

The average wind speed also increases, so that the natural breeze provides a partial compensation for the rise of air temperature. Rising warm air currents in the afternoon may cause regular convective rainfall in the rainforest region.

In the evening, temperatures drop slightly, bringing some relief from the uncomfortable conditions of the afternoon. However, the average wind speed also drops so that warm indoor spaces may feel rather oppressive.

The critical natural light conditions are those of a bright overcast sky, which may cause glare problems (Evans and de Schiller, 1989b). The humid conditions with high rainfall are ideal for plant growth and ground cover, so reflected sunlight from the ground is not usually a problem.

Although conditions are very constant, heavy rains accompanied by strong winds may occur at any time. Buildings that are designed to catch light breezes must also be "closable" to exclude wind blow rain.

The open veranda or balcony is a traditional design solution that improves comfort conditions of this semi-outdoor space in the evenings. The same element provides rain protection, shade from direct sunlight and control of sky glare.

Soluciones igualmente efectivas se necesitan a escala urbana para mejorar el bienestar.

Diseño en climas cálidos y húmedos

Los climas cálidos y húmedos presentan un desafío especial para los arquitectos y planificadores urbanos. Los objetivos del diseño urbano para mejorar el bienestar térmico, pueden establecerse fácilmente, pero el desarrollo de formas urbanas apropiadas que incorporen estos objetivos, es más difícil de lograr.

Las condiciones cálidas y húmedas que prevalecen la mayor parte del año, son incómodas debido a temperaturas sobre el límite para actividades ligeras en la oficina, fábrica o escuela. Humedades relativas altas reducen el efecto de enfriamiento de la evaporación por transpiración y la humedad de la piel aumenta esta incomodidad.

El movimiento del aire es la principal estrategia del diseño bioclimático para mejorar el bienestar en espacios externos y en los edificios condicionados naturalmente. Estos edificios son confortables por un diseño apropiado, evitando gastos adicionales con el aire acondicionado. Esto requiere espacios adecuados entre edificios para permitir a la brisa local penetrar a nivel peatonal y crear una presión de viento positiva en la fachada de edificios con ventilación cruzada.

La necesidad de protección de la radiación solar directa es crítica. Localidades cercanas al Ecuador experimentarán un desplazamiento solar con la característica de una trayectoria este oeste, que atraviesa cerca del cenit en el equinoccio. En zona tropical lejana al Ecuador el sol de medio verano pasará el cenit, con menor ángulo hacia el norte o el sur al mediodía en invierno. Debido a variaciones anuales en temperatura pequeñas, el término verano o invierno cambia de significado. Por ejemplo la estación lluviosa se llamará invierno, mientras la estación seca se llamará verano independientemente del momento del año.

Edificios alargados con las fachadas principales hacia el norte y sur son deseables, con fachadas

Equally effective design solutions are needed at the urban scale to improve comfort.

Design in hot humid climates

Hot humid climates present a special challenge for the architect and urban planner. Urban design objectives for improving thermal comfort can be stated simply, but the development of appropriate urban forms which incorporate these objectives is more difficult to achieve.

The warm humid conditions that prevail for most of the year are uncomfortable due to temperatures above the comfort limit for light activities in the office, factory and school. High relative humidities reduce the cooling effect of the evaporation of transpiration, and moist skin adds to discomfort.

Air movement is the principal bioclimatic design strategy to improve comfort in outdoor spaces and within naturally conditioned buildings. These buildings are made comfortable through appropriate design, avoiding additional expensive air conditioning. This requires adequate space between buildings to allow the local breeze to penetrate at pedestrian level and to create positive wind pressure on the facade of buildings with cross ventilation.

The need for protection from direct solar radiation is also critical. Locations close to the Equator will experience a daily sun movement with a characteristic east-west trajectory across the sky, which passes close to the zenith in the equinox. In the tropical zone further from the Equator, the mid-summer sun will pass the zenith, with a lower angle to the north or south at midday in winter. Due to the very small annual variations in temperature, the terms 'summer' and 'winter' may change meanings. For example, the 'rainy season' may be called 'winter' although the sun is higher in the sky, while the 'dry-sunny season' may be called 'summer' independently of the time of year.

Elongated building forms with the principal facades facing north and south are therefore

ciegas o muy protegidas hacia el este y oeste. Balcones cuidadosamente proporcionados o aleros en las fachadas norte y sur proveen sombra en verano mientras permiten al sol entrar durante las frías mañanas en invierno, en localidades alejadas del Ecuador. La forma forzada del edificio resultante también permite la ventilación cruzada. Estos requerimientos climáticos para desarrollos urbanos deben ser considerados en conjunto con otros factores regionales, como diseños resistentes a terremotos y tifones. Esto requiere formas relativamente simples y simétricas y amplios espacios entre los edificios. Una ciudad abierta se necesita para proveer espacios externos libre de escombros que sirvan de zonas de seguridad y accesos espaciosos a la red de rutas, en caso de emergencias. El desarrollo urbano resultante, mientras responde a los requerimientos climáticos y sísmicos, entra en conflicto con la necesidad de densificar las áreas centrales, para crear un espacio urbano con carácter interesante y recursos para evitar planos monótonos y unidireccionales. Esto representa un desafío especial para el planificador y el arquitecto.

Guías generales de diseño

Siguiendo este análisis, los requisitos generales se definen para lograr bienestar térmico a escala urbana en climas cálidos y húmedos.

- Las brisas predominantes proveen un efecto de enfriamiento beneficioso, especialmente en los meses más cálidos y húmedos. Los vientos alisios normalmente vienen del noreste y sureste, condiciones locales pueden modificar este patrón. Las brisas marinas pueden ser un importante recurso para mover el aire especialmente durante las tardes calmadas, a pesar que les debe tomar un tiempo alcanzar la tierra adentro.
- La protección solar se necesita especialmente en los techos y las paredes orientadas al poniente. Protección en las fachadas oeste es igualmente importante pero menos crítica, por la cantidad de nubes que hay en las mañanas.
- En climas con mañanas frías de invierno, el bajo ángulo solar del sur y sureste en el Hemisferio Norte o Norte y Noreste en el Hemisferio Sur, es deseable.

desirable, with blind or fully protected facades facing east and west. Carefully proportioned balconies or overhangs on the southern and northern facades provide shade in summer while allowing sun to penetrate during cool winter mornings in locations further from the Equator. The resulting building denatures form also allows cross ventilation.

These climatic requirements for urban development must be considered together with other regional factors, such as earthquake- and typhoon-resistant design. These require simple relatively symmetrical forms with wide spacing between buildings. An open city plan is also needed to provide outdoor spaces for rubble-free safety zones and spaciuous access road networks in case of emergencies. The resulting urban development, while responding to the climatic and seismic requirements, conflicts with the need to achieve adequate densities in central areas, to create an interesting spatial urban character and resources to avoid monotonous uni-directional layouts. This represents a special challenge for the planner and building designer.

General design guidelines

Following this analysis, general requirements are defined to achieve thermal comfort at the urban scale in warm humid climates.

- Prevailing breezes provide a beneficial cooling effect, especially in the hottest and most humid months. The trade winds usually come from the north-east and south-east, local conditions may modify this pattern. Sea breezes may also be an important source of air movement especially during the evening calm, though these may take some time to reach inland sites.
- Solar protection is needed, especially on roofs and west-facing walls. Protection on east-facing walls is also important but less critical due to higher level of cloud cover in the mornings.
- In climates with cooler winter mornings, low angle sun from the south and south-east in the Northern Hemisphere or North and North-east in the Southern Hemisphere, is desirable.

- El diseño del edificio y la ubicación de la vegetación, debería proveer protección de los vientos fuertes.
- Enfriamiento nocturno del aire en el área urbana se mejora con los espacios abiertos.
- La evaporación de piscinas en el área urbana ayuda a reducir temperaturas máximas, mientras provee espacios que estimulan la brisa a nivel peatonal. El mantenimiento es importante para evitar que los insectos se reproduzcan en las aguas estancadas.
- Los suelos cubiertos por vegetación reducen el calor de la superficie durante el día.
- Árboles altos de sombra proveen sombrillas naturales como protección en los espacios externos, como senderos, calles, parques y jardines. La forma de estos árboles debe permitir la brisa a nivel peatonal (Fig. 9).

- Building design and the location of planting should provide protection from strong winds.
- Night cooling of air within the urban area is improved by the provision of spaces open to the sky.
- Evaporation from pools of water in the urban area helps to reduce maximum temperatures, while providing open spaces that encourage breeze at pedestrian level. Maintenance is important to avoid insects breeding in stagnant water.
- Vegetation ground cover reduces the heating of the land surface during the day.
- Tall shade trees provide natural “umbrellas” for solar protection in outdoor spaces, such as paths, streets, parks and gardens. The shape of these trees should allow breeze at pedestrian level (Fig. 9).

PARQUES Y CINTURONES VERDES
PARKS & GREEN BELTS

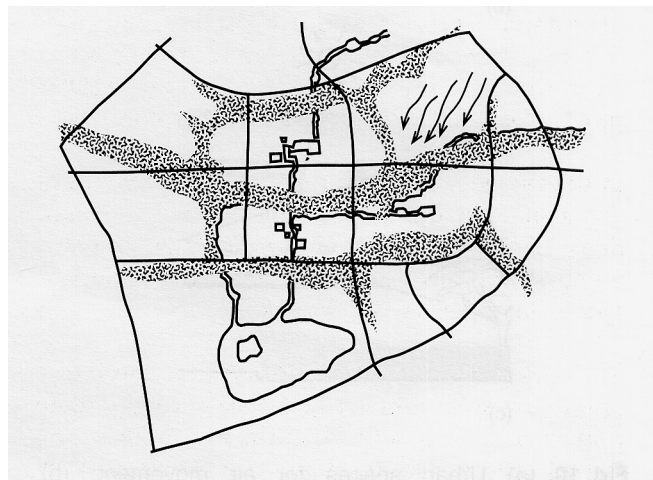


Fig. 9. Vegetation as a microclimate modifier within the urban area. Vegetación como modificador del microclima urbano.

Recursos de diseño bioclimático
Objetivos

El diseño de los edificios contribuye a un entorno agradable y eficiente energéticamente a través del control de los impactos térmicos indeseados.

Recomendaciones

Evitar el uso de aire acondicionado donde sea posible, mientras se logra un bienestar a través del diseño del edificio, profundidad limitada para lograr ventilación cruzada, aleros para protección

Bioclimatic building design resources
Objectives

Building design contributes to a comfortable and energy efficient environment through the control of undesirable thermal impacts.

Recommendations

Avoid the use of air conditioning where possible, while achieving comfort through building design, limit building depth to achieve cross ventilation, overhangs for solar protection, light colours

solar, colores claros en las superficies externas y aislamiento térmico incorporado en los techos (Fig. 10a).

En los casos donde se usa el aire acondicionado, se logra reducir el consumo de energía, las emisiones contaminantes y la producción de desechos térmicos con edificios diseñados apropiadamente: formas compactas con volúmenes grandes de superficie, protección solar, radiación solar controlada para las ventanas, especialmente las orientadas al oeste, equipo eficiente etc. (Fig. 10b). Considerar el uso de energía solar y no convencional, especialmente colectores solares para agua caliente doméstica, aunque a la temperatura ambiental típica, se requiere poco calentamiento.

for external surfaces and incorporate thermal insulation in roofs (Fig. 10a).

In those cases where air conditioning is used, reduce energy consumption, pollution emissions and production of waste heat from buildings through appropriate design: compact forms with large volume to surface ratio, sun shading, solar radiation control for windows, especially those facing west, efficient equipment, etc. (Fig. 10b). Consider the use of solar and non-conventional energy, especially solar collectors for domestic hot water, though at the typical ambient temperatures little heating is required.

Use natural lighting to reduce electricity consumption through the provision of adequate space between buildings, architectural form and use of light colours for indoor surfaces.

Roof overhangs and horizontal sunshade will also provide protection from glare due to the bright overcast sky (Fig. 10c).

Use light colours for walls, avoiding uncomfortable reflections from light coloured surfaces exposed to the sun in front of main windows. Low-pitched roofs can use reflective metallic finishes to reduce the absorption of direct and diffuse solar radiation.

Building form, vegetation, location and orientation relate to sun movement and predominant breezes at both the urban and building scale (Fig. 11).

Bioclimatic urban design resources

Objectives

Urban development and services also contribute to a comfortable and energy efficient environment through the control of undesirable thermal impacts.

Recommendations

Reduce heat production

- In areas with a high density of air-conditioned buildings, centralized distribution systems of chilled water for air conditioning can be used.

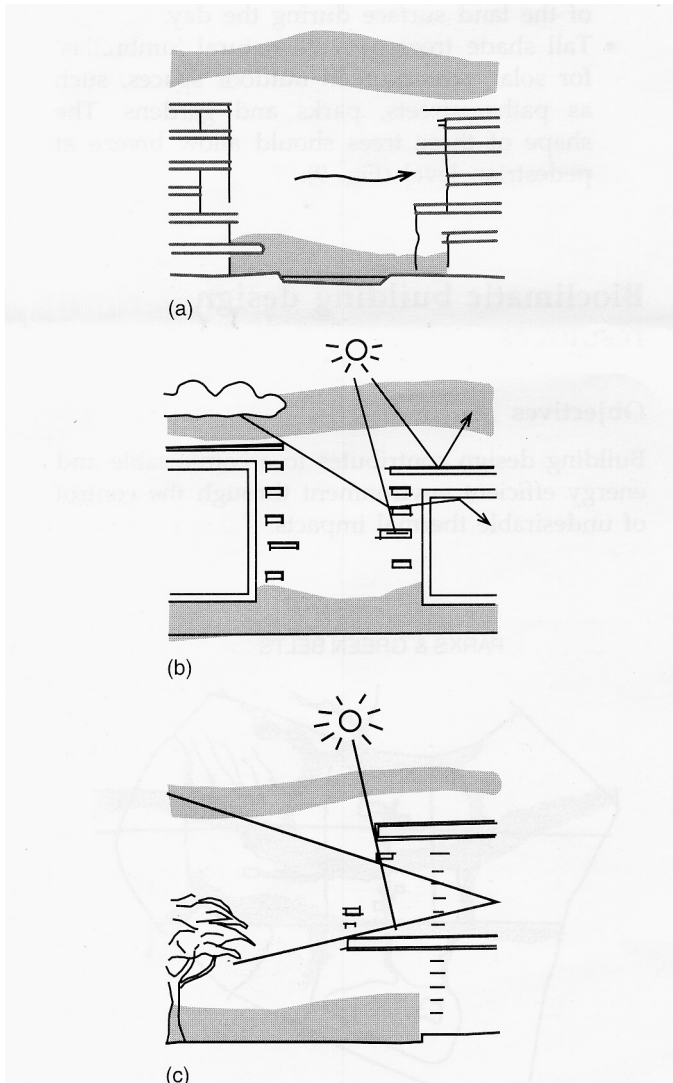


Fig. 10(a) Urban spaces for air movement /Espacios urbanos para el movimiento del aire.; (b) architectural elements for shade / elementos arquitectónicos para sombra; (c) balconies and overhangs for shade and visual comfort /balcones y aleros para sombra y bienestar visual.

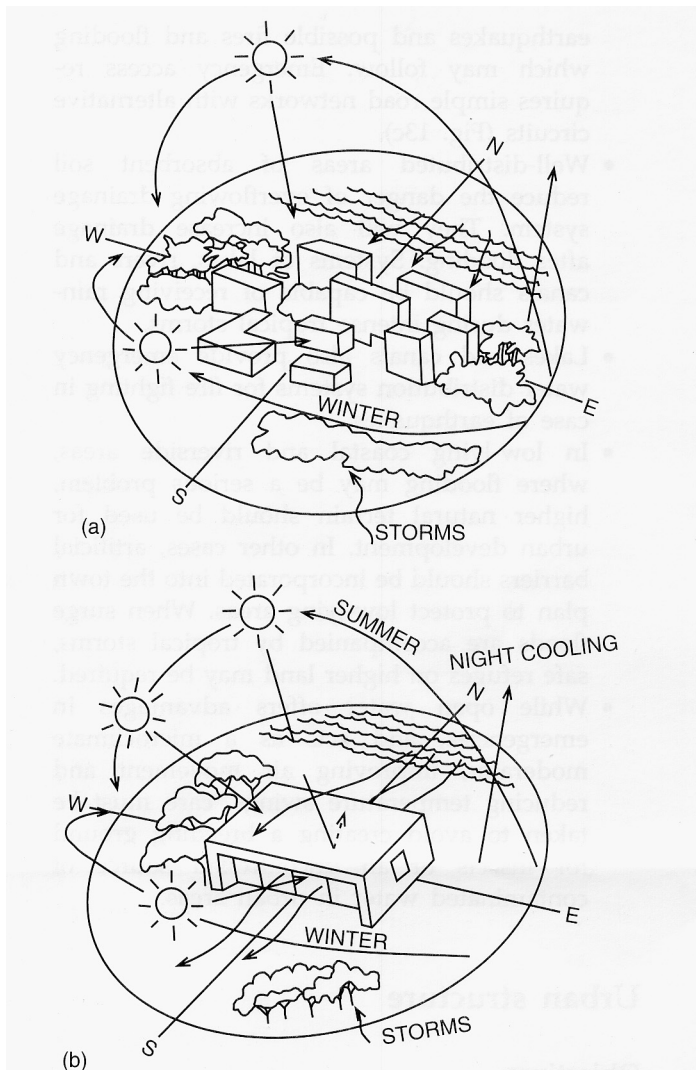


Fig. 11. Climate design character at /Carácter del diseño climático a (a) the urban scale/escala urbana, (b) the building scale/escala edilicia.

Usar luz natural para reducir el consumo eléctrico usando adecuadamente el espacio entre edificios, forma arquitectónica y uso de colores claros para superficies internas.

Aleros y sombras horizontales también proveerán protección para el deslumbramiento debido al cielo brillante (Fig. 10c).

Usar colores claros en las paredes para evitar los reflejos incómodos de superficies coloreadas expuestas al sol enfrentadas a las ventanas principales. Techos de baja pendiente pueden usar acabados metálicos reflectivos para reducir la absorción de la radiación solar directa y difusa.

La forma construida, la vegetación, la ubicación y orientación se relacionan al movimiento del sol y las brisas predominantes tanto a escala urbana como edilicia (Fig.11).

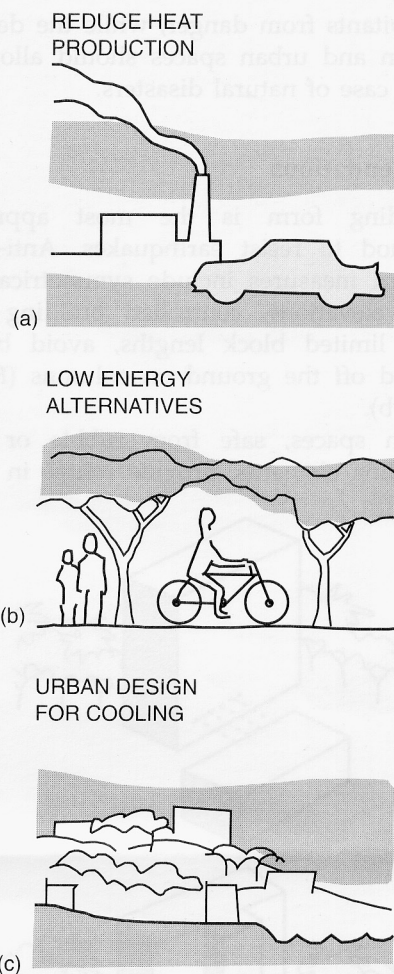


Fig. 12. (a) Reduce heat production in the urban area/ reduce producción calórica en áreas urbanas; (b) promote low energy alternatives/promueve alternativas pasivas, (c) urban design for cooling/ diseño urbano para enfriar.

In coastal areas, these may evacuate the heat directly to the sea; such plants can have higher efficiency and less thermal impact in the urban area than individual refrigerating equipment (Fig. 12a).

Low energy alternatives

- Encourage the use of bicycles and pedestrian circulation by providing direct, comfortable and safe routes with shade trees (Fig. 12b).
- Favour low pollution public transport, such electric tramways, metros, pre-metro, light railway or trolley bus.
- Use belts of vegetation and water as a microclimate modifier to lower air temperature before and after passing through dense
- Discourage the exclusive use of private cars, while avoiding extensive or complicated road networks.

Recursos bioclimáticos de diseño urbano

Objetivos

Los desarrollos urbanos y los servicios también contribuyen al bienestar y eficiencia energética ambiental a través del control de impactos térmicos indeseados.

Recomendaciones

Reducir la producción de calor

- en áreas de alta densidad de edificios con aire acondicionado, usar sistemas centralizados de enfriadores. En áreas costeras se debe evacuar el calor hacia el mar; estas plantas deben tener mayor eficiencia y menor impacto térmico en el área urbana que equipos individuales de refrigeración (Fig. 12a).

Alternativas de energía pasiva

- Promover el uso de bicicletas y circulación peatonal, proveyendo rutas directas, seguras y sombra (Fig. 12b).
- Favorecer transporte público limpio como tranvías eléctricos, metros, pre-metro, trenes ligeros o trolley bus.
- Desmotivar el uso de carros privados, y evitar rutas extensas y complicadas.
- Reducir la superficie de estacionamientos pavimentados y rutas expuestas al sol. La vegetación protege a los carros y baja la temperatura.

Diseño urbano para enfriar

- Se debe proveer circulación peatonal sana y cómoda. Techos ligeros deben proteger del sol y la lluvia, a lo largo de las calles comerciales (Fig 12c).
- Las rutas peatonales se deben planificar para que capten las brisas suaves. Se debe proveer rutas peatonales alternativas, con protección del viento usando paredes o arbustos.
- Usar franjas de vegetación y agua como modificadores de microclimas para bajar la temperatura del aire antes y después que atravesase las zonas urbanas densas.
- Usar espacios verdes y acuáticos (lagos o lagunas) para mejorar el movimiento del aire después que atravesase las zonas urbanas densas que disminuye su velocidad.

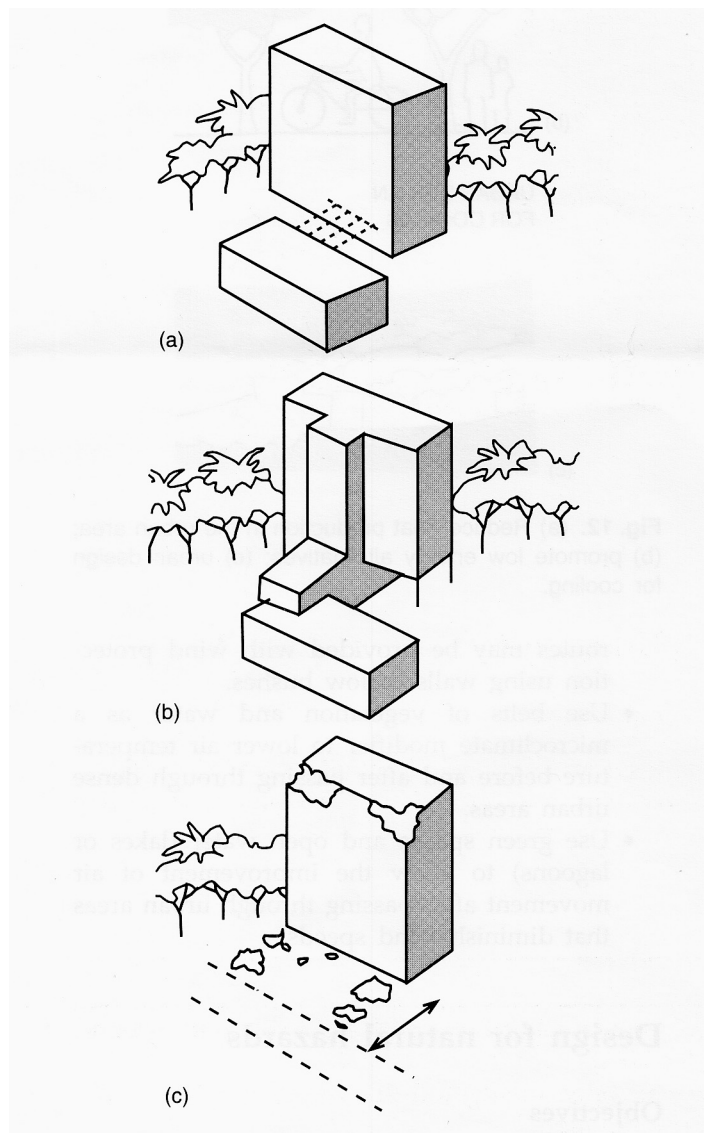


Fig. 13. (a) Appropriate- apropiada (b) poor building form for earthquake resistance- pobre forma del edificio para resistencia a terremotos; (c) adequate space between buildings for safety from falling debris - espacio adecuado entre edificios para seguridad de la caída de escombros.

- Reduce paved parking surface and road exposed to the sun. Vegetation will protect vehicles and lower air temperatures.

Urban design for cooling

- Safe and comfortable pedestrian circulation should be provided. Light roofs give sun and rain protection along main shopping streets (Fig 12c).
- Main pedestrian routes should be planned to catch light breezes. Alternative pedestrian routes may be provided with wind protection using walls or low bushes.
- Use belts of vegetation and water as microclimate modifier to lower air temperature before and after passing through dense urban areas.

Diseñar para amenazas naturales

Objetivos

La planificación de la ciudad debe promover seguridad en caso de situaciones de emergencia. Los edificios y el espacio urbano deben estar diseñados para proteger a los habitantes del peligro, mientras el diseño de la circulación y espacios urbanos debe permitir acceso fácil en caso de desastres naturales.

Recomendaciones

- La forma construida es el sistema más apropiado para resistir terremotos. Diseños antisísmicos incluyen planos simétricos y elevaciones, altura controlada y tamaños limitados, evitar el alzamiento de los edificios del piso en columnas (Fig. 13a distribución del sistema de agua para apagar incendios y b).
- Espacios abiertos, a salvo de escombros o elementos que puedan caer, proveer refugio en caso de posibles incendios e inundaciones que pueden proseguir. Los accesos de emergencia requieren rutas simples y circuitos alternativos (Fig. 13c).
- Áreas bien distribuidas de suelo absorbente reduce el peligro de inundar el sistema de drenaje. Deben incluso aumentar el drenaje luego de una inundación. Sistemas de lagos, ríos o canales deben ser capaces de recibir el agua de lluvia durante las intensas tormentas tropicales.
- Lagos y canales también proveen sistemas de distribución de agua para apagar incendios en caso de terremotos.
- En áreas bajas costeras y riveras de ríos, en las cuales las inundaciones pueden ser un problema serio, se deben usar terrenos altos para los desarrollos urbanos. En otros casos se debe incorporar barreras artificiales en el plano de la ciudad para proteger las áreas bajas. Cuando las inundaciones van acompañadas de tormentas tropicales, refugios seguros en terrenos altos pueden requerirse.
- Las superficies de agua ofrecen ventajas en las emergencias y actúan como moderadores del microclima, mejoran el movimiento del aire y reducen los cambios de temperatura, pero deben tomarse las precauciones para evitar la prolife-

- Use green spaces and open water (lakes or a lagoons) to allow the improvement of air movement after passing through urban areas that diminish wind speeds.

Design for natural hazards

Objectives

City planning and building design should promote safety in emergency situations. Buildings and urban space should be designed to protect the inhabitants from danger, while the design of circulation and urban spaces should allow easy access in case of natural disasters.

Recommendations

- Building form is the most appropriate system to resist earthquakes. Anti-seismic design measures include symmetrical plans and elevations, controlled building height and limited block lengths, avoid building raised off the ground on columns (Fig. 13a water distribution systems for fire fighting in and b).
- Open spaces, safe from rubble or falling building elements, provide refuge in case of possible fires and flooding which may follow. Emergency access requires simple road networks with alternative circuits (Fig. 13c).
- Well-distributed areas of absorbent soil reduce the danger of overflowing drainage system. They will also increase drainage after flooding. Systems of lakes, rivers and canals should be capable of receiving rain-water during intense tropical storms.
- Lakes and canals also provide emergency water distribution systems for fire fighting in case of earthquakes.
- In low-lying coastal and riverside areas, where flooding may be a serious problem, higher natural terrain should be used for urban development. In other cases, artificial barriers should be incorporated into the town plan to protect low-lying areas. When surge floods are accompanied by tropical storms, safe refuges on higher land may be required.
- While open water offers advantages in emergencies and acts as a microclimate moderator, improving air movement and reducing temperature swings, care must be taken to avoid

ración de insectos o una incontrolada fuente de agua contaminada en zonas urbanas.

Objetivos

El diseño de la estructura urbana debe canalizar las brisas naturales, proveer sombra y motivar el enfriamiento. Elementos tales como parques, vegetación y espacios de circulación (b) pueden contribuir exitosamente a este propósito.

Recomendaciones

- Cinturones de árboles y agua orientados en el eje largo en dirección este-oeste, reduce el impacto térmico en centros urbanos (Fig.To 14a and 15).

creating a breeding ground for insects or an uncontrolled source of contaminated water in urban areas.

Objectives

The design of the urban structure should channel natural breezes, provide shade and encourage cooling. Elements such as parks, planting and circulation (b) spaces can all successfully contribute to this aim.

Recommendations

. Belts of trees and water oriented with the long axis in an east-west direction reduce the thermal impact of the urban centre (Fig.To 14a and 15).

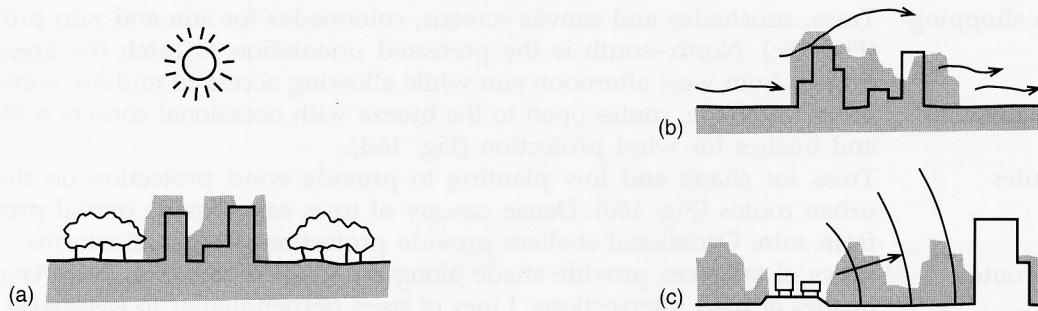


Fig. 14. (a) Shelterbelts of trees related to dense urban areas /Cinturones de árboles protectores en áreas urbanas densas; (b) areas with low or no obstructions allow recuperation of breeze /áreas con baja o sin obstrucción permite recuperar la brisa ; (c) distance to noise attenuation /distancia a la atenuación del ruido.

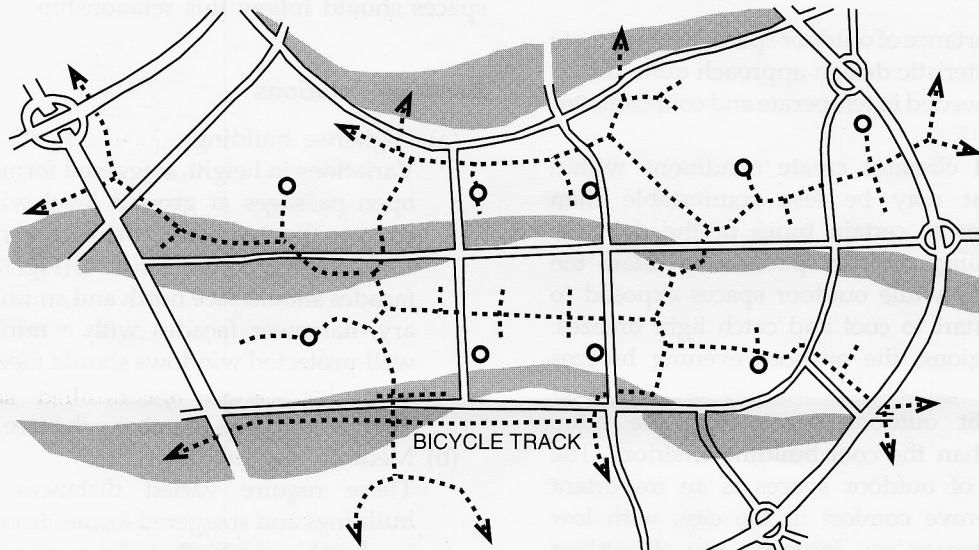


Fig. 15. Example of vegetation belts in the urban area /Ejemplo de cinturones vegetales en el área urbana.

- Los cinturones vegetales pueden también moderar los vientos fuertes y proveer sombra a lo largo de las principales rutas peatonales y ciclo-vías.

Areas de edificios bajos y espacios abiertos al norte y sur de las áreas principales de áreas densas y desarrollos altos permiten la recuperación de las brisas bajas (Fig. 14b).

Se necesitan distancias adecuadas entre las principales arterias vehiculares y edificios, con ventilación cruzada para evitar el impacto del ruido, el polvo, y la polución (Fig. 14c). Edificios con aire acondicionado se pueden ubicar cerca del tráfico con menos impacto del ruido.

Areas abiertas existentes, como parques y costas, deben ser protegidas como áreas prioritarias para peatones y actividades al aire libre.

Espacio Urbano Recomendaciones

- Urban squares/ Plazas urbanas: Summer day use: trees for shade, absorbent and light-coloured ground surfaces, open to breezes/ uso diario en verano: árboles para sombra, superficies absorbentes y ligeramente coloreadas, abiertas a las brisas (Fig.16a).
Summer evening and night use: open to sky and breeze /Uso en las tardes de verano y nocturno: abierto y con brisas.
Winter day use: open to morning sun/Uso diurno en invierno: abierto al sol de la mañana.
Variety of spaces open to breezes with summer shade, winter sun and wind breaks/ Variedad de espacios abiertos a las brisas con sombra en verano, sol de invierno y cortadores de viento (16.b)
- Green spaces/Espacios verdes: surfaces to absorb rainwater, design to drain excess water into canals/ superficies absorbentes del agua de lluvia, diseñadas para drenar los excesos a canales.
- Pedestrian shopping/Comercio peatonal: Trees, sunshades and canvas screens, colonnades for sun and rain protection/ árboles, sombras y pantallas, columnatas para el sol y la lluvia (Fig. 16c).
(Fig. 16c). North-South is the preferred orientation to catch the breeze and protect from west afternoon sun while allowing access to midday winter sun/orientación Norte-Sur es preferible, para captar la brisa y proteger del sol poniente mientras se permite el sol del mediodía en invierno.
- Pedestrian network/trama peatonal: Trees for shade, routes open to the breeze with occasional corners with walls and bushes for wind protection/ árboles para sombra, rutas abiertas a las brisas con rincones ocasionales de paredes o arbustos para protección del viento (Fig. 16d).
- Bicycle routes/Ciclovías: Trees for shade and low planting to provide wind protection on the main urban routes/árboles para sombra y vegetación baja para proveer protección en las principales rutas urbanas (Fig. 16e).
Dense canopy trees can provide partial protection from rain. Occasional shelters provide protection during rainstorms. Lines of trees perpendicular to east-west routes provide protection from low angle morning and afternoon sun/ Un arboleda de copa densa provee protección parcial a la lluvia. Cobijos ocasionales protegen durante las tormentas. Avenidas de árboles perpendiculares a las rutas Este-Oeste, protegen del ángulo bajo del sol matinal y del crepúsculo.

Espacio externo

La importancia vital del espacio externo en este clima, indica características de diseño muy diferentes a las necesarias en climas templados o fríos.

- Tree belts will also moderate the strong in winds and provide shade along the principal pedestrian and cycle routes.

Areas of lower buildings and open space to the north and south of the main areas of dense and high rise development allow recovery for low level cooling breezes (Fig. 14b).

Adequate distances are needed between main traffic arteries and buildings with cross ventilation to avoid noise problems, dust and pollution (Fig. 14c). Air conditioned buildings can be located closer to traffic with less noise impact.

Existing open areas, such as parks and seashore, should be protected as priority pedestrian areas for outdoor activities.

Urban space Recommendations

- Urban squares/ Plazas urbanas: Summer day use: trees for shade, absorbent and light-coloured ground surfaces, open to breezes/ uso diario en verano: árboles para sombra, superficies absorbentes y ligeramente coloreadas, abiertas a las brisas (Fig.16a).
Summer evening and night use: open to sky and breeze /Uso en las tardes de verano y nocturno: abierto y con brisas.
Winter day use: open to morning sun/Uso diurno en invierno: abierto al sol de la mañana.
Variety of spaces open to breezes with summer shade, winter sun and wind breaks/ Variedad de espacios abiertos a las brisas con sombra en verano, sol de invierno y cortadores de viento (16.b)
- Green spaces/Espacios verdes: surfaces to absorb rainwater, design to drain excess water into canals/ superficies absorbentes del agua de lluvia, diseñadas para drenar los excesos a canales.
- Pedestrian shopping/Comercio peatonal: Trees, sunshades and canvas screens, colonnades for sun and rain protection/ árboles, sombras y pantallas, columnatas para el sol y la lluvia (Fig. 16c).
(Fig. 16c). North-South is the preferred orientation to catch the breeze and protect from west afternoon sun while allowing access to midday winter sun/orientación Norte-Sur es preferible, para captar la brisa y proteger del sol poniente mientras se permite el sol del mediodía en invierno.
- Pedestrian network/trama peatonal: Trees for shade, routes open to the breeze with occasional corners with walls and bushes for wind protection/ árboles para sombra, rutas abiertas a las brisas con rincones ocasionales de paredes o arbustos para protección del viento (Fig. 16d).
- Bicycle routes/Ciclovías: Trees for shade and low planting to provide wind protection on the main urban routes/árboles para sombra y vegetación baja para proveer protección en las principales rutas urbanas (Fig. 16e).
Dense canopy trees can provide partial protection from rain. Occasional shelters provide protection during rainstorms. Lines of trees perpendicular to east-west routes provide protection from low angle morning and afternoon sun/ Un arboleda de copa densa provee protección parcial a la lluvia. Cobijos ocasionales protegen durante las tormentas. Avenidas de árboles perpendiculares a las rutas Este-Oeste, protegen del ángulo bajo del sol matinal y del crepúsculo.

Outdoor space

The vital importance of outdoor space in this climate gives a characteristic design approach quite different from that needed in temperate and cold climates.

Los climas húmedos y cálidos crean condiciones en los edificios que pueden ser menos cómodas que los espacios externos a ciertas horas del día. En las tardes de verano, los espacios internos pueden retener el calor del día mientras afuera los espacios abiertos comienzan a refrescar y captar las brisas. En regiones costeras, las brisas de la tarde pueden ser bastante confiables. A mediodía en los meses más fríos, el sol de los espacios externos puede ser más cómodo que los fríos internos de los edificios. El uso múltiple de espacios externos es un factor importante para mejorar el bienestar en la ciudad, con bajo costo y sin usar energía. El uso intenso de espacios externos, tiene beneficios sociales y económicos, además de las ventajas térmicas. Es una solución vernácula que debería revitalizarse.

El uso de vegetación, árboles y cinturones boscosos puede mejorar el bienestar y proveer un factor de unidad visual en la zona construida de la ciudad. Las especies deben seleccionarse de manera que produzcan sombra sin interrumpir el paso de las brisas. Amplias avenidas de árboles, canales y vegetación actuarán como moderadores climáticos, especialmente alrededor de centros urbanos densos donde el efecto de invernadero es importante (Fig.17). En este clima, las plantas deben crecer rápidamente. El mantenimiento se requiere para controlar el crecimiento excesivo y evitar la proliferación de insectos, roedores y serpientes.

Grupos contruidos

Objetivos

La relación entre los edificios y el entorno cambiará de acuerdo a la escala edilicia. La forma arquitectónica y el diseño de los espacios externos deben respetar esta relación.

Recomendaciones

(a) Edificios altos

Variaciones en la altura, plantas escalonadas, pasajes abiertos a nivel de piso, motivarán la canalización de las brisas y ayudarán a direccionarlas a nivel peatonal. (Fig.18a). Las fachadas principales deben orientarse hacia el norte y sur. Segundo, fachadas angostas, con un mínimo de

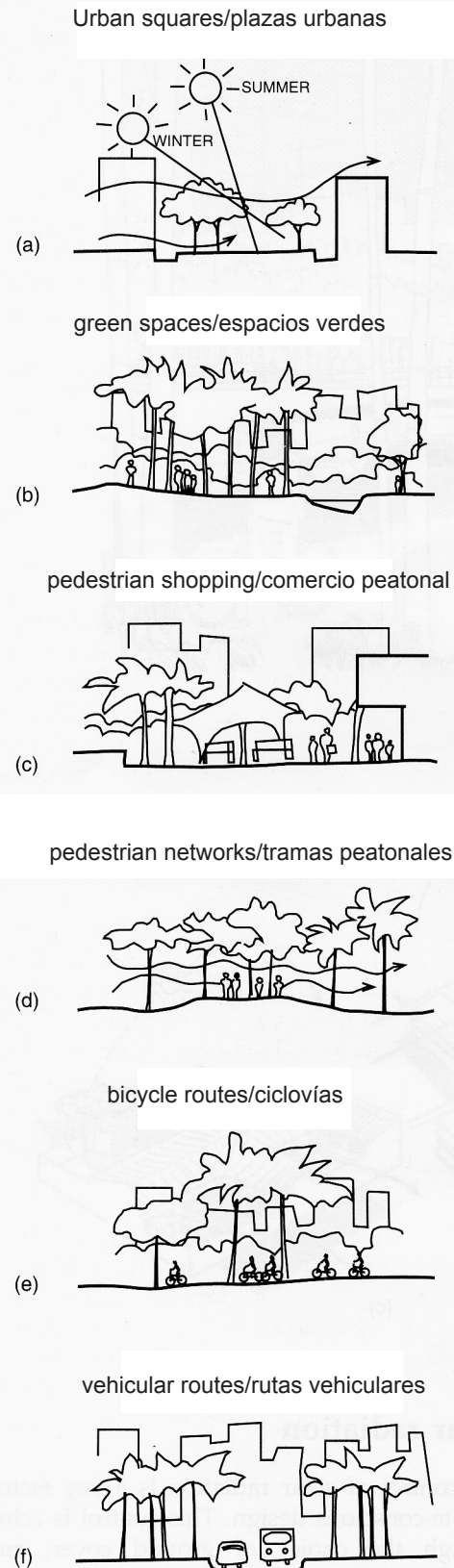


Fig. 16. (a) Urban squares/plazas urbanas (b) green spaces/espacios verdes, (c) pedestrian shopping/comercio peatonal, (d) pedestrian networks/tramas peatonales, (e) bicycle routes/ciclovías, (f) vehicular routes/rutas vehiculares.

ventanas bien protegidas orientadas al poniente y al oriente. Espacios sombreados a nivel del suelo, aún cuando los edificios sobrepasen la copa de los árboles.

(b) Edificios de mediana altura

Estos requieren distancias variadas entre edificios y formas escalonadas, pero las alturas más uniformes para lograr densidades máximas (Fig. 18b). Los fachadas principales deben orientarse al norte y sur, mientras los elementos abiertos como pasillos y escaleras pueden estar orientadas al este y oeste. Los árboles proveen sombra para los espacios entre edificios y para las fachadas.

(c) Edificios bajos

Los patios proveen contacto directo entre el suelo y espacio interior privado (Fig. 18c). Las fachadas principales deben orientarse al norte y sur. Los espacios secundarios al oeste del patio deben orientarse hacia el este. En esta escala del desarrollo urbano, los árboles proveen sombra para los espacios externos así como para los edificios.

Orientación

Objetivos

Los edificios y espacios entre edificios deben considerar el movimiento del sol y de los vientos predominantes para mejorar las condiciones de bienestar internas y externas.

Recomendaciones

La figura 19 muestra la variación del impacto del sol y el viento de acuerdo a la orientación. Las recomendaciones permiten beneficios de las brisas favorables, mientras evitan el impacto indeseado de la radiación solar.

* Sol en las estaciones frías en regiones alejadas del Ecuador

La orientación hacia el Ecuador permitirá una relación favorable con el sol invernal, con una tolerancia de 30°C al este y al oeste (Fig. 19a). El sol matinal del oriente es aceptable para calentar en climas con una corta estación fría.

* Sol en condiciones húmedas y cálidas
Protección total para el sol de la tarde es necesaria en verano. Las ventanas en fachadas que reciben el sol del poniente con una tolerancia

Warm humid climates create conditions within buildings that may be less comfortable than outdoor spaces at certain times of the day. On summer evenings, indoor spaces may retain the heat of the day while outdoor spaces exposed to the sky will start to cool and catch light breezes. In coastal regions, the onshore evening breezes may be fairly reliable. At midday in the cooler months, sunlit outdoor spaces may be more comfortable than the cool building interiors. The multiple use of outdoor spaces is an important factor to improve comfort in the city, with low cost and no energy use. Intensive use of outdoor space also has social and economic benefits, in addition to the clear thermal advantages. It is a vernacular solution that should be revitalized.

The use of planting, trees and forest belts can provide improvement comfort and a visually unifying factor within the built-up area of the city. Specimens should be chosen that provide shade without interrupting low level breeze. Wider belts of trees, canals and vegetation will act as climate moderators, specially around the dense urban centres where the urban heat island effect is the strongest (Fig. 17). In this climate, plants will grow rapidly. Maintenance is required to control excessive growth and avoid the proliferation of insects, rodents and snakes.

Building groups

Objectives

The relationship between buildings and outdoors will change according to the building scale. Architectural forms and the design of outdoor spaces should follow this relationship.

(a) High rise buildings

Variations in height, staggered forms in plan, open passages at ground level will all encourage the channelling of breezes and help to direct them to pedestrian level (Fig. 18a). Main facades should face north and south. Secondary, narrower facades with a minimum of well-protected windows should face east and west. Trees shade spaces at ground level, though buildings rise above the tree canopy.

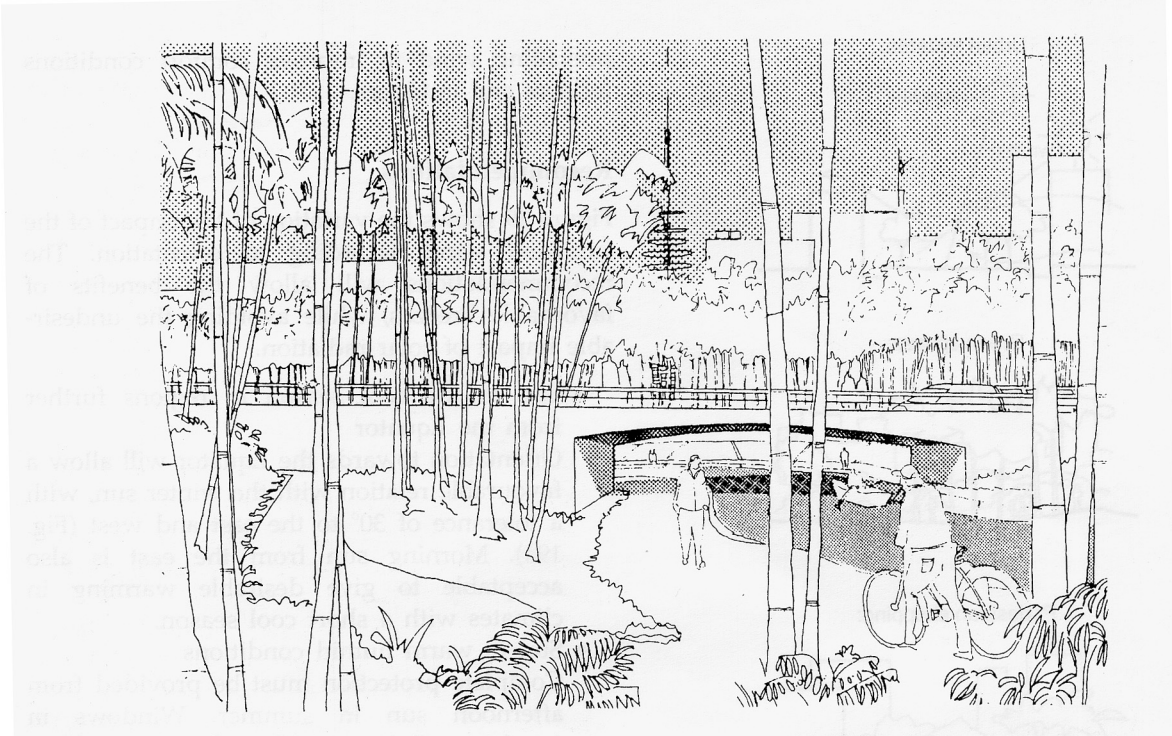


Fig.17. Outdoor space in the urban park/ Espacio externo en un parque urbano.

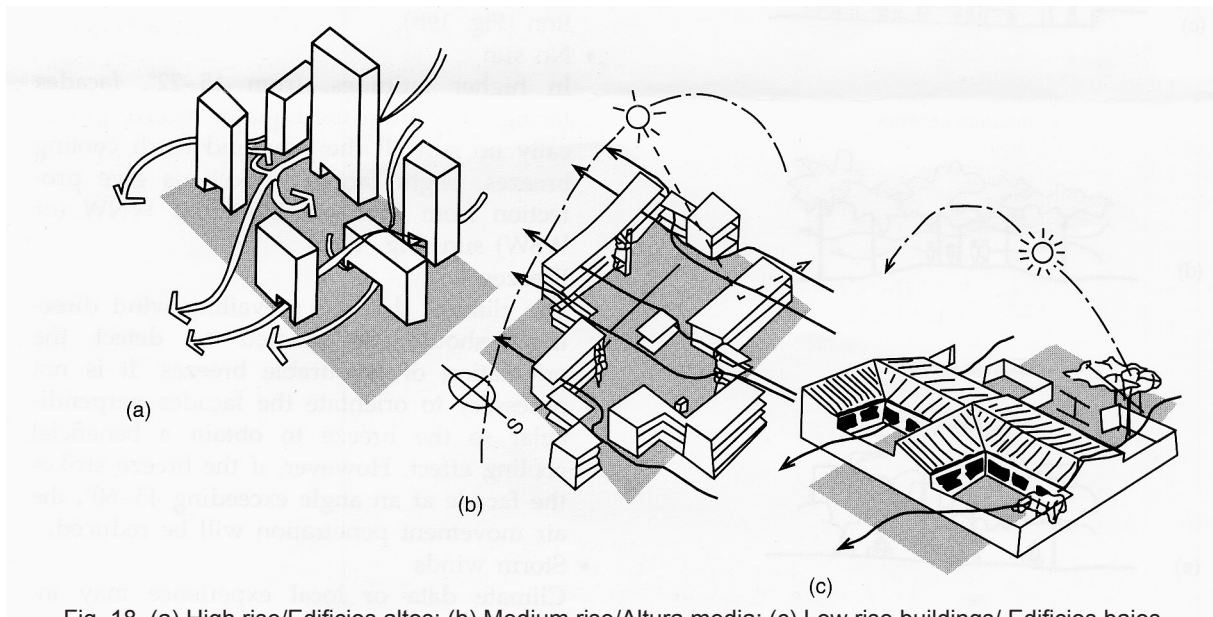


Fig. 18. (a) High rise/Edificios altos; (b) Medium rise/Altura media; (c) Low rise buildings/ Edificios bajos.

de 30° deben tener protección total (Fig. 19b).

* Sin sol

En latitudes altas de 15-22°, las fachadas orientadas lejos del Ecuador, prácticamente no reciben sol durante todo el año y captan las brisas frías. Pequeñas proyecciones en fachada dan protección del sol del ENE (o ESE) y ONO (o OSO) (Fig. 19c).

* Brisas

Los datos climatológicos de las direcciones de los vientos predominantes, deben estudiarse

(b) Medium rise buildings

These require varied distances between buildings and staggered forms, though building heights are likely to be more uniform to achieve maximum densities (Fig. 18b). Main building facades should face north and south, though open elements such as passages and stairs may provide links facing east and west. Trees provide shade for the spaces between buildings and the facades.

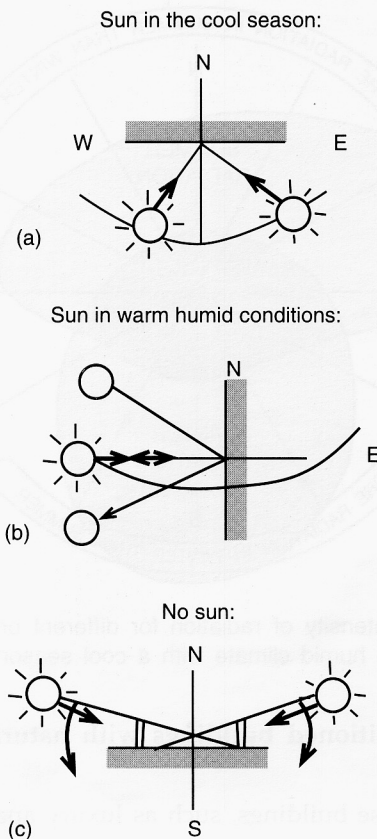


Fig.19. (a) Facades facing the Equator/TFachadas orientadas al Ecuador (b) complete protection for west facing facades/protección total para fachadas orientadas al poniente; (c) projecting fins protect from oblique angle sun/aletas inclinadas para proteger el ángulo oblicuo del sol.

para detectar la orientación favorable de las brisas.No es necesario orientar las fachadas perpendicular a las brisas para obtener un efecto refrescante beneficioso. Sin embargo, si la brisa azota la fachada en un ángulo superior a 45-60°, la penetración del aire se reducirá.

* Vendavales

Los datos climatológicos de las experiencias locales deben indicar las direcciones de los principales vendavales. Avenidas de árboles perpendiculares a los vientos proveen protección parcial al área urbana, sin interferir con las brisas beneficiosas.

Orientación para el sol y el viento

La figura 20 muestra el análisis de orientación para Haikou, China, latitud 22° N, con un clima cálido y húmedo y una estación fría. Las sombras muestran la distribución del viento prevaleciente NE y tormentas secundarias del SEE. La trayectoria solar pasa cerca del cenit en verano con una trayectoria baja hacia el sur

(c) Low rise buildings

Courtyards provide direct contact between the ground floor and private outdoor space (Fig. 18c). The main facades should face north and south. Secondary spaces to the west of courtyard may face east. At this scale of urban development, trees provide shade for outdoor spaces as well as buildings.

Orientation

Objectives

Buildings and spaces between buildings should take account of the movement of the sun and prevailing wind to improve comfort conditions indoors and outdoors.

Recommendations

Figure 19 shows the variation of the impact of the sun and wind according to orientation. The recommendations will allow the benefits of favourable breezes, while avoiding the undesirable impact of solar radiation.

* Sun in the cool season in regions further from the Equator

Orientation towards the Equator will allow a favourable relation with the winter sun, with a tolerance of 30° to the east and west (Fig.19a). Morning sun from the east is also acceptable to give desirable warming in climates with a short cool season.

* Sun in warm humid conditions

Complete protection must be provided from afternoon sun in summer. Windows in facades receiving stm from the west with a tolerance of 30° must have complete protection (Fig. 19b).

*No sun

In higher latitudes, from 15-22°, facades facing away from the Equator receive practically no sun all the year and catch cooling breezes. Slight facade projections give protection from ENE (or ESE) and WNW (or WSW) sun (Fig. 19c).

* Breezes

The climatic data on prevailing wind directions should be studied to detect the orientation of favourable breezes. It is not necessary to orientate the facades perpendicular to the breeze to obtain a beneficial cooling effect. However,

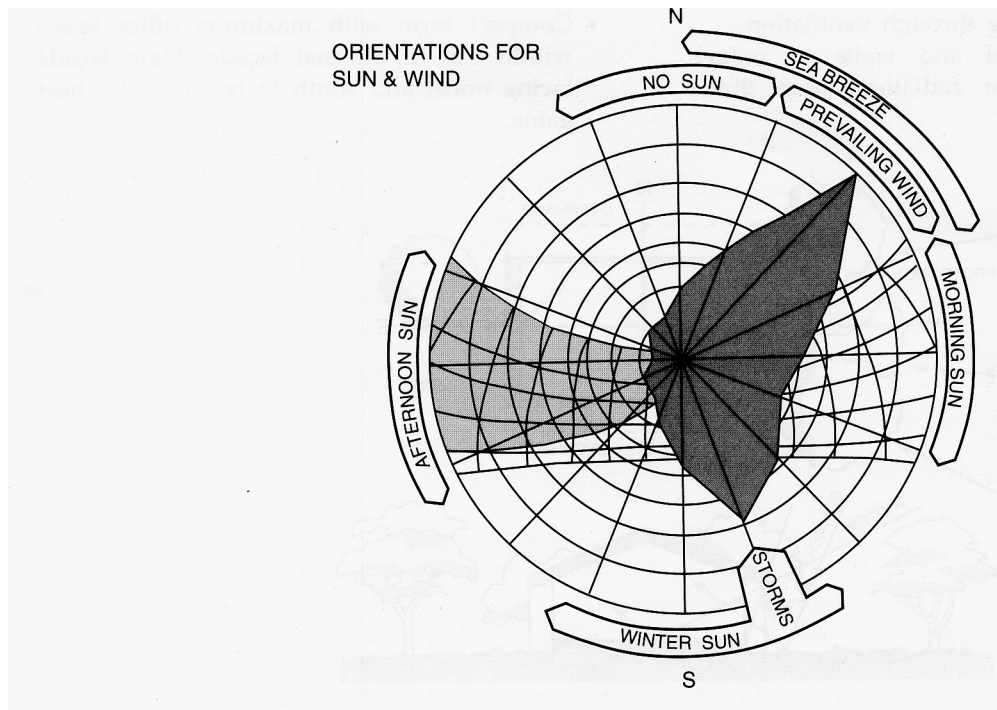


Fig. 20. Example of an orientation diagram/ Ejemplo de un diagrama de orientación.

en invierno. El área sombreada del diagrama del patrón del sol, hacia el oeste, indica el sector del cielo cubierto por el sol cuando las temperaturas están altas. El extremo del diagrama, muestra los principales factores climáticos relacionados con la orientación.

Radiación solar

El control de la radiación solar es un factor clave para el diseño responsable. Este control se logra con la selección del cubresuelo, el color de las superficies, la forma del edificio y la orientación.

if the breeze strikes the facade at an angle exceeding $45-60^\circ$, the air movement penetration will be reduced.

* Storm winds Climate data or local experience may indicate the direction of the principal storm winds. Lines of trees perpendicular to these winds may provide partial protection for the urban area without interfering with desirable breezes.

Orientation for sun and wind

Figure 20 shows an orientation analysis for Haikou, China, latitude 22°N , with a warm humid

Table 1. Intensity of solar radiation (Megajoules x day) transmitted through windows, according to orientation/ Intensidad de la radiación solar (Megajulios x día), transmitidos a través de las ventanas, de acuerdo a la orientación.

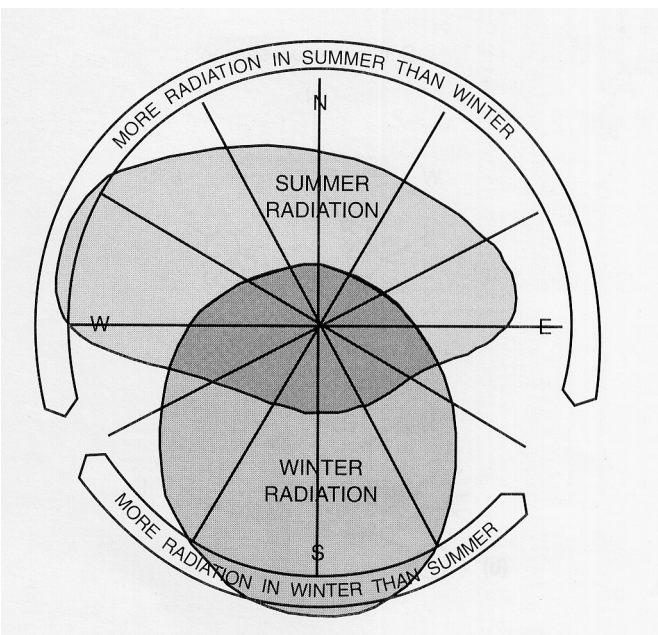
Orientation	Azimuth degrees/grados	Hot /Caliente season/estación	Cool/ Frío season/estación
North/Norte	0	13.9	5.3
	30	16.3	5.3
	60	18.9	7.3
West /Oeste	90	18.9	11.2
	1.20	16.8	15.2
	1.50	11.4	18.9
South/Sur	1.80	9.3	21.2

Note: calculated for the following conditions, Latitude 20°N , ground reflectance 20%, sky clarity 70% / Calculado para las siguientes condiciones: latitud 20°N , reflexión del suelo 20%, claridad del cielo 70%.

Una superficie reflectiva aumenta el impacto de la radiación reflejada y el deslumbramiento, mientras que las superficies oscuras absorbentes aumentan su temperatura y la de las superficies adyacentes. Sin embargo, la vegetación y los cubresuelos verdes, absorben una proporción de la radiación solar incidente mientras que la evaporación de las hojas enfría las superficies soleadas.

Losas horizontales para el techo son las más expuestas para la radiación solar. Colores claros para las superficies externas deben usarse a pesar que la alta humedad tiende a oscurecer los techos con el tiempo. Buen aislamiento en los techos es necesario usando cavidades de aire y aislación liviana.

Las superficies verticales deben tener también colores claros y aislación adecuada. La elección de la orientación es muy importante. La Tabla 1 corresponde a un clima húmedo y cálido con una estación fría en la latitud 20°N y muestra que 1m² de ventana orientada al sur captará más radiación solar en la estación fría, cuando es necesaria, y bastante menos en la estación cálida, cuando no lo es. Por otro lado, una ventana orientada 60° al noreste captará mucha en la estación seca, causando severa incomodidad y mucha menos cuando está frío. Las figuras 21 y 22 muestran la intensidad de la radiación estacional de acuerdo a la orientación y a la respuesta de diseño.



climate with a cold season. The shading shows the wind distribution with NE prevailing winds and secondary storm winds from the SSE. The solar trajectory passes close to the zenith in summer with a lower trajectory to the south in winter. The shaded area of the sun path diagram to the west indicates the sector of the sky swept by the sun when temperatures are high. The outer edge of the diagram shows the main climatic factors related to orientation.

Solar radiation

The control of solar radiation is a key factor for climate-conscious design. This control is achieved through the choice of ground cover, surface colours, building form and orientation.

Reflective ground surfaces increase the impact of reflected radiation and glare, while the dark absorbent surfaces increase surface and adjacent air temperatures. However, vegetation and green ground cover absorb a proportion of incident solar radiation while evaporation from leaves cools the sunlit surfaces.

Horizontal roof surfaces are the most exposed to solar radiation. Light external surface colours should be used though the high humidity tends to darken roofs in time. Good insulation of roofs is therefore necessary using air cavities and lightweight insulation.

Vertical surfaces should also have fairly light colours and adequate insulation. The choice of orientation is very important. Table 1, corresponding to a warm humid climate with a cool season at latitude 20°N shows that 1 m² of south-facing window will collect more solar radiation in the cooler season, when it is needed, and much less in the hot season, when it is not. On the other hand, a window facing 60° to the west of north will catch much more in the hot season causing severe discomfort and much less when it is cooler. Figures 21 and 22 show the seasonal radiation intensity according to orientation and the design response.

Fig. 21. Intensity of radiation for different orientations in a warm humid climate with a cool season/ Intensidad de la radiación para diferentes orientaciones en climas cálidos y húmedos con una estación fría.

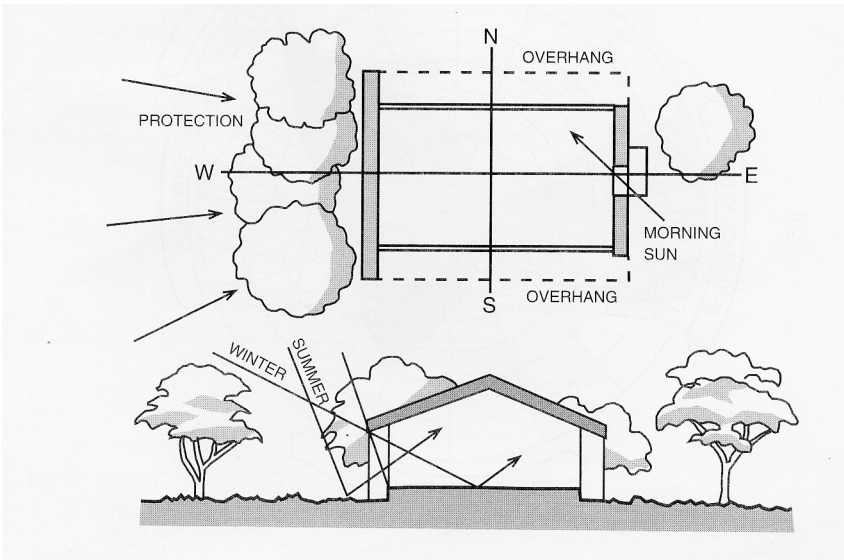


Fig. 22. Building form and planting related to orientation/ Forma edilicia y vegetación relacionadas a la orientación.

La cobertura nubosa matinal reduce el impacto de la radiación solar del este. La temperatura del aire es también menor en las mañanas.

Higher cloud cover in the mornings reduces the impact of solar radiation from the east. Air temperatures are also lower in the mornings.

Climatización de los edificios
Edificios con climatización natural

Conditioning of buildings
Buildings with natural conditioning

Las tipologías edilicias como viviendas, escuelas, oficinas y comercio, pueden climatizarse naturalmente o al menos parcialmente.

Building types such as housing, schools, local offices and commerce may have natural conditioning or partial air conditioning.

Recomendaciones de diseño

- * Orientación norte o sur para captar las brisas, evitar el sol de la estación cálida con un mínimo de aleros y sacar ventaja del sol matinal en las estaciones frías, sólo cuando se necesita.
- * Distribución interna para captar brisas y lograr enfriamiento a través de la ventilación.
- * Techos y muros de colores claros para reducir la absorción de la radiación solar directa y difusa.

Design recommendations

- * Facing north and south to catch breezes, avoid hot season sun with minimum overhangs and take advantage of morning sun in cooler seasons, only when it is needed.
- * Internal plan and opening to catch breezes and achieve cooling through ventilation.
- * Light-coloured roof and walls to reduce absorption of solar radiation, both direct and diffuse.

Edificios con aire acondicionado y luz natural

Si los edificios como apartamentos de lujo, oficinas principales, etc., requieren aire acondicionado, aplican las siguientes recomendaciones.

Air-conditioned buildings with natural lighting
If high rise buildings, such as luxury apartments, principal offices, etc., are required to have air conditioning, the following recommendations apply.

Recomendaciones de diseño

- * Compactar la forma con un espacio interno máximo de 6 m de la fachada externa. La fachada principal orientada hacia el norte o sur reduce las ganancias térmicas.
- * Fachadas lejanas al Ecuador : mínimo de parasoles.

Design recommendations

- * Compact form with maximum office space within 6 m of external facade. Main facade facing north and south to reduce solar heat gains.
- * Facade away from the Equator: minimum vertical fin sun shades.

- * Fachadas hacia el Ecuador: brisesoleil horizontales de pequeña proyección
- * Fachadas norte y sur cercanas al Ecuador mínimo de parasoles verticales.
- * Fachada oeste evitar aberturas, parasoles opacos y ajustables.
- * Fachada este: controlar las aberturas con persianas, y parasoles ajustables, horizontales y profundos.

Edificios con aire acondicionado sin luz natural

Ejemplos de edificios con aire acondicionado sin luz natural o muy poca, incluye bancos, centros comerciales, auditorías, salas de conciertos y cines, museos, etc.

Recomendaciones de diseño

- * Forma compacta: volumen largo en relación a la piel externa.
- * Exterior bien aislado con aberturas limitadas
- * Edificios bajos para permitir el control parcial de la luz superior
- * La forma y la orientación son menos críticos, las ganancias internas y la ventilación son las principales cargas térmicas.

Arborización y vegetación

Arboles y vegetación proveen un elemento vital de modificación favorable del clima en áreas urbanas.

- * Los árboles proveen la mejor y más efectiva manera natural de sombrear los espacios externos.
- * La forma de paraguas otorga protección del ángulo alto del sol, mientras permite la circulación ininterrumpida del aire a nivel peatonal (Fig. 23a).
- * Los árboles y cubresuelos protegen el terreno de la erosión causada por las fuertes lluvias.
- * Los terrenos desnudos y desprotegidos pueden perder sus nutrientes naturales, los cuales se disuelven cuando se exponen a lluvias y soles fuertes.
- * A pesar del rápido crecimiento de la vegetación, el subsuelo es delgado y vulnerable, a menos que lo proteja la vegetación (Fig. 23b).
- * Las hojas verdes oscuras absorben una alta

- * Facade towards the Equator: horizontal sunshades with small projection.
- * North and south facades close to the Equator: minimum vertical fin sun shades.
- * West facade: avoid openings, adjustable opaque sunshades.
- * East facade: controlled openings with sun shading, adjustable or deep horizontal sunshades.

Air-conditioned buildings without natural light

Examples of air-conditioned buildings without or with little natural light include banking halls, commercial shopping centres, auditoria, concert halls and cinemas, museums, etc.

Design recommendations

- * Compact form: large volume in relation to external skin.
- * Well-insulated exterior with limited openings.
- * Low building form to allow for controlled partial top lighting.
- * Form and orientation are less critical, as internal gains and ventilation are the main heat loads.

Trees and planting

Trees and vegetation provide a vital element of favourable climate modification in urban areas.

- * Trees provide the most effective and natural means of shading outdoor spaces.
- * Umbrella forms give solar protection from the high angle sun while allowing uninterrupted air movement at pedestrian level (Fig. 23a).
- * Trees and ground cover protect the soil surface from the erosive effects of heavy rain.
- * Bare unprotected ground may also lose natural nutrients, which are dissolved when exposed to heavy rain and strong sun.
- * Despite rapid vegetation growth, the topsoil is often thin and vulnerable unless protected by vegetation (Fig. 23b).
- * The relatively dark green leaves absorb a high proportion of the incident solar radiation, while the evaporation of water in the leaves avoids the heating effect produced by dark building surfaces (Fig. 23c).

proporción de la radiación solar, mientras que la evaporación del agua en las hojas, evita el efecto de calentamiento producido por las superficies oscuras construidas (Fig. 23c).

* La baja reflexión previene el problema del deslumbramiento al mirar la superficie desde los edificios.

* Arbustos bajos pueden bloquear la brisa baja por lo que deben ser usados para canalizarla hacia las aberturas y usar intensamente los espacios externos. (Fig. 23d). También pueden proteger parcialmente del viento y la lluvia.

* The relatively low reflectivity also prevents problems of visual glare from the ground surface when viewed from within buildings.

* Low bushes and shrubs can block low level breeze, though they may also be used to channel air movement towards openings and intensively used outdoor spaces (Fig. 23d).

They may also provide partial protection from wind and driving rain.

Conclusions

Warm humid cities pose a new challenge to the town planner and urban designer. The conventional approaches developed in the industrialized world, with different social, economic and climatic conditions, do not solve many of the special problems found in this context.

The planner needs creativity and imagination, but also specific knowledge and techniques to respond to social expectations, as well as climatic, environmental and economic requirements. The planner has to maintain a delicate balance between creative imagination and scientific rigour, if a sustainable environment is to be promoted.

Urban design and planning for the twenty-first century will have to achieve long-term benefits as well as short-term advantages in the face of rapid growth and the increasing impact of the environmental crisis. This objective is not a Utopia but the only possible choice for sustainable development.

Acknowledgements/Agradecimientos

These guidelines incorporate material prepared for the Urban Design Competition for the Central Area of Haikou, China. The prize-winning entry was presented by the authors with the assistance of Fabian Pasquet, Guillermo Di Renzo, Raquel Saracco and Maria Jose Leveratto, then students and researchers working in the Research Centre Habitat & Energy, Buenos Aires University.

Victoria Evans prepared additional graphic material for this paper.

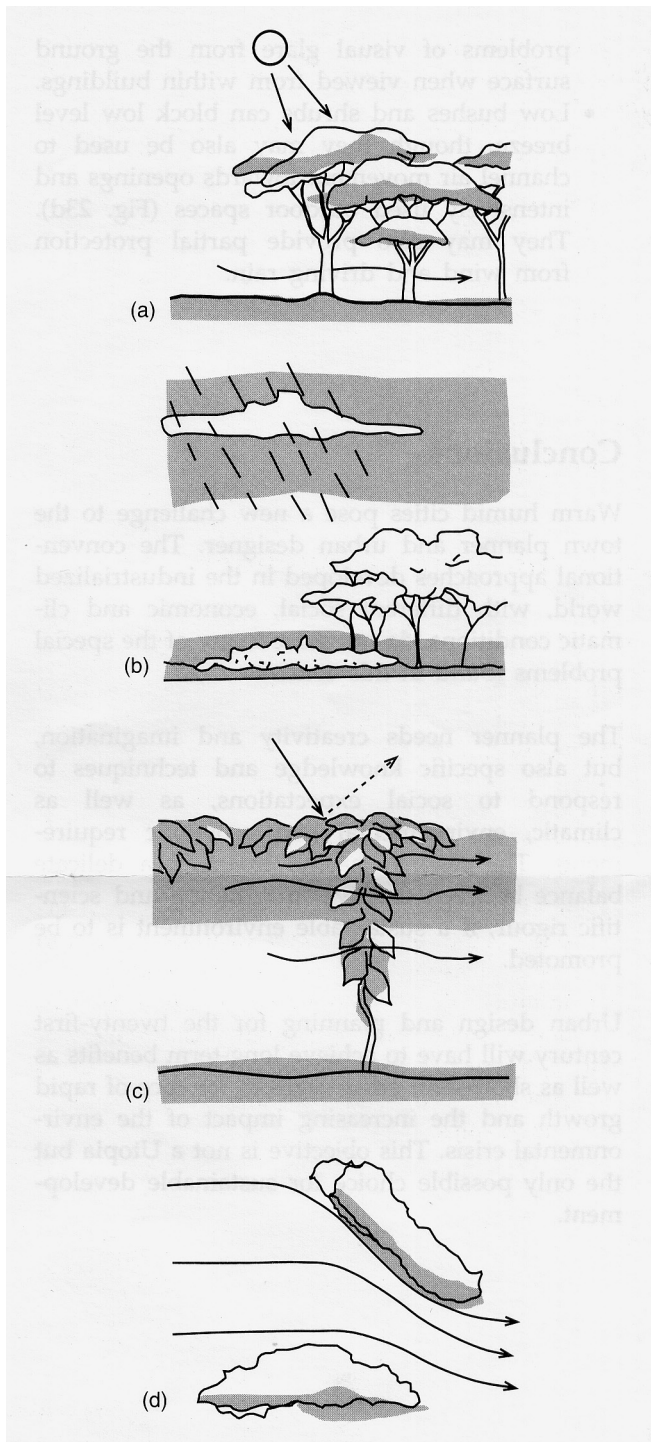


Fig. 23. (a) Shade trees/árboles de sombra, (b) ground cover to protect the soil/cubresuelos para proteger el terreno (c) leaves for shade and cooling/ follaje para sombra y enfriamiento, (d) channelling of breezes/ canalización de las brisas.

Conclusiones

Las ciudades cálidas y húmedas, plantean un nuevo desafío para el planificador y el diseñador urbano. Las soluciones convencionales desarrolladas en el mundo industrializado, de diferentes condiciones sociales, económicas y climáticas, no resuelven la problemática específica de este contexto.

El planificador necesita creatividad e imaginación, pero también conocimientos específicos y técnicas para responder tanto a las expectativas sociales como a los requerimientos climáticos, ambientales y económicos. El planificador debe mantener un delicado balance entre imaginación creativa y rigor científico, si se quiere promover un ambiente sostenible.

El diseño urbano y la planificación del siglo XXI debe lograr beneficios a largo plazo así como ventajas inmediatas enfrentando el rápido crecimiento de la población y el impacto creciente de la crisis ambiental. Este objetivo no es una utopía sino la única elección posible para el desarrollo sostenible.

References/Referencias

- Evans, J. M. (1980) Climate, Comfort and Housing. London, Architect-ural Press.
- Evans, J. M. and de Schiller, S. (1989a) Manual de Diego para la Nueva Capital: Recomendaciones y Pautas de application en Arquitectura y Urbanisms. (Bioclimatic Design Manual for the New Capital: Recommendations and Guidelines for Application in Architecture and plantings, ENTECAP, Buenos Aires.
- Evans, J. M. and de Schiller, S. (1989b) Diego Bioambiental y Arquitectura Solar. IBioclimatic Design and Solar Architectures EUDEBA Buenos Aires University Press.
- Evans, J. M. and de Schiller, S. (1990/91) Climate and urban planning the example of the planning code for Vicente Lopez, Buenos Aires, Energy and Buildings, 15-16, 34-41.
- Evans, J. M. and de Schiller, S. (1991/92) Bridging the gap between climate and design, a bioclimatic design course for architect-ural students in Argentina, Energy and Buildings, 15-16, 43-50.
- de Schiller, S. and Evans, J. M. (1988) Healthy buildings for Argentina's new capital; planning, physics and climate technology for healthier buildings in Berglund, B. and Lindvall, T. eds), Healthy Buildings (Vol. 2), Swedish Council for Building Research, Stockholm, Sweden.