



**CIUDAD,  
ARQUITECTURA  
Y MICROCLIMA**

# CIUDAD, ARQUITECTURA Y MICROCLIMA

## ÍNDICE

### ANTECEDENTES

Introducción

Antecedentes de la adecuación micro climática

Clima y diseño de ciudades

Concepciones del Movimiento Moderno

Tendencias actuales

### CLIMA Y CONFORT

#### EL CLIMA DE CUBA

Principales variables climáticas

Herramientas

#### CLIMA TÉRMICO

Clima térmico

Intercambio ambiental en los climas cálidos

Herramientas

#### CLIMA LUMINICO

Clima lumínico

Herramientas

#### CLIMA ACÚSTICO

Clima acústico

Herramientas para caracterizar el clima acústico

## CONFORT TÉRMICO HUMANO

Confort térmico

Índice de sensaciones térmicas

Valores de confort térmico en Cuba

## CONFORT VISUAL

### **TIPOLOGÍAS URBANAS**

Tipología urbana

Densidad Urbana

Tendencia enfriamiento- calentamiento

### **CIUDAD Y ESPACIOS ABIERTOS**

#### MICROCLIMA DE LA HABANA

Incremento de la temperatura del aire y la ocupación de suelo

Flujo de aire urbano

La Humedad

La luz solar

Ruido urbano

Contaminación atmosférica

Áreas verdes

### **LAS CALLES**

Las calles

Temperatura del aire

Humedad del aire

Áreas verdes

Viento

Luz solar

Ruido

## **PLAZAS Y PARQUES**

Plazas y parques

Temperatura y humedad del aire

Flujo de viento

Luz natural

Ruido

## **MANZANA**

La manzana de la ciudad compacta

Edificios en lotes interior

Edificios en lotes intermedio de la cuadra

Edificios en lotes de esquina

Ubicación en altura

Repercusión de la permeabilidad de los Locales en la velocidad del aire

## **ESPACIOS ARQUITECTÓNICOS Y SU ENVOLVENTE**

El espacio y su envolvente arquitectónica

Dimensiones y proporciones

Funciones de los espacios

Influencia microclimática de la envolvente arquitectónica

Efecto de los vanos

Efecto de los cierres macizos

Elementos de cierres medianero y tabaquería interior

## **PATIOS**

Efecto microclimática y su adecuación

Características geométricas

Temperatura y humedad

Radiación solar

Ventilación

Patios y su relación con locales

Iluminación natural

Conductos

Ruido

Contaminación Ambiental

**BIBLIOGRAFIA**

# CIUDAD, ARQUITECTURA Y MICROCLIMA

## ANTECEDENTES



ALFONSO ALFONSO GONZÁLEZ  
GISELA DÍAZ QUINTERO  
ANA MARÍA DE LA PEÑA GONZÁLEZ

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está dirigido a todos aquellos profesionales vinculados a las intervenciones constructivas, así como a investigadores y otros interesados en la utilización de los recursos naturales en la arquitectura y el urbanismo.

Su objetivo principal está orientado a la comprensión de los fenómenos físico-ambientales vinculados a las acciones de adecuación climática de la arquitectura y la ciudad para contribuir a las condiciones del ambiente construido y el ahorro energético..

El concepto de microclima, se asume como un concepto amplio que abarca, tanto al ambiente térmico local, como al ambiente luminoso, al acústico y al higiénico, que difieren en los distintos contextos arquitectónicos y urbanos.

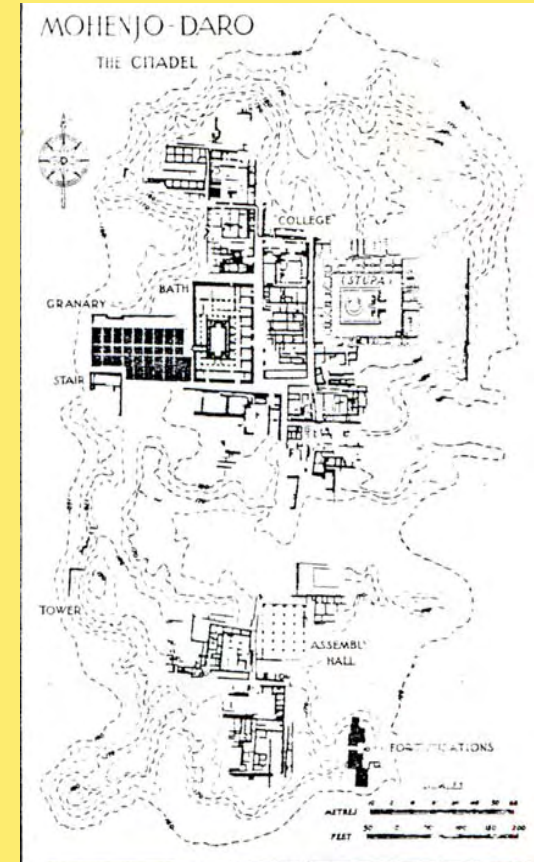
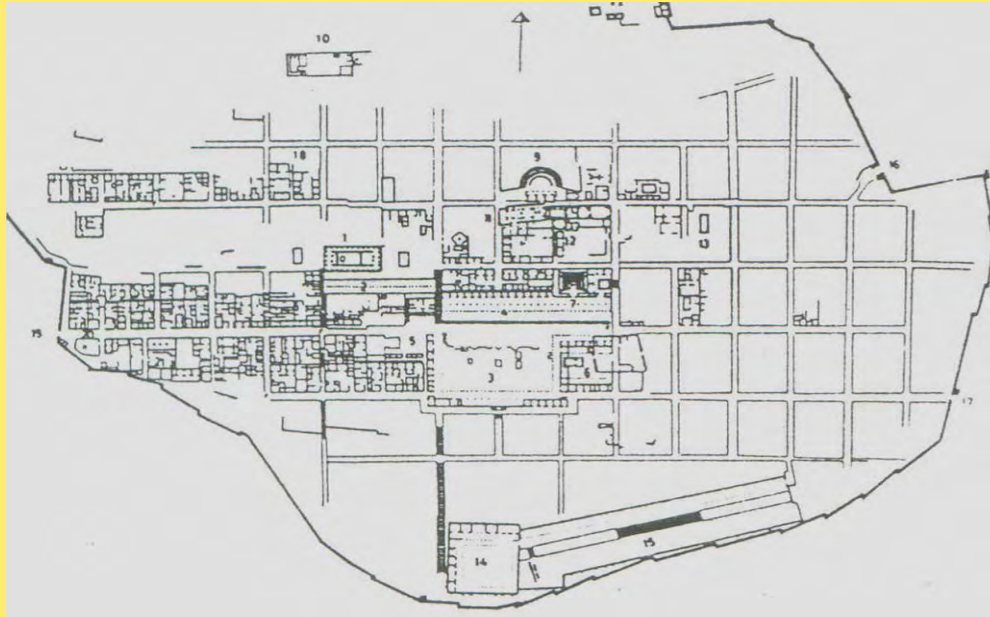
# ANTECEDENTES DE ADECUACIÓN MICROCLIMÁTICA

## CLIMA Y DISEÑO DE CIUDADES

Desde la antigüedad el hombre tuvo preocupación no sólo por protegerse de las inclemencias del clima sino también de aprovecharlo para mejorar sus condiciones de vida. Especial atención le daba a la elección del emplazamiento de sus ciudades.

Hipócrates y Aristóteles, por ejemplo, eran del criterio de que las habitaciones estuvieran ubicadas hacia el este y de no ser posible, hacia el sur para aprovechar el sol en invierno.

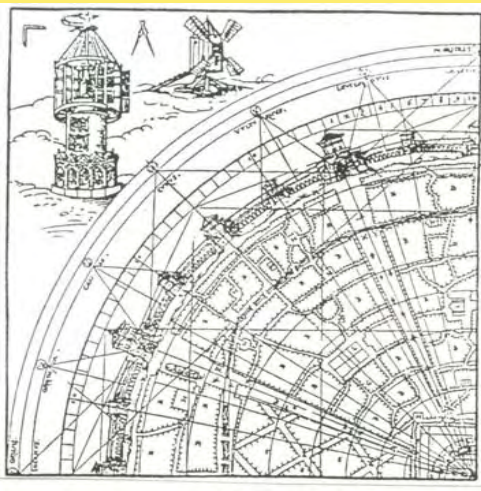
Los antecedentes del modelo urbano utilizado por los romanos y posteriormente por los españoles en América se remontan al siglo III A.C., cuando aparecieron las primeras ciudades con trazado regular y orientaciones que obedecían al movimiento del sol y a los vientos predominantes. Ejemplos de ello fueron Mileto, Priene, Corinto en Grecia; Alejandría en Egipto, con un trazado regular en el que las avenidas tenían dirección este-oeste, cruzadas en ángulo recto por una o más calles norte-sur.



*Mohenjo-Daro a orillas del Indo (2500 años A.C) respondía al movimiento del sol y a los vientos predominantes*

*Priene ( 330 AC.)*





Vitruvio ( 25 A.C.) en “Los Diez Libros de Arquitectura”, recomendaba:

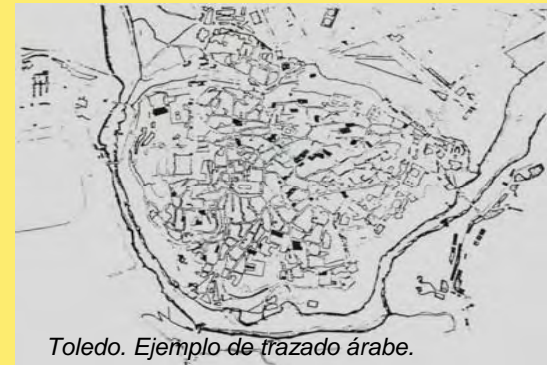
*Será acertada la disposición si prudentemente se procura evitar que enfilen directamente en las calles los vientos, los cuales, si son fríos molestan; si cálidos, vician; si húmedos dañan. El aire suave y denso, que no padece de frecuentes flujos y reflujos, sino que permanece en calma en un tranquilo reposo, comunica a los cuerpos calor sano, los nutre y hasta restablece a los que están afectados por los susodichos males”.*

Las ciudades islámicas siguieron planeamientos diferentes, llamados por algunos “informales”, cuyas bases fueron extraídas del Corán y del Summa. Respondían no sólo a otras costumbres sino también al clima, con altas temperaturas diurnas que descendían considerablemente en la noche, poca humedad y precipitaciones, pero con severas tormentas de arena proveniente de los desiertos. El resultado fue un tejido urbano compacto perforado por patios interiores, con calles estrechas, nada rectas.



Tenían en cuenta la protección del humo, de los olores, del ruido. La privacidad visual y acústica eran elementos importantes en el diseño, las que estaban reguladas, al igual que el derecho a construir torres de ventilación, el uso de la medianería, del agua, el drenaje pluvial, la basura, la altura de las ventanas que daban a la calle,, entre otros.

Al ocupar árabes y moros una buena cantidad de ciudades romanas se produjo una superposición de códigos que incidieron en su futuro desarrollo. El trazado laberíntico, orgánico; calles estrechas, a veces cubiertas y terminando en patios privados con fuentes y plantas, así como las técnicas de construcción empleadas, son algunos de sus rasgos característicos.



Toledo. Ejemplo de trazado árabe.

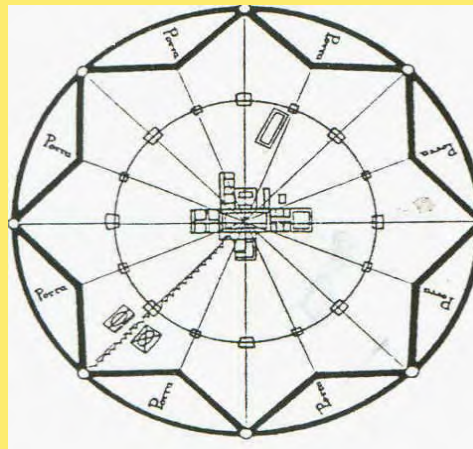
A pesar de aparentar todo lo contrario, según Broadbent (1990), la ciudad medieval poseía una planificación. Los primeros estatutos de planeamiento vieron la luz en Siena en 1262. El “Statuto dei Viani” (1290) y la “Costituto” (1308). Éste contenía descripciones detalladas de anchos de calles, forma de las ventanas y otras aberturas que daban a las calles; cómo debía ser la relación entre edificios, con la calle, entre otros.

A diferencia de épocas anteriores, no aparece ningún tipo de consideración climática en estos documentos, sin embargo, se manifestaba un desarrollo urbano con un gran hacinamiento, donde los problemas higiénicos se acrecentaban favoreciendo un ambiente de enfermedades y epidemias.

En el renacimiento se retoman los conceptos vitruvianos sobre el clima y la arquitectura y en 1485, Leone Batista Alberti escribe en su libro “De Re Aedificatore”:

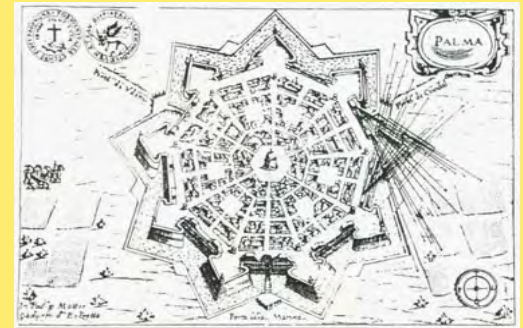
*“las calles más anchas del pueblo... harán la ciudad más caliente en verano por no existir sombra y en invierno abiertas a las tormentas. Calles estrechas protegen a la gente de tales cosas...”*  
En los siglos siguientes los europeos, en su proceso de colonización, expandieron por el resto del mundo los modelos de sus ciudades de origen.

Nada significativo con relación al clima y al diseño de ciudades ocurrió hasta el siglo XIX, cuando la epidemia de cólera azotó



Plan para la ciudad de Sforzinda , 1457-64

Ejemplos de consideraciones climáticas en el diseño de ciudades en esta época los encontramos en la de Sforzinda, con su planta circular, según los criterios de Vitruvio, así como la ciudad de Palmanova.



Ciudad de Palmanova

Inglaterra y otros países de Europa, alertaron sobre las condiciones infrahumanas de las viviendas y el deterioro de la salud pública.

Ello dio lugar a que, en algunos países, comenzaran a aparecer legislaciones que contemplaban consideraciones higiénicas para las viviendas, así como, de asoleamiento mínimas.

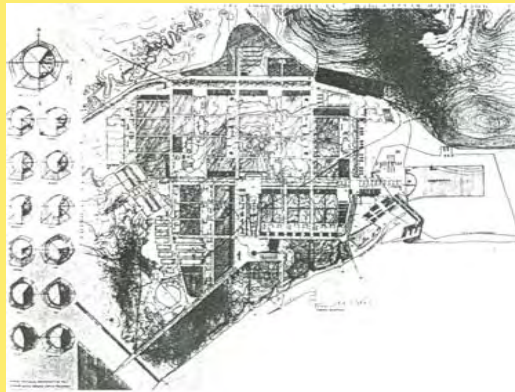
La *Ley de la Clase Trabajadora* en Inglaterra, aprobada en 1890 y, la *Ley de Vivienda* en los Países Bajos en 1902, son ejemplos de lo anterior, aunque desde 1860 ya había aparecido la primera regulación significativa con la prohibición de construir en las áreas interiores de manzanas.

En 1871 las municipalidades definieron los anchos de calles y sus direcciones; en 1878, la altura de edificios y separación entre sus fondos. Se concretaron recomendaciones en cuanto a requisitos de ventilación, iluminación, calefacción y construcción, así como provisión de servicios sanitarios, agua potable, recogida de basura, entre otros.

La parte más revolucionaria de la mencionada Ley, según Grimberg, era la que regulaba el planeamiento de las ciudades. Esto sucedía al mismo tiempo que se popularizaba la idea de Camilo Sitte -la vivienda como la parte básica de la ciudad- y Berlage diseñaba planos de expansión para La Haya, Amsterdam, Utrech concretando el anterior criterio.

El modelo urbano disperso en contraposición a la insalubre manzana decimonónica comienza a expandirse, primero por toda Europa y posteriormente a América y al resto del mundo. Había surgido el movimiento moderno en la arquitectura.

A partir de estos momentos comienzan a desarrollarse estudios de los que se derivan recomendaciones fundamentadas científicamente en cuanto a orientación y separación de edificios para asegurar el asoleamiento y la iluminación natural. Aparecen las cartas solares como algo significativo dentro de este campo.



Hans Meyer (1924 -1930) (12)

## CONCEPCIONES DEL MOVIMIENTO MODERNO



La edificación aislada, acompañada de sus respectivos ideales estéticos fue un criterio básico adoptado por el Movimiento Moderno en la arquitectura.

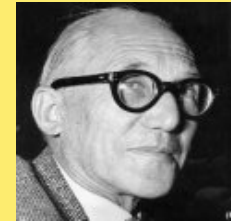
Los creadores paradigmáticos del Moderno argumentaban, -como Le Corbusier en la *Declaración Final de La Sarraz-*, que de esta manera se establecía “una justa proporción ente volúmenes construidos y espacios libres”, “los edificios” deberían “quedar más distanciados entre sí”.

Numerosas realizaciones emblemáticas del Movimiento Moderno evidenciaban la tendencia a *“sustituir gradualmente, como en el Plan de Amderstam, a los bloques cerrados berlagianos por bloques separados, orientados en este caso de norte a sur, o menos frecuentemente, de este a oeste”*.

En el caso de América Latina, Víctor Olgyay fundamentó la propuesta elaborada para la ciudad de Medellín, en Colombia, apoyándose igualmente en las inconveniencias de las estructuras urbanas de las zonas tradicionales de la ciudad, muy



comunes en los países que abarcó el proceso de colonización española, caracterizado por un trazado vial en cuadrícula y lotes contiguos con un alto coeficiente de uso de suelo.



Propuesta de Olgyay para Medellín



Con respecto a los edificios aislados, se separaban unos de otros, con el objetivo de contribuir a la calidad higiénica, además de proporcionar una mejora ambiental general que podría cualificar al entorno urbano al posibilitar la penetración del sol, la ventilación cruzada y una mayor presencia del área verde.

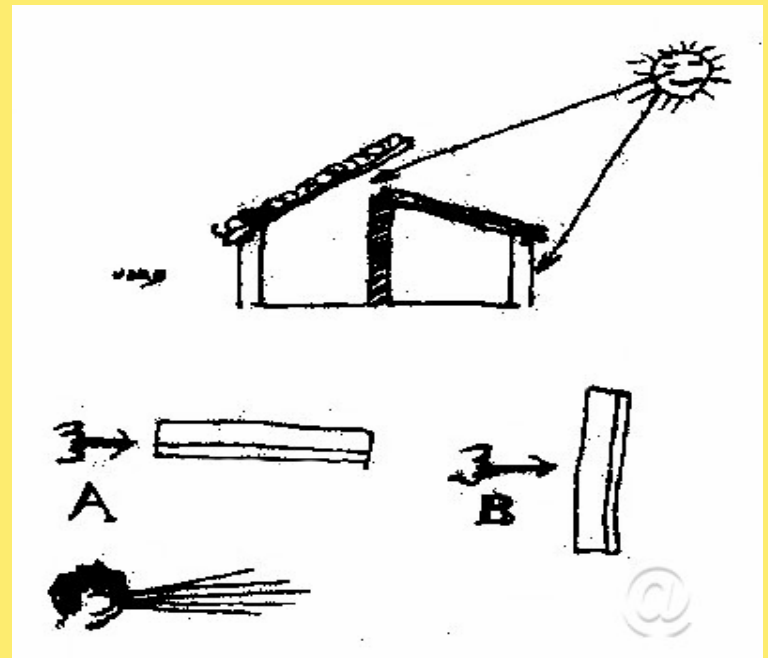
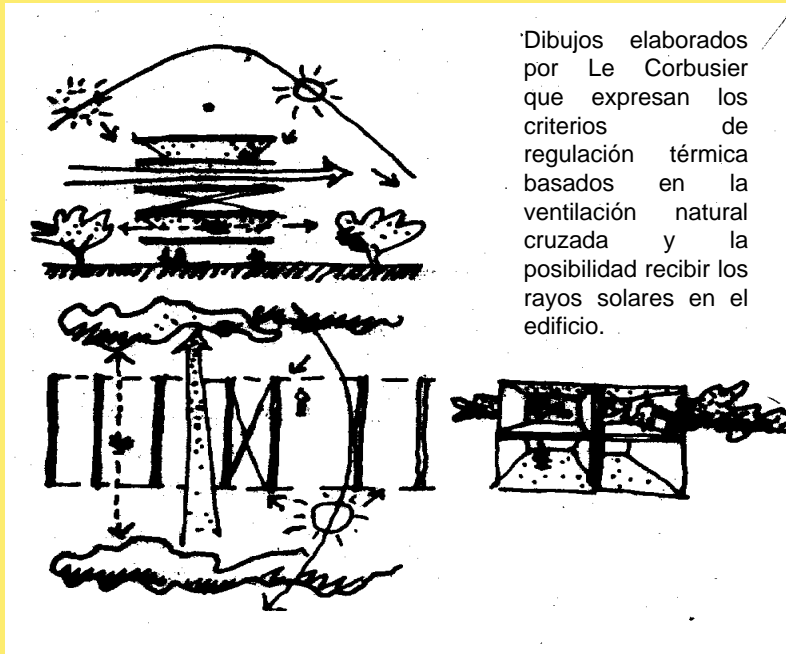
Según expresara Walter Gropius en "Alcances de la arquitectura integral", la vivienda en bloques separados:

*"...satisface todas las exigencias de iluminación, ventilación, tranquilidad y acceso. En lugar de ventanas de planta baja que se abren a paredes sin ventanas o a patios pequeños y sin sol, estos edificios ofrecen una vista muy amplia al cielo".*

La esencia del tratamiento ambiental de la arquitectura moderna ha sido sintetizada en unos simples dibujos elaborados por Le Corbusier, que expresan la disponibilidad de una

profusa ventilación natural cruzada en los espacios interiores y la posibilidad de disfrutar de los efectos higiénicos de los rayos solares incidiendo directamente en ellos.

Con posterioridad, se ha extendido el uso de la climatización artificial en las zonas cálidas, con el impacto energético que genera, mientras que se ha descuidado la protección de la radiación solar directa.



## TENDENCIAS ACTUALES

Entre otras tendencias y criterios más recientes está el de Yona Friedman quien manifiesta en sus *Diez Principios de Urbanismo Espacial* (1962) que las ciudades deben tener aire acondicionado. Sin embargo, a partir de los años setenta, la llamada "crisis energética" hace que se produzca un nuevo acercamiento a la naturaleza y un reenfoque de la relación clima-ciudad en el planeamiento de las ciudades y diseño de edificios.

Los Congresos de urbanismo y otros cónclaves internacionales abordaron el asunto con declaraciones como la *Carta de Machu-Picchu* (1977), la cual trata como punto aparte los recursos naturales y la contaminación ambiental; la *Declaración de Tlaxcala* (1986) que plantea: "*En el ordenamiento territorial... se debe... explotar racionalmente los recursos naturales renovables y no renovables, planificando la reproducción de los primeros para mantener el equilibrio ecológico.*"

La *Declaración de Medellín* como conclusión del Seminario Latinoamericano sobre la Dimensión Ecológica en la Planificación (1986) declara que "*el medio ambiente es patrimonio común de la humanidad...; incorpora la dimensión ambiental en las políticas de desarrollo, las cuales deben garantizar la renovabilidad de los sistemas y recursos naturales.*"

En 1994 sale a la luz la *Carta de Megarides*, en la que se esbozan los principios del urbanismo del siglo XXI. Parte de la Carta de Atenas y de la de Machu-Picchu y establece la relación Hombre y ambiente natural como la base de la enunciación de cualquier principio regulador de la civilización urbana. Dice así: "*El equilibrio entre ambiente urbano y ambiente natural es el principio constitutivo sobre el cual fundar el modelo de desarrollo sostenible de la ciudad futura.*"

Dentro de las tendencias postmodernistas, K. Frampton en su artículo "Hacia un regionalismo crítico", referido por Yañez(15)

identifica a las llamadas arquitecturas periféricas, las claves de una nueva respuesta, las cuales abordan desde la topografía, el clima, la luz, los métodos, artesanales, las costumbres locales, las tradiciones, hasta los mitos de un lugar concreto. Esta teoría, apunta Yañez, puede ser un soporte para aquellas arquitecturas que defienden los ajustes climáticos y solares y que propugnan medios naturales en contraposición a los artificiales para lograr el clima interior de los edificios.

La asimilación de las teorías y regulaciones de la parte más desarrollada del mundo, al igual que sus adelantos tecnológicos, sin una adecuación a las condiciones particulares del medio tropical americano y específicamente de cada país, han contribuido a la situación actual de pérdida de identidad, derroche energético y otros males en el urbanismo y arquitectura contemporáneos de esta parte del mundo.

# CIUDAD, ARQUITECTURA Y MICROCLIMA

## CLIMA Y CONFORT HUMANO

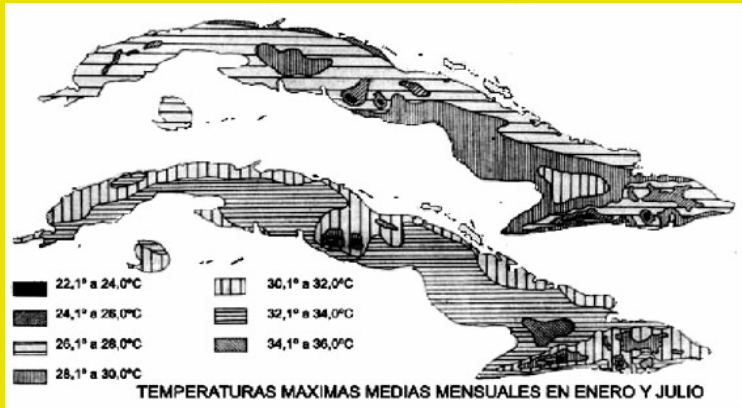


ALFONSO ALFONSO GONZÁLEZ  
GISELA DÍAZ QUINTERO  
ANA MARÍA DE LA PEÑA GONZÁLEZ

# EL CLIMA



## DISTRIBUCIÓN ANUAL DE TEMPERATURAS MEDIAS DEL AIRE:

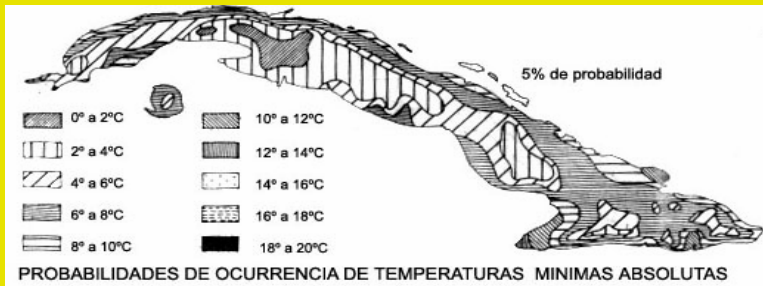


## EL CLIMA DE CUBA

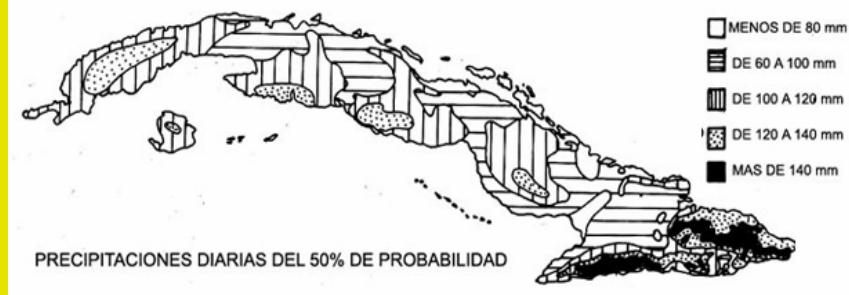
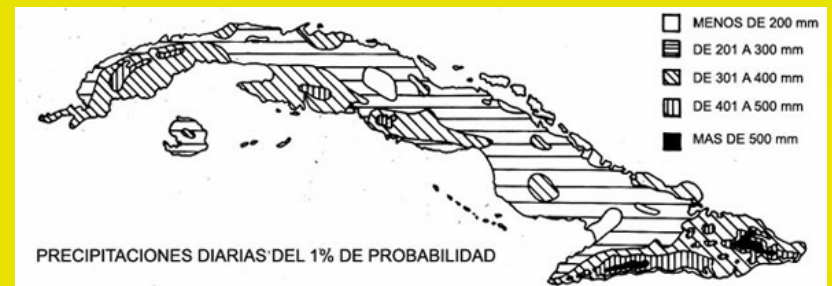
Los datos climáticos de un lugar son expresión del comportamiento estadístico de las variables que intervienen. En el caso de Cuba, isla larga y estrecha con una notable influencia del mar y los vientos Alisios, con frecuencia se ha pensado que las diferencias climáticas fundamentales principalmente

se registran en las precipitaciones locales, sin embargo ni las temperaturas ni otras variables climáticas se comportan de forma homogénea en todo el país, dependiendo de la ubicación geográfica, de accidentes y peculiaridades del territorio y otras características de la localidad.

## DISTRIBUCIÓN ANUAL DE TEMPERATURAS EXTREMAS DEL AIRE:

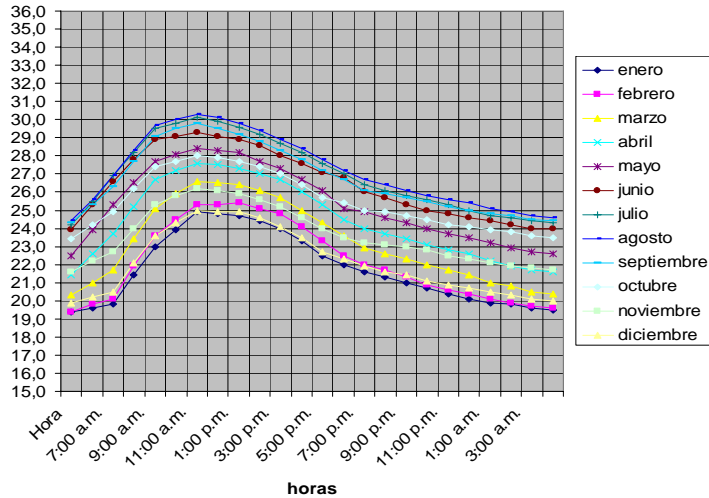


## DISTRIBUCIÓN ANUAL DE LAS PRECIPITACIONES:

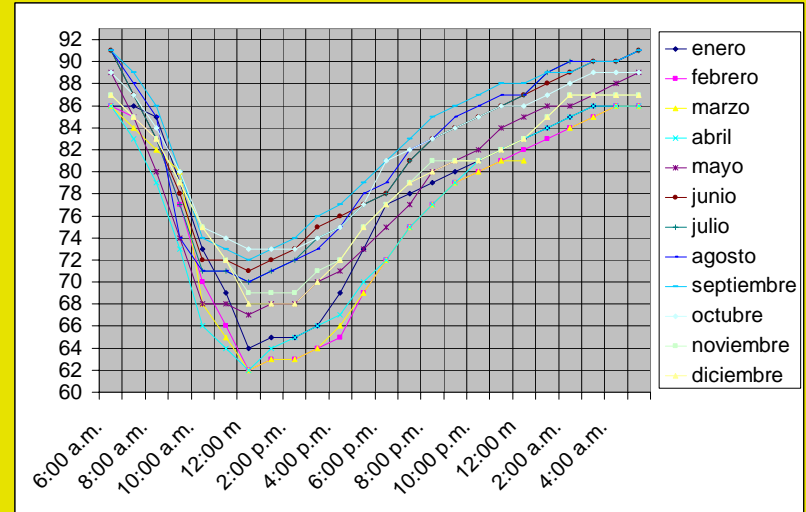


# PRINCIPALES VARIABLES CLIMATICAS QUE CARACTERIZAN LAS CONDICIONES TERMICAS DE LA ATMOSFERA

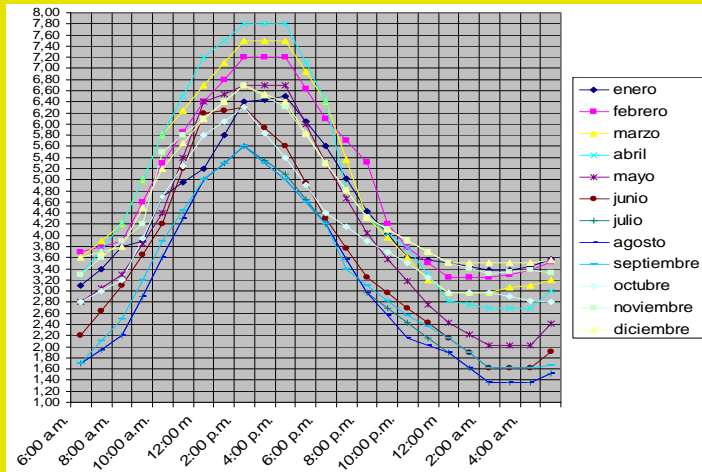
**TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE °C DE LA CIUDAD DE LA HABANA**



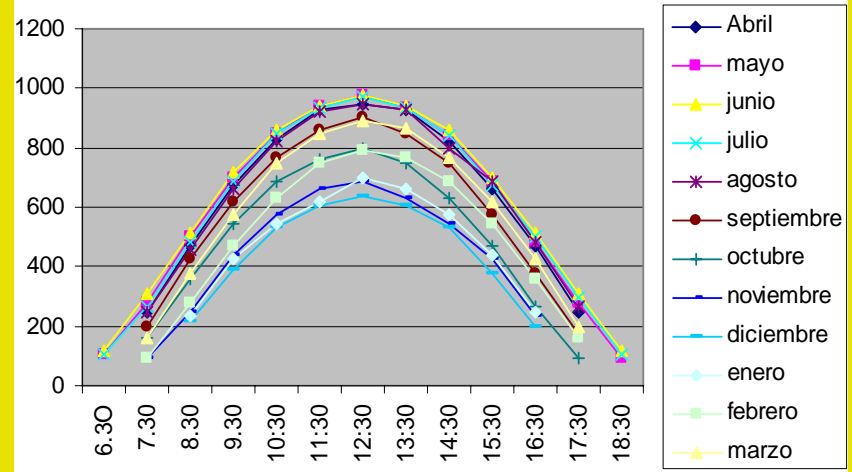
**HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE °C DE LA CIUDAD DE LA HABANA**



**VELOCIDAD MEDIA DEL AIRE EN M/S DE LA CIUDAD DE LA HABANA**

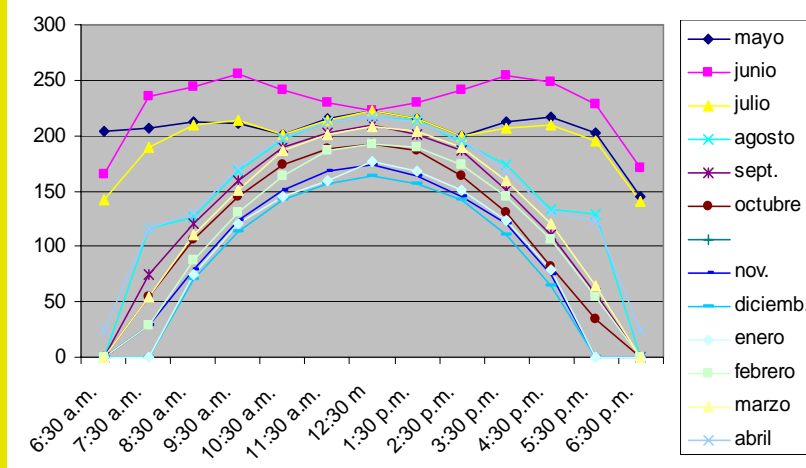


**RADIACIÓN SOLAR GLOBAL DE LA CIUDAD DE LA HABANA SOBRE PLANO HORIZONTAL EN W/M²**

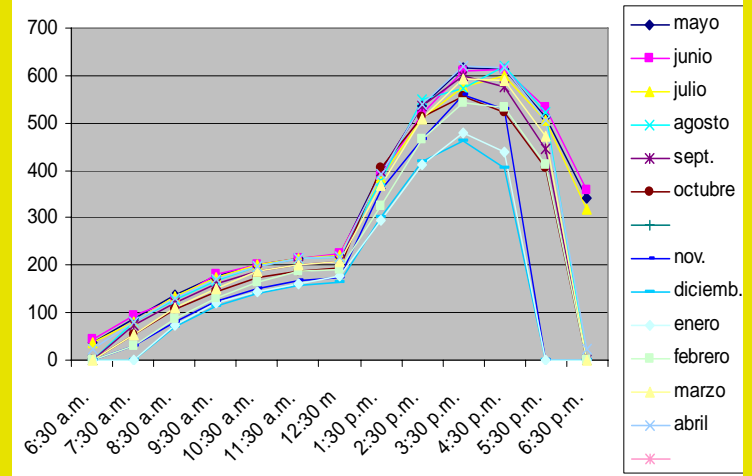


# VALORES DE LA RADIACION SOLAR GLOBAL SOBRE PLANOS VERTICALES ORIENTADOS SEGÚN SE INDICA

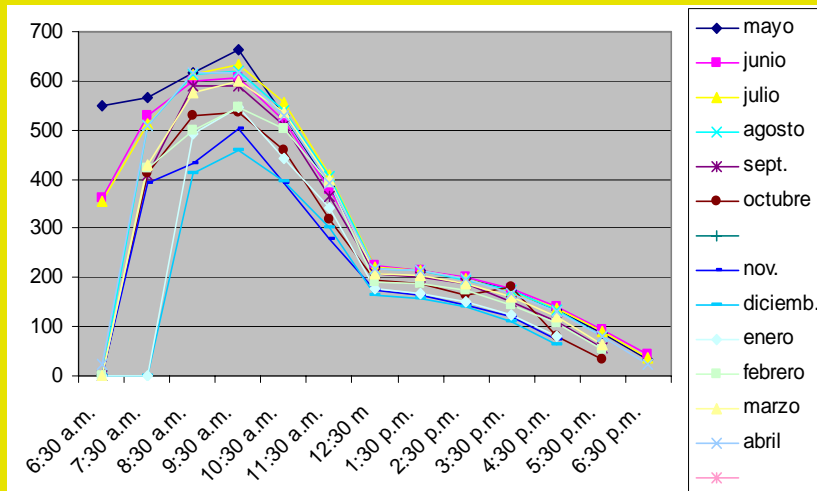
## ORIENTACIÓN NORTE W/M<sup>2</sup>



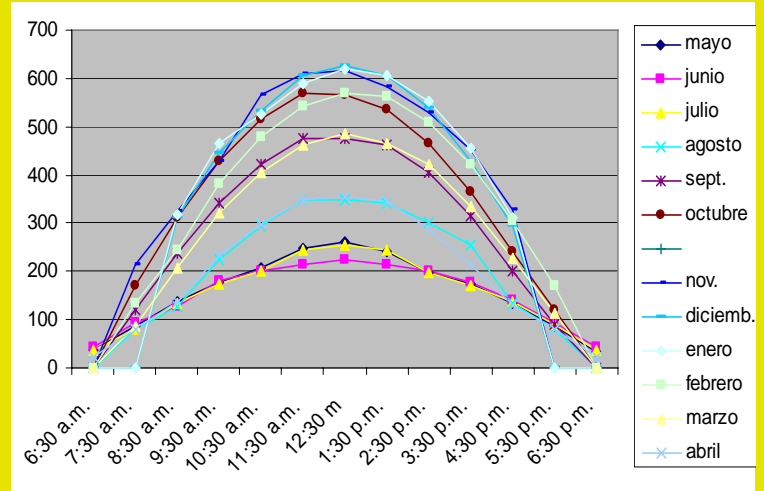
## ORIENTACIÓN OESTE W/M<sup>2</sup>



## ORIENTACIÓN ESTE W/M<sup>2</sup>

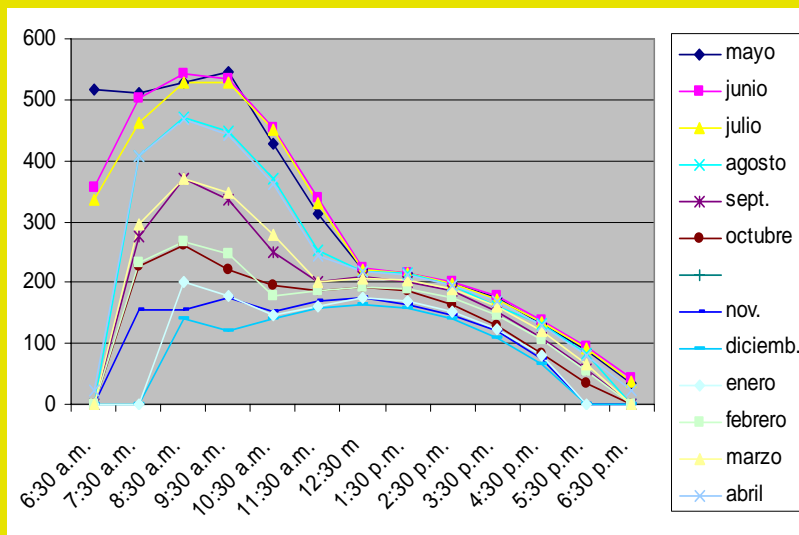


## ORIENTACIÓN SUR W/M<sup>2</sup>

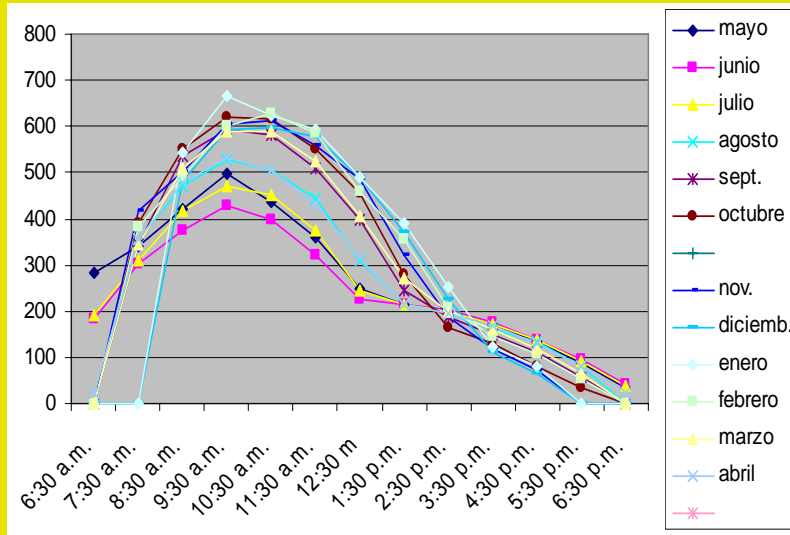


# VALORES DE LA RADIACION SOLAR GLOBAL SOBRE PLANOS VERTICALES ORIENTADOS SEGÚN SE INDICA

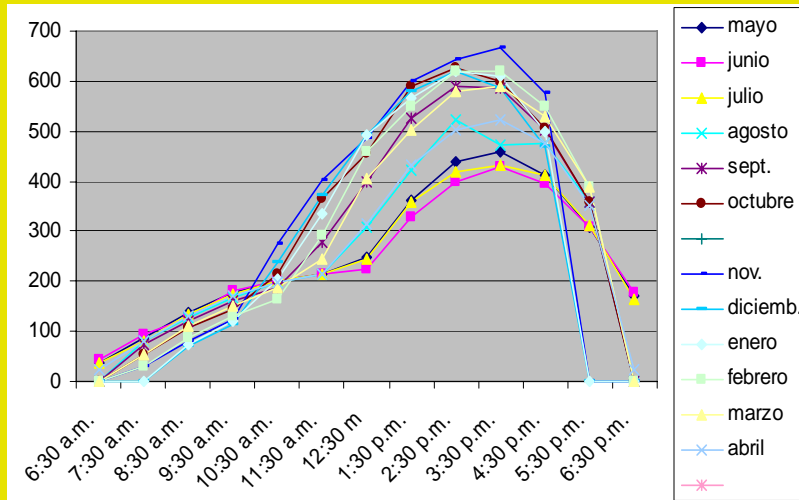
## ORIENTACIÓN NORESTE W/M<sup>2</sup>



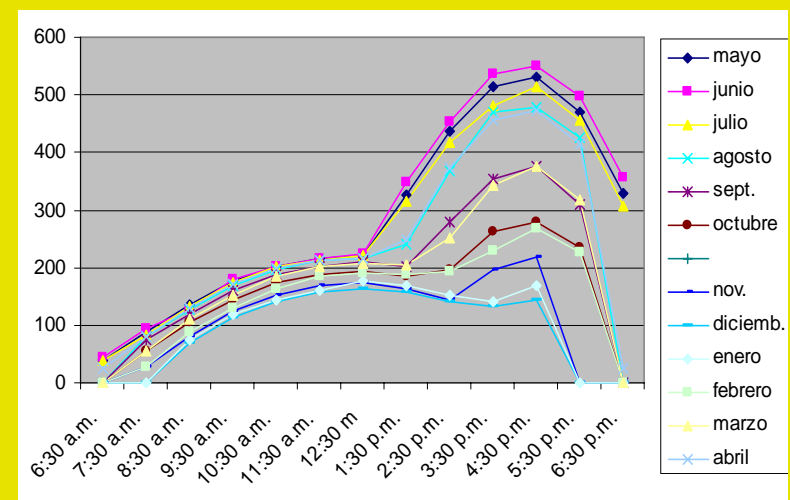
## ORIENTACIÓN SURESTE W/M<sup>2</sup>



## ORIENTACIÓN SUROESTE W/M<sup>2</sup>



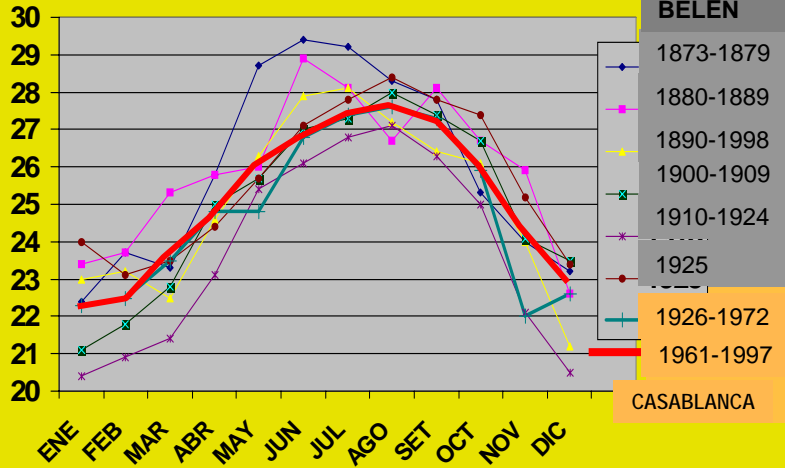
## ORIENTACIÓN NOROESTE W/M<sup>2</sup>



# VARIACIONES DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE EN LA HABANA TRADICIONAL (Belén)

Observaciones de Humedades Relativas, Temperaturas Medias y Máximas Mensuales Absolutas en el Centro Histórico de La Habana (1873 al 1925) y Casablanca (1972)

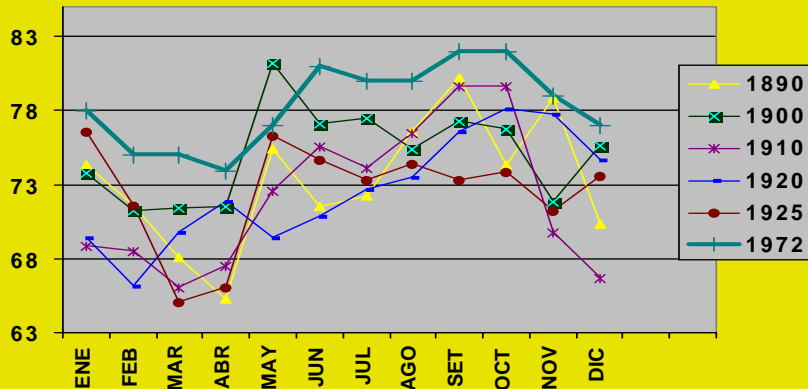
## TEMPERATURAS MEDIAS DEL AIRE (°C)



Las gráficas elaboradas a partir de valores tomados de documentos de archivo, expresan el ritmo de temperaturas y humedades relativas del aire en reportes emitidos aproximadamente cada diez años del observatorio del Colegio de Belén, en Compostela, entre Luz y Sol, en la Habana Vieja (1873 al 1925) y por el Observatorio Nacional en Casablanca (1972). Los datos evidencian como han evolucionado los principales elementos del clima a lo largo aproximadamente de un siglo, en el que las Temperaturas Medias del aire mantuvieron un comportamiento similar.

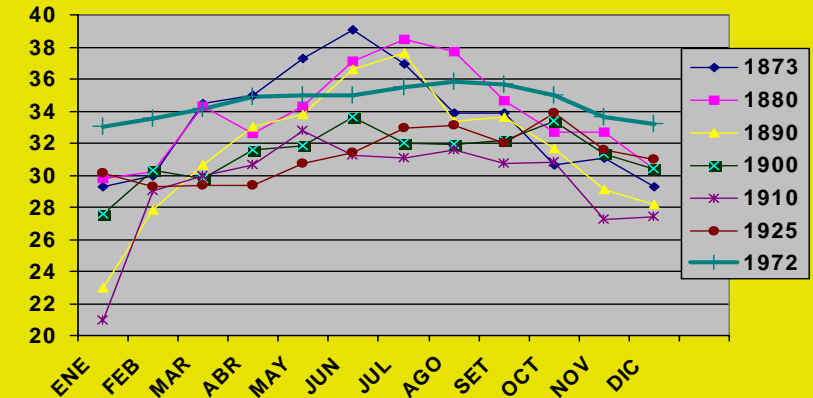
Sin embargo las Temperaturas Mínimas Absolutas han descendido en más de un grado Celsius, mientras que las Máximas Absolutas se elevaron en esa misma cuantía durante los períodos de invierno y las humedades relativas del aire se incrementaron en algo más de un 5%.

## HUMEDADES RELATIVAS MEDIAS DEL AIRE (%) EN BELÉN

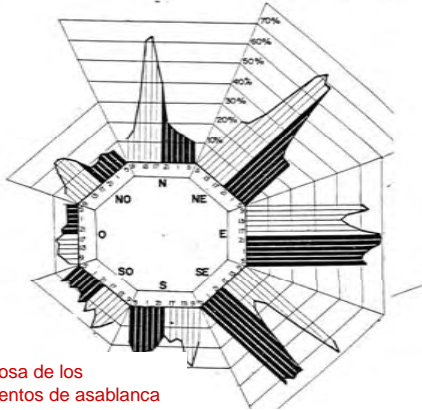


## VARIACIONES DE LAS

## TEMPERATURAS MÁXIMAS ABSOLUTAS DEL AIRE EN BELÉN

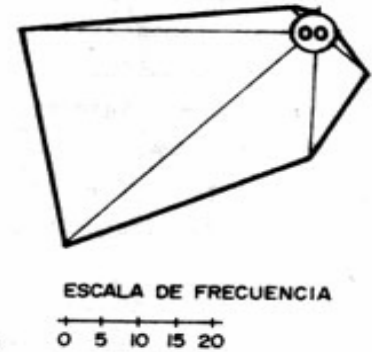
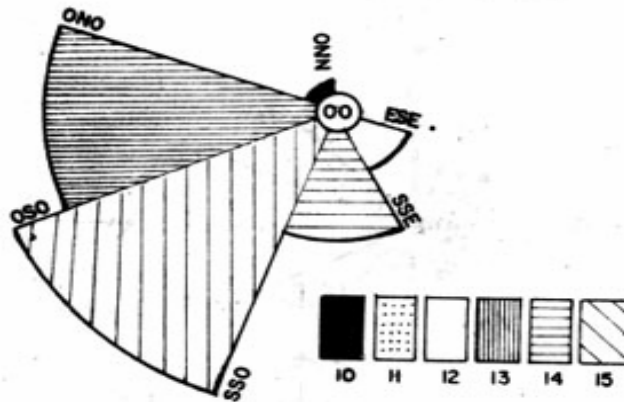
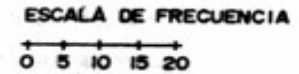
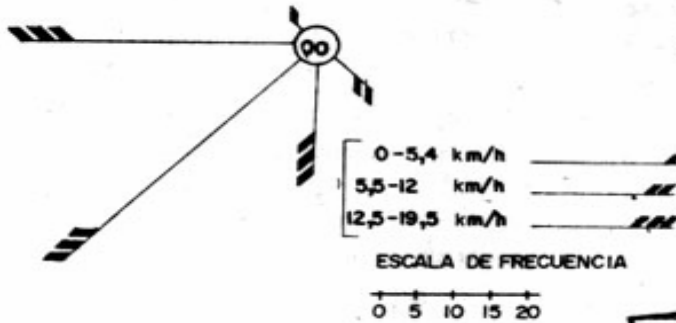
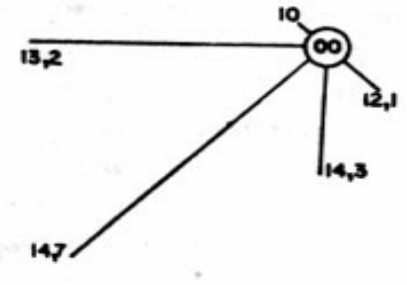
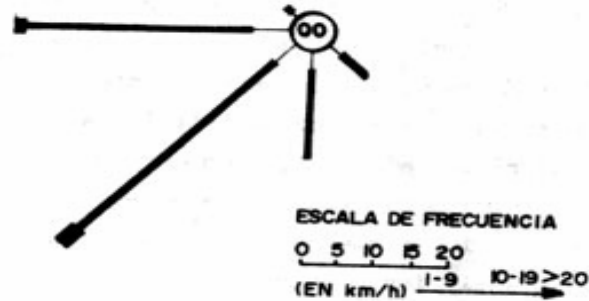
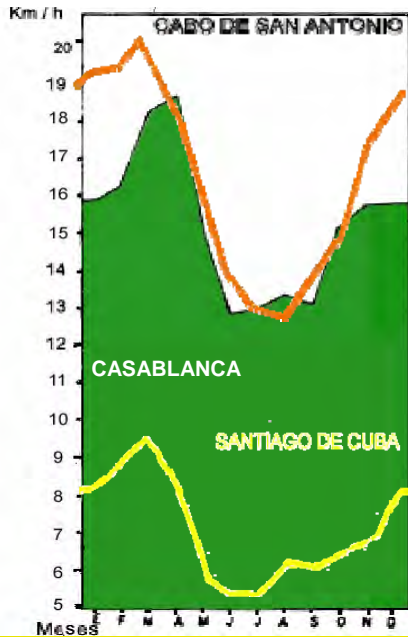


# HERRAMIENTAS PARA EXPRESAR LAS CARACTERISTICAS DEL REGIMEN DE VIENTO EN UNA LOCALIDAD



Rosa de los vientos de asablanca

Variación anual de la intensidad del viento en tres regiones de Cuba



# ALGUNAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA ANALIZAR EL COMPORTAMIENTO DEL SOL

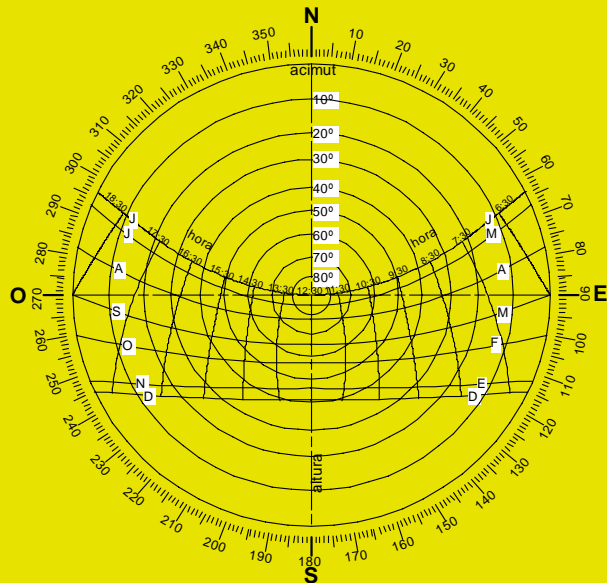
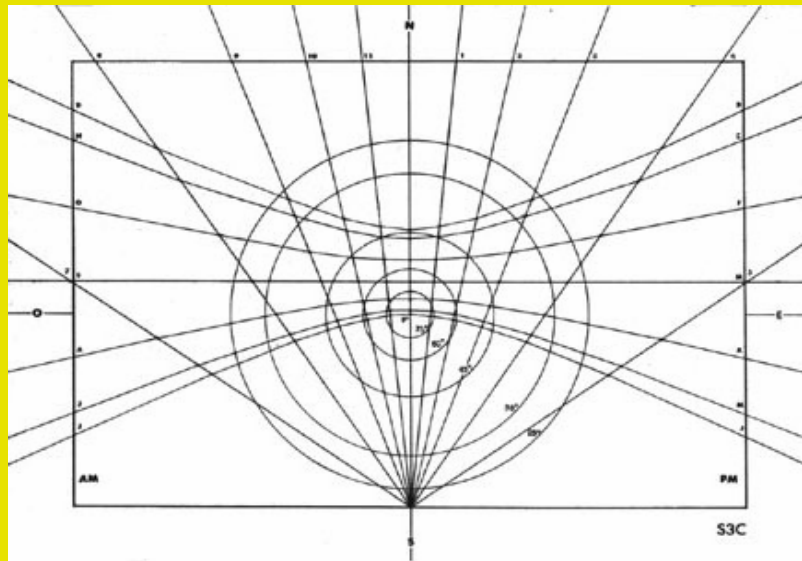
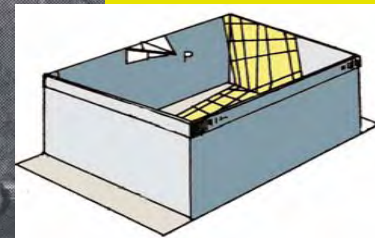
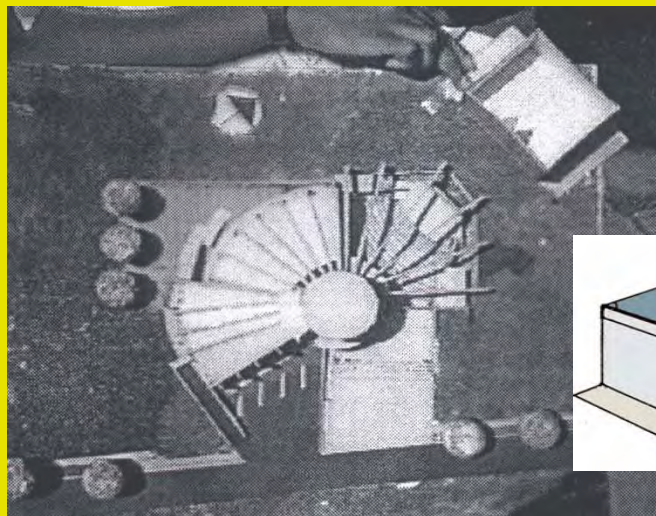
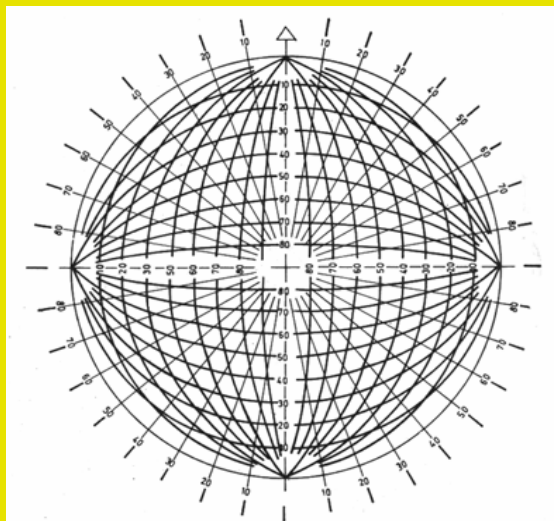


DIAGRAMA ESTEREOGRAFICO



SOMBRIGRAMA Y CAJA SOLAR



## EL CLIMA TERMICO

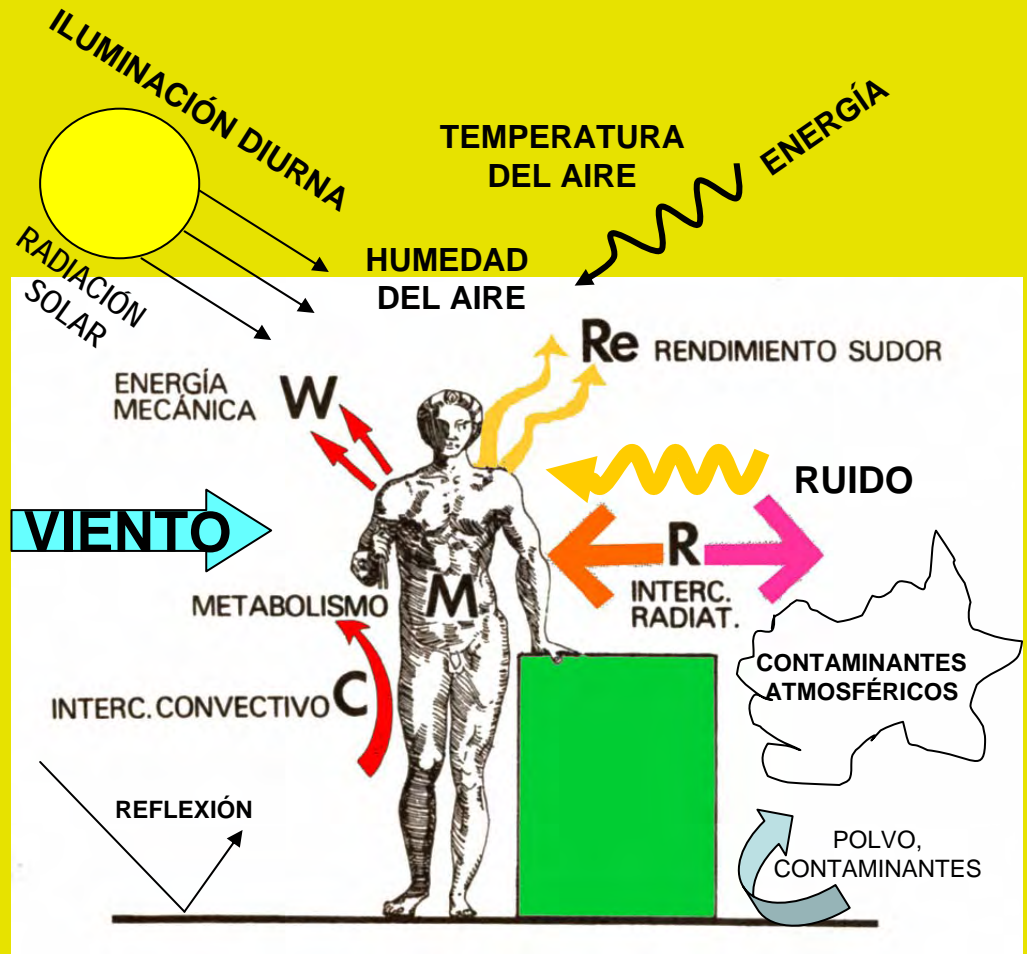
Si bien el vocablo clima significa etimológicamente *inclinación*, derivado de las variaciones de las condiciones que genera la inclinación de los rayos solares, actualmente su significación se extiende a otras variables tales como:

- a- La temperatura del aire
- b- La humedad relativa del aire.
- c- El viento
- d- Las precipitaciones
- e- La radiación solar
- f- La insolación
- g- La nubosidad

VARIABLES CLIMÁTICAS CONSIDERADAS COMO LAS MÁS IMPORTANTES
•TEMPERATURA DEL AIRE
•HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE
•RADIACIÓN TÉRMICA
•MOVIMIENTO DEL AIRE

Sin embargo, el concepto de clima se asume con alcances más amplios asociados a la totalidad del entorno que conforma el marco ambiental de actividades de la vida del hombre.

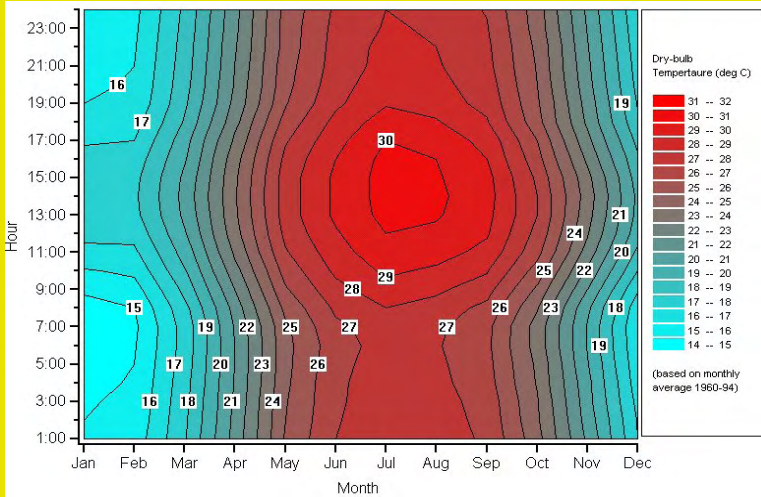
## INTERCAMBIO AMBIENTAL DE LOS HABITANTES DE LOS CLIMAS CÁLIDOS





# HERRAMIENTAS PARA CARACTERIZAR EL CLIMA TERMICO

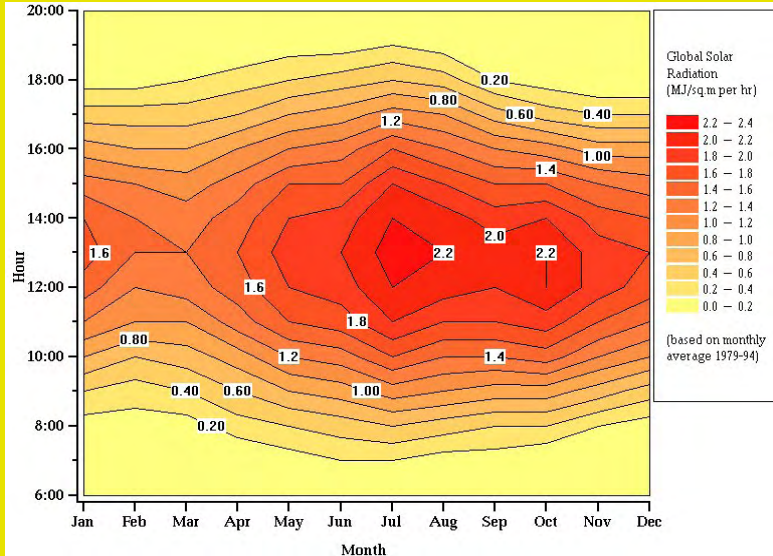
## TEMPERATURA SECA DEL AIRE EN HONG KONG



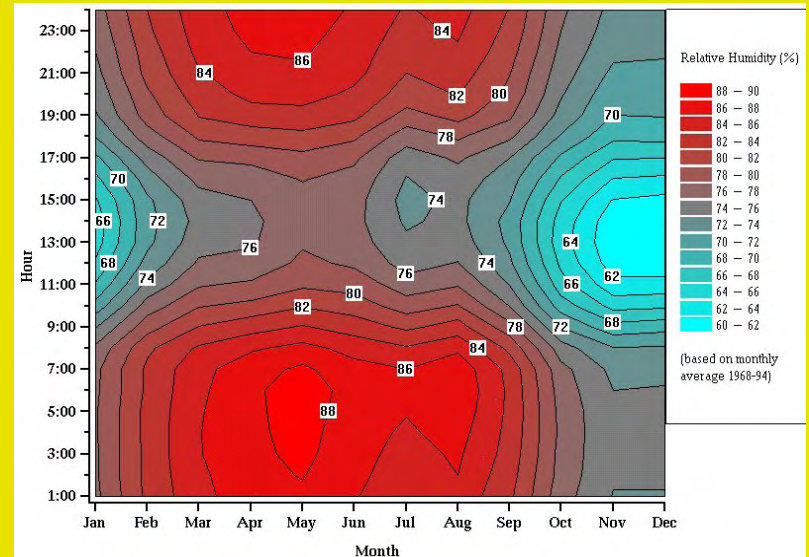
Existen diversas clasificaciones climáticas, muchas de las cuales no resultan útiles para la arquitectura. Por eso se han elaborado formas descriptivas de los climas que reflejan los elementos climáticos que más influyen en el confort de los espacios arquitectónicos y generalmente se reflejan en *cartas*, *diagramas* y *climogramas*, que usualmente se asocian a los requerimientos físico/térmicos humanos.

Los principales elementos climáticos útiles al diseño arquitectónico son: *la temperatura y humedad relativa del aire*, *la radiación solar* y *la radiación térmica de onda larga*, así como *la velocidad del aire*, en contacto con los individuos, etc.

## RADIACION SOLAR GLOBAL EN HONG KONG



## HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE EN HONG KONG



## CLIMA LUMINICO

La fuente de luz natural es el sol, radiación solar visible, su intensidad es variable a lo largo del día y del año debido a la posición que cada país o región ocupa en el globo terráqueo y al movimiento de rotación de la tierra sobre su eje y al de traslación alrededor del sol.

La combinación de la radiación visible con la nubosidad y la contaminación ambiental definen el nivel de iluminancia natural o potencial luz que posee cada localidad siendo diferentes para cada región o país, en función de la latitud geográfica y el tipo de cielo.

En la figura 1 se muestra el nivel de iluminancia natural horaria y mensual para Ciudad de La Habana en condiciones de cielo mas frecuentes.



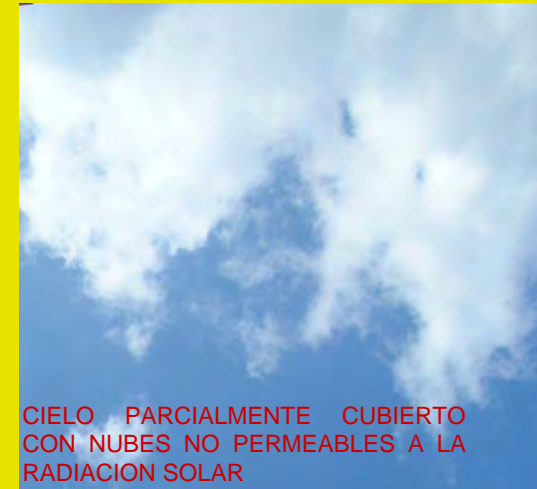
CIELO DESPEJADO



CIELO CUBIERTO



CIELO PARCIALMENTE CUBIERTO CON NUBES PERMEABLES A LA RADIACION SOLAR



CIELO PARCIALMENTE CUBIERTO CON NUBES NO PERMEABLES A LA RADIACION SOLAR

Diferentes tipos de cielo de la Ciudad de La Habana

## CIELO DE DISEÑO

El cielo de diseño se define por las condiciones más frecuentes de nubosidad que se presentan en la bóveda celeste local y por su potencial de iluminancia.

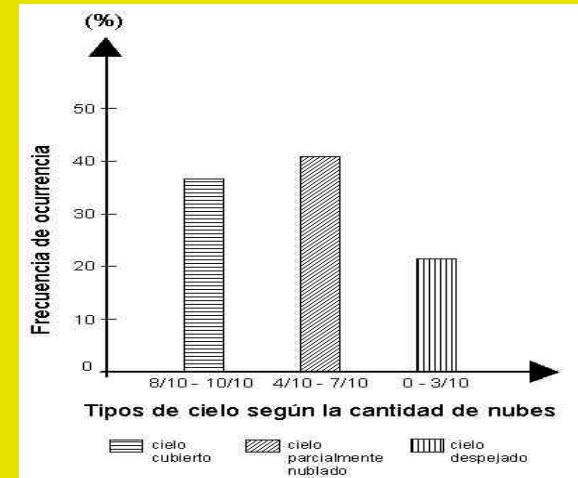
El tipo de cielo característico de una región se clasifica por la cantidad de nubes que aparecen en la bóveda celeste o por la posición que ocupan las nubes frente al disco solar.

En el caso de la Ciudad de La Habana el cielo clasificado por la cantidad de nubes se realizó tomando como base las observaciones realizadas por la estación meteorológica de Casablanca en décimos de bóveda celeste.

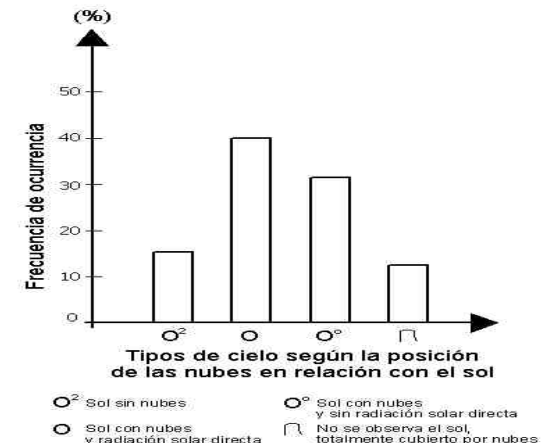
En países donde los cielos son más estables, los cambios de nubosidad son más lentos y la clasificación del tipo de cielo que se adopta es el de la cantidad de nubes en la bóveda celeste.

En las islas, penínsulas estrechas o lugares donde la variabilidad de la nubosidad es muy frecuente, tanto en el tiempo como por la cantidad de nubes, se adopta la clasificación del cielo por la posición que ocupan las nubes en relación al disco solar y por las características de las nubes en cuanto a dejar pasar o no el sol a través de ellas.

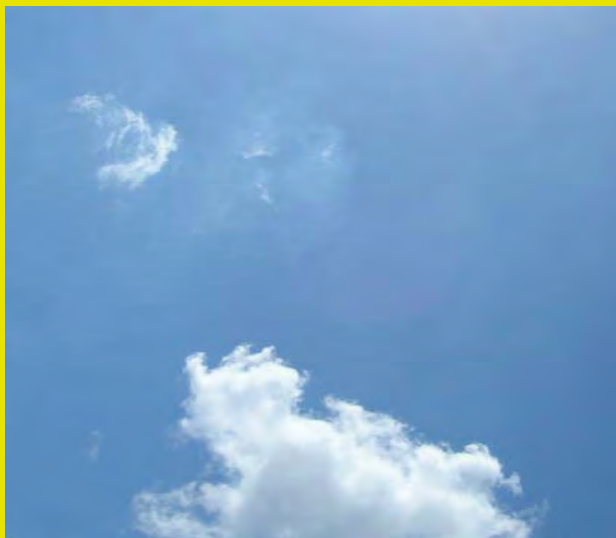
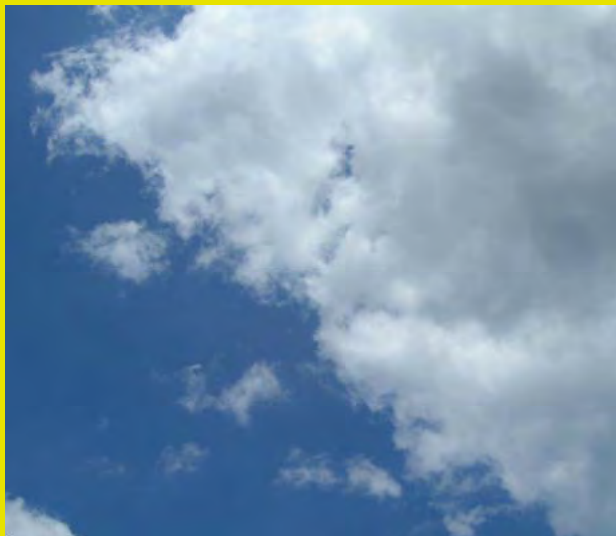
En el caso de la Ciudad de La Habana, las condiciones más frecuentes ocurren cuando existen nubes frente al disco solar con constante variabilidad, tanto en tiempo como en cuanto a la permeabilidad de las nubes con respecto a los rayos del sol. Esto define la *luminancia* (brillo de la bóveda celeste local) y el *nivel de iluminancia* de diseño el cual se corresponde con las condiciones más frecuentes y desfavorables de la posición que ocupan las nubes frente al disco solar.



Comportamiento del cielo de Ciudad de La Habana según la cantidad de nubes.

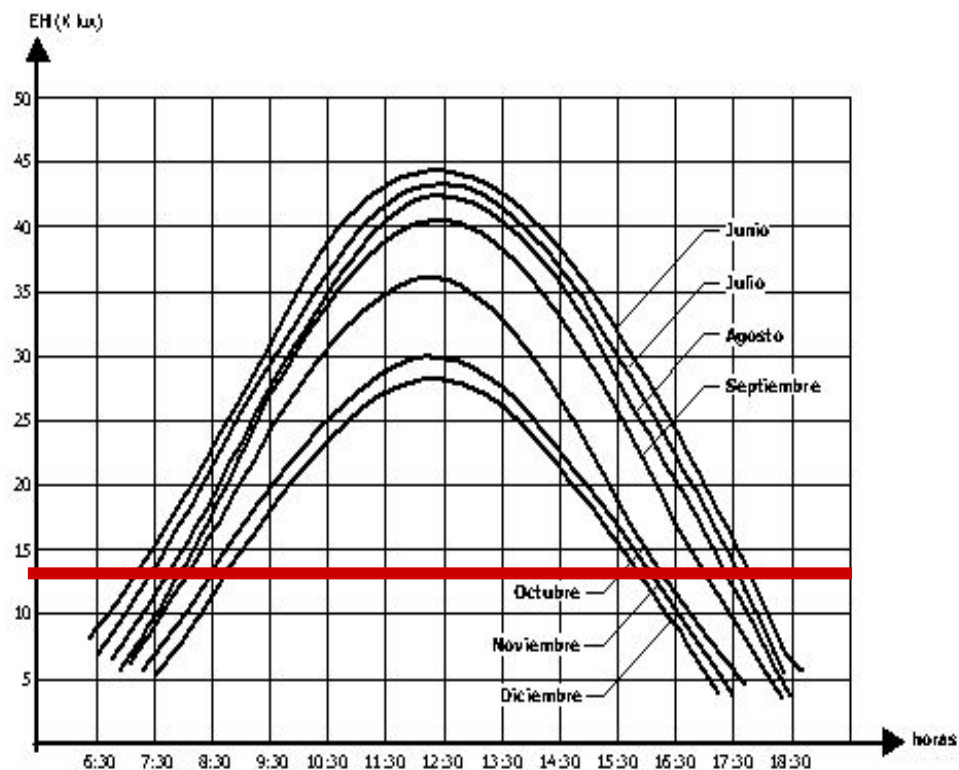


Comportamiento del cielo de Ciudad de La Habana según la posición de las nubes con relación al sol.



El *cielo de diseño* para la Ciudad de La Habana se define como un cielo estándar de luminancia uniforme. La magnitud del nivel de iluminancia de diseño o potencial de iluminación natural se

definió igual a 13000 lux, lo que se corresponde para un aprovechamiento del 90% del horario diurno laboral vigente en el país.



Nivel de Iluminancia exterior para el cielo de diseño de Ciudad de La Habana de 13,000 lux

# ALGUNAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA DETERMINAR LAS CONDICIONES DE ILUMINACIÓN DE LOS ESPACIOS

Para evaluar el confort lumínico no existe un índice único sino que este se expresa de forma independiente para cada uno de los factores que en él intervienen. Generalmente lo que más se ha trabajado es el *factor de día del cielo* o *nivel de iluminancia* como componente del *factor de día*.

Para determinar el nivel de iluminancia o factor de día del cielo en el interior del espacio existen gráficos, transportadores, tablas, nomogramas, etcétera.

Waldram and Waldram (1923) determina la componente del factor de día del cielo ubicando los ángulos de altitud y acimut de un vano abierto hacia la bóveda celeste con el punto de observación en el centro del gráfico.

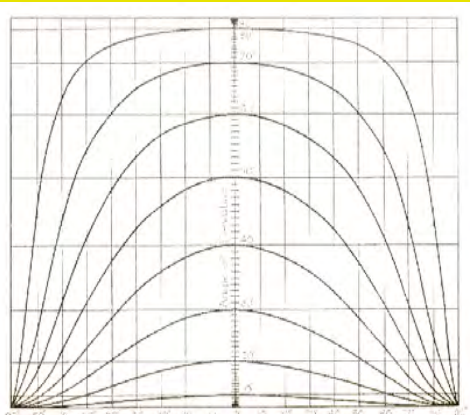
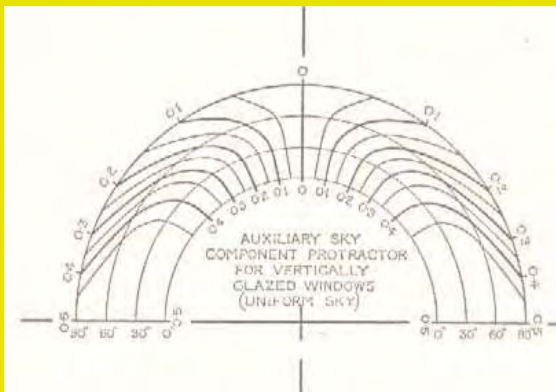


Diagrama de Waldram



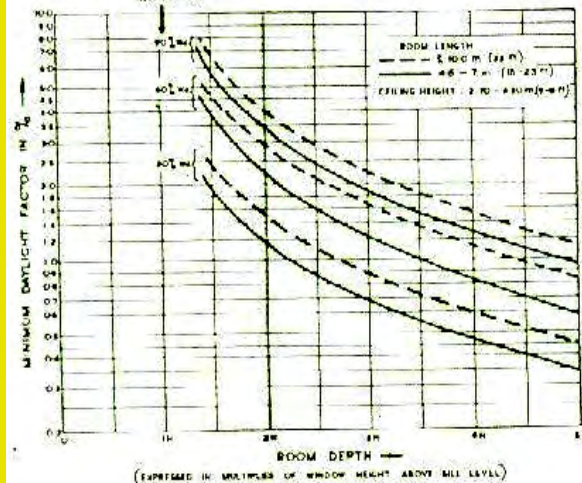
Transportador de Dufton

Dufton (1946), con sus transportadores, trabajados en sistema ortogonal, incorpora datos de la ventana --vidrio-- entre otros aspectos.

Pleijel (1954) calcula el factor de día del cielo con un gráfico basado en el sistema estereográfico pero no incluye las otras componentes del factor de día. Tiene la ventaja que si se le superpone con la trayectoria solar permite analizar el deslumbramiento directo producido por los rayos solares.

Rivero (1958) tabula las magnitudes del factor de día a partir de las proporciones de la ventana y del punto de evaluación

En la década de los 70 aparecen gráficos que permiten determinar el factor de día considerando las características del espacio y su envolvente. Entre ellos se encuentran los aprobados por la Comisión Internacional de Iluminación como el que se puede observar a continuación:



# ALGUNAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA DETERMINAR LAS CONDICIONES DE ILUMINACIÓN DE LOS ESPACIOS

También A. Ma. de la Peña (1992), propuso gráficos para la determinación del factor de día para la Ciudad de La Habana, integrando además el concepto de uniformidad de la iluminación y brindando recomendaciones para evitar el deslumbramiento.

Estos gráficos se elaboraron para los distintos tipos de iluminación el que aparece a continuación. Se utiliza para determinar el *factor de día* de un local con iluminación unilateral.

Para calcular la uniformidad como requisito de confort lumínico se analiza la magnitud del factor de día mínimo y máximo. Esta relación para locales de trabajo debe ser superior a 0,2 o sea:

$$U = e_{\min} / e_{\max}$$

El deslumbramiento directo se controla evitando la incidencia directa de los rayos del sol o altos contrastes de luminancia o de color dentro del campo visual del usuario.

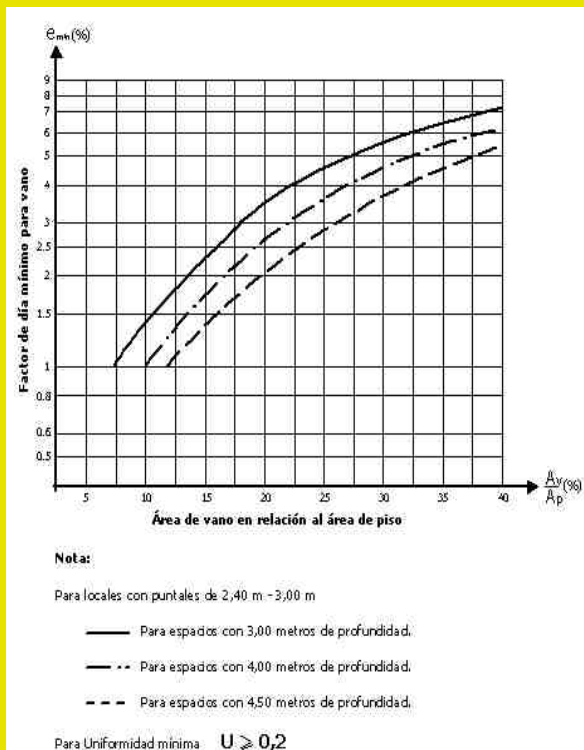


Gráfico de iluminación unilateral.



## CLIMA ACÚSTICO

El clima acústico es el conjunto de sonidos y ruidos que existen en un ambiente determinado.

En los últimos años se habla mucho más de paisaje sonoro, término creado por R. Murray Schafer en los años setenta, para caracterizar el medio ambiente cotidiano y musical, los sonidos de la naturaleza, el hablar o gritar de las personas, el ruido del transporte y otras fuentes sonoras, la dimensión audible de los aparatos domésticos, juguetes electrónicos, incluyendo inclusive los sonidos sintéticos en fin el "sonido de las cosas"[1]. y el silencio. Todos componen la identidad acústica de un lugar, traen mensajes, conexiones con la vida cotidiana y sentimientos y, al pasar de los años permanecen en nuestra memoria, como una huella ecológica del pasado.

Cada ciudad, cada espacio tiene un clima acústico o paisaje sonoro particular. Algunos planificadores urbanos y arquitectos han incorporado el sonido al diseño de los espacios, a nuevas plazas o a la señalización de una línea de metro, al vestíbulo de un edificio, sin embargo, aún no es usual asumirlo como elemento de composición arquitectónica. Se asocia generalmente con espacios para oír, bailar, grabar, etc. y con el ruido ambiente. La ciudad no es sólo ruido, sino también es contenedora de sensaciones auditivas agradables con las que los residentes se identifican.



La ecología acústica aborda también este tema pero desde la óptica del ser humano y su relación con lo audible como campo central de estudio. El ser humano no es el objetivo de los estímulos, sino el intérprete de su mundo perceptivo, según lo planteado por Hans-Ulrich Werner (2002). El sonido no un mero elemento físico del medio, sino un elemento de información y de unión con el mismo (Carlés, 2004)

Sin embargo, quizás el más usual enfoque del clima acústico o sonoro es precisamente el relacionado con la física. Éste es caracterizado principalmente por la intensidad de la emisión sonora sin tener en cuenta otros aspectos que influyen en la valoración de la calidad o aceptación, tales como los sociales, culturales, estéticos y emocionales.



Lo anterior está más relacionado con lo que se conoce como contaminación acústica, que no es más que el conjunto de ruidos que se hacen más o menos molestos y que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para las personas, llegando también a afectar a poblaciones de animales..

La actividad humana: el transporte, la construcción de edificios, las industrias, son las causas fundamentales de esta contaminación.

El ruido viene siendo un problema para la humanidad desde la antigüedad, existiendo referencias escritas sobre este tema ya desde la época de la Roma imperial. Las primeras normas conocidas relativas a la contaminación acústica datan del siglo XV, cuando en la ciudad de Berna se prohibió la circulación de carretas que, por su estado, pudieran producir ruidos excesivos que molestasen a los ciudadanos. En el siglo XVI, en Zurich se dictó una norma que prohibía hacer ruidos por la noche para no alterar el descanso de los ciudadanos. En la actualidad, cada país ha desarrollado la legislación específica correspondiente para regular el ruido y los problemas que éste acarrea.

En Cuba existen la *Norma Cubana 222: Requisitos acústicos para edificios* y la *NC 26:1999. Ruidos en zonas habitables. Requisitos higiénico-sanitarios*: además, está vigente el Reglamento de Ruido para la Ciudad de La Habana. Cada documento establece los requerimientos y límites permisibles de acuerdo a su especialidad y alcance.

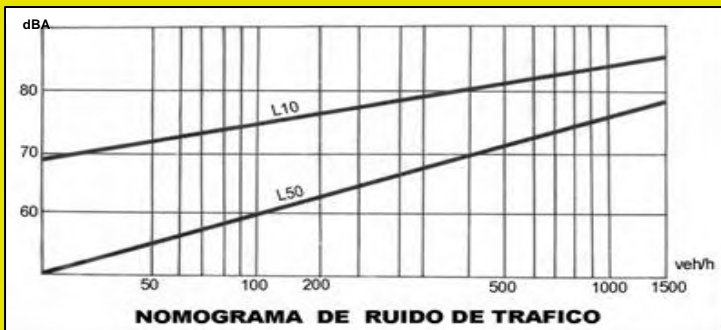


## ALGUNAS HERRAMIENTAS PARA CARACTERIZAR EL CLIMA ACUSTICO

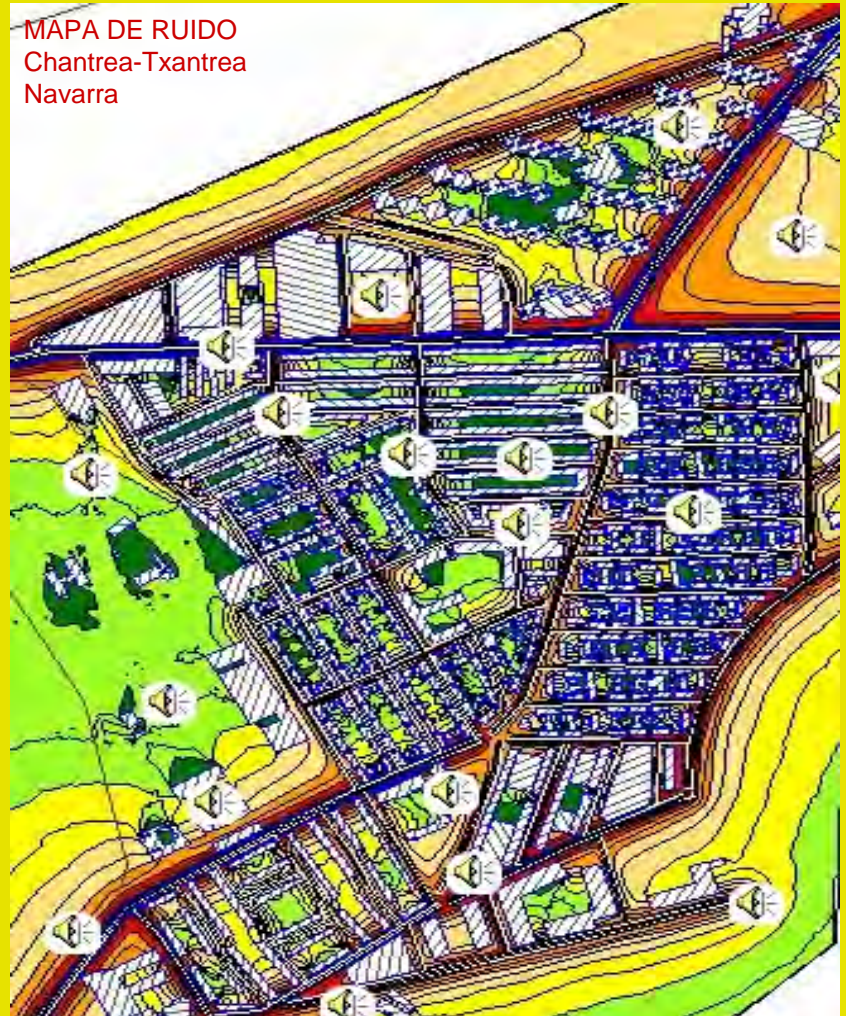
Una de las formas más conocidas para reflejar el clima acústico urbano es mediante mapas de ruido. Estos mapas son útiles para:

- Elaborar los Planes Reguladores de las ciudades.
- El control del grado de contaminación por ruido y la protección del medio ambiente.
- El diseño de nuevas urbanizaciones.
- Estudios de factibilidad ambiental.
- La zonificación en la parcela.

Los estudios de clima acústico que se han desarrollado en Cuba han tenido como objetivo la elaboración del *Nomograma de Ruido de Tráfico*, útil para pronosticar el nivel de ruido en una vía a partir de la cantidad de vehículos que circulan en la hora de mayor intensidad de tráfico, la velocidad promedio, perfil de la calle, pavimento, pendiente y condiciones atmosféricas.



Nomograma para pronosticar valores de niveles de ruido de tráfico automotor en las condiciones específicas de Cuba. (RC-1020)



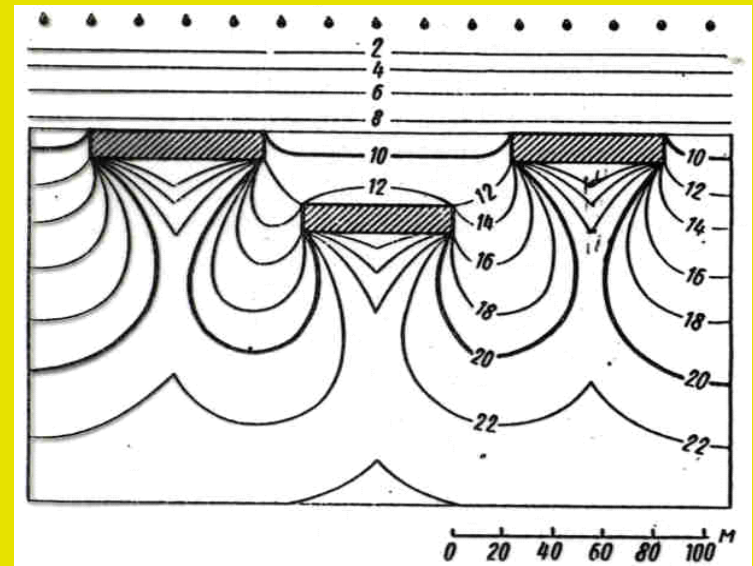
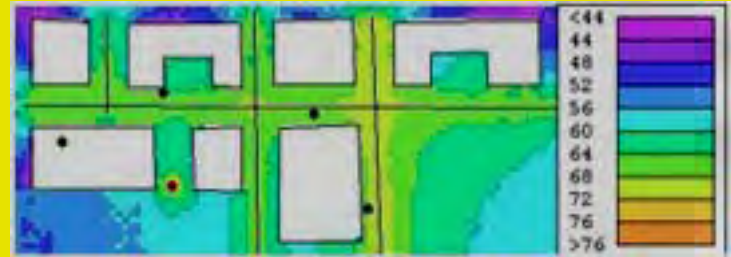
A partir de un estudio estadístico de vías urbanas en Ciudad de La Habana y verificado posteriormente para Santiago de Cuba y Santa Clara, Aida Ambou (1983) elaboró un método para determinar el ruido de tráfico automotor propagado a:

- 1m de distancia de la vía y 1,20m sobre el nivel del suelo.
- Hasta 500m de distancia y 3m de altura sobre el nivel de terreno, siempre que el espacio de propagación esté libre de obstáculos naturales o artificiales.

Al valor obtenido del Nomograma se le realizan correcciones en dependencia de las características del contexto.

Se han realizado además otras investigaciones en interiores de edificios, evaluaciones de soluciones constructivas y entrevistas a residentes en zonas compactas dirigidas a determinar las fuentes de molestia sonora. Experiencias sobre la calidad del medio ambiente sonoro, paisaje sonoro o clima acústico considerando otras variables no han sido desarrolladas, siendo un campo de investigación futura de gran importancia para urbanistas y arquitectos en su labor de recuperar la calidad ambiental e identidad de las ciudades.

## MAPA DE RUIDO



Mapa de ruido de un territorio próximo a una avenida para edificaciones paralelas a la vía. (Yudin, 1990)

# CONFORT HUMANO

## CONFORT TÉRMICO

Existen varias definiciones de bienestar térmico, entre ellas: “Estado de equilibrio térmico con el medio ambiente”, o “sensación térmica agradable que siente el hombre en un ambiente determinado”.



**CONFORT:** Equilibrio Térmico entre el Hombre y el Ambiente

**CALOR:** Ganancia de calor del Hombre aportada por el Ambiente

**FRÍO:** Pérdida de calor del Hombre hacia el Ambiente

En el bienestar térmico de las personas intervienen además del clima, otros factores externos tales como la vestimenta, la proximidad a las fuentes de calor, etc.

El efecto térmico de la vestimenta se mide en unidades “clo” que depende de la capacidad aislante del vestuario.

Entre los factores que intervienen en la apreciación del bienestar térmico y que dependen de las características de las personas se encuentra *la edad, el género, la raza, el estado de salud, el volumen corporal y la obesidad, e incluso, el estado de ánimo.*



CLO

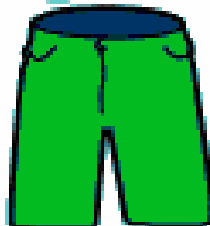
0.19

+



0.04

+



0.11

+



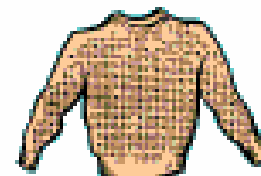
0.02

+



0.02

0.38



CLO

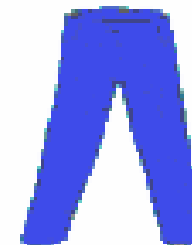
0.28



0.25



0.04



0.25



0.05



0.04

0.91

# INDICES INTEGRALES DE EXPRESION DE LOS NIVELES DE SENSACIONES TÉRMICAS

Para precisar una escala que cuantifique la percepción el ambiente térmico por el cuerpo humano, se han utilizado diversos índices que integran los distintas variables que intervienen en ello, ya que ninguna de ellas se percibe aisladamente en la realidad. En la tabla se recogen varios de los más conocidos.

Entre los índices más utilizados durante muchos años -- y aun hoy todavía se utiliza-- para determinar la percepción térmica del ambiente por parte de las personas, se encuentra la “*temperatura efectiva*”, (TE) que indica la percepción integral de las diversas variables del ambiente térmico actuando de conjunto sobre el organismo.

La temperatura efectiva (TE) índice creado en 1923, presentaba como principales limitaciones ciertas deformaciones para determinados rangos de temperaturas y no incorporaba el efecto de la radiación térmica de onda corta, presente en los espacios arquitectónicos, lo cual promovió la aplicación de la temperatura efectiva corregida (TEC).

## INDICES DE PERCEPCION TERMICA

TEMPERATURA OPERATIVA

TEMPERATURA SECA RESULTANTE

TEMPERATURA RADIANTE

TEMPERATURA DE GLOBO

TEMPERATURA DE GLOBO HÚMEDO

TEMPERATURA DE GLOBO Y BULBO HÚMEDO

TEMP. EFECTIVA

TEMPERATURA EFECTIVA CORREGIDA

INDICE DE CONFORT ECUATORIAL

INDICE DE ESTRÉS TÉRMICO

INDICE DE CALOR SOFOCANTE

OTROS INDICES

## ABREV.

Top

TSR

Tr

TG

WGT

WBG

TE

TEC

ECI

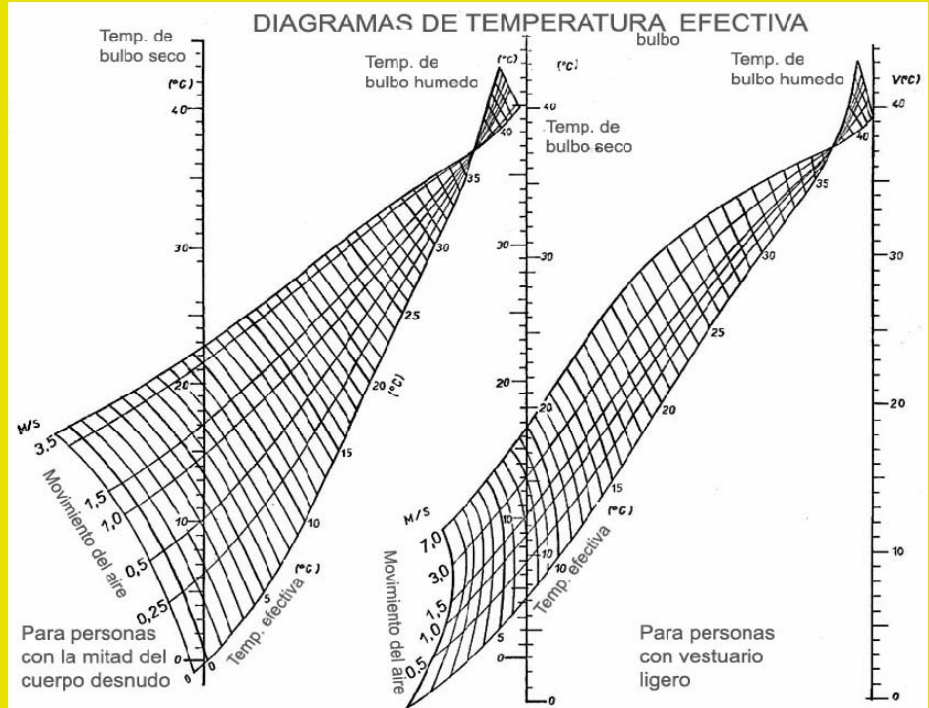
TSI

ICS

P4SR,

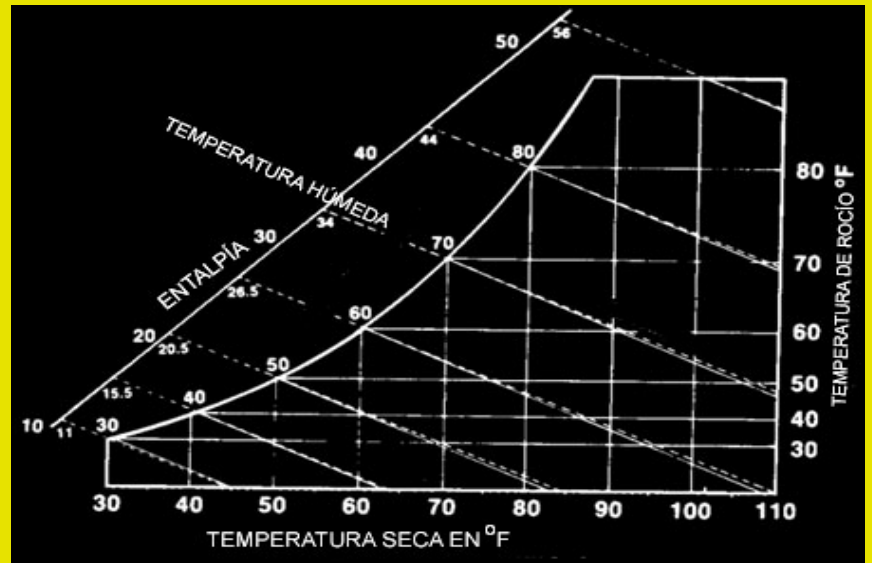
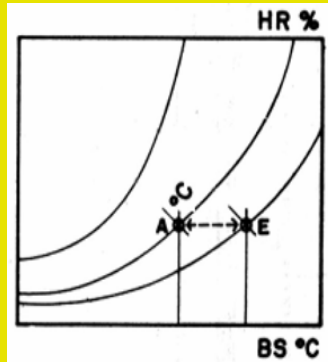
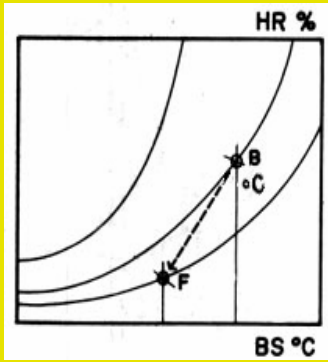
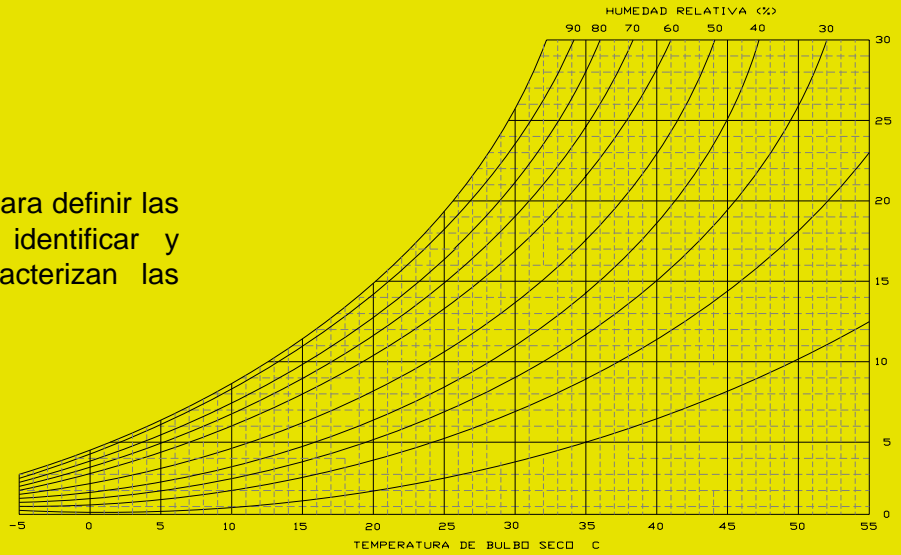
HSI

TEMPERATURA EFECTIVA



# DIAGRAMA PSICROMÉTRICO

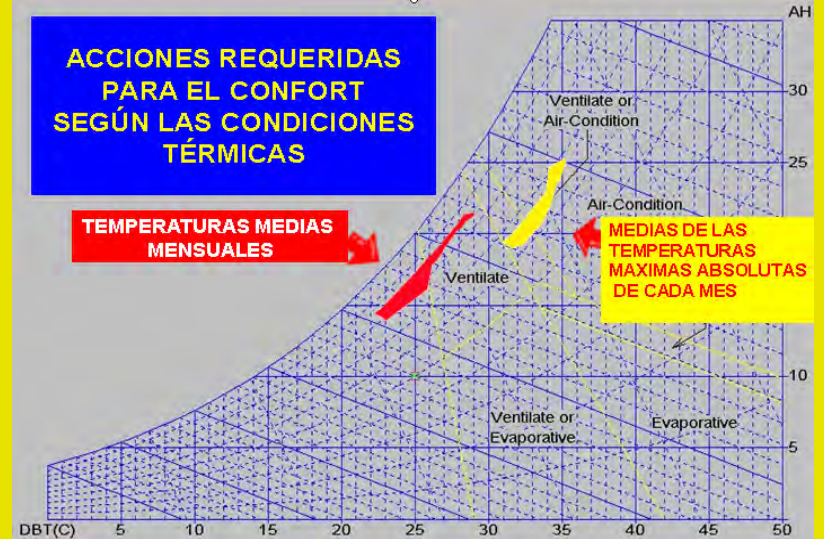
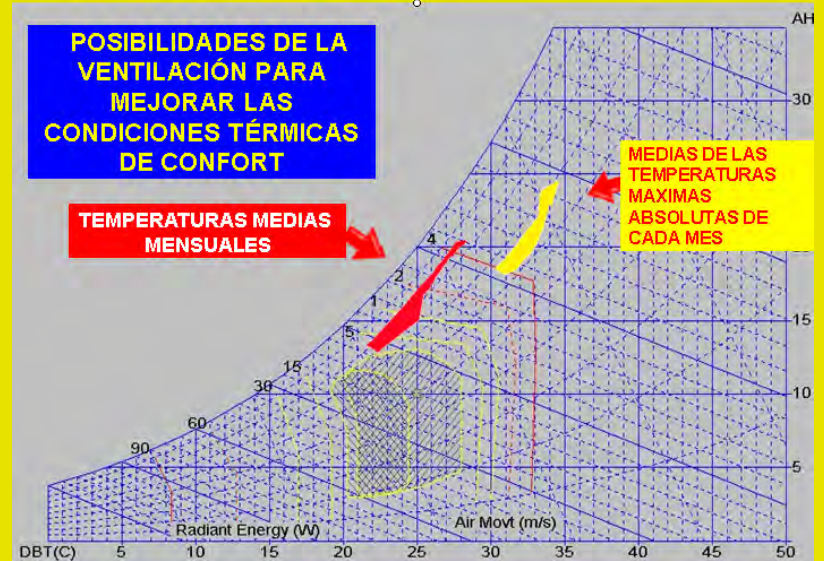
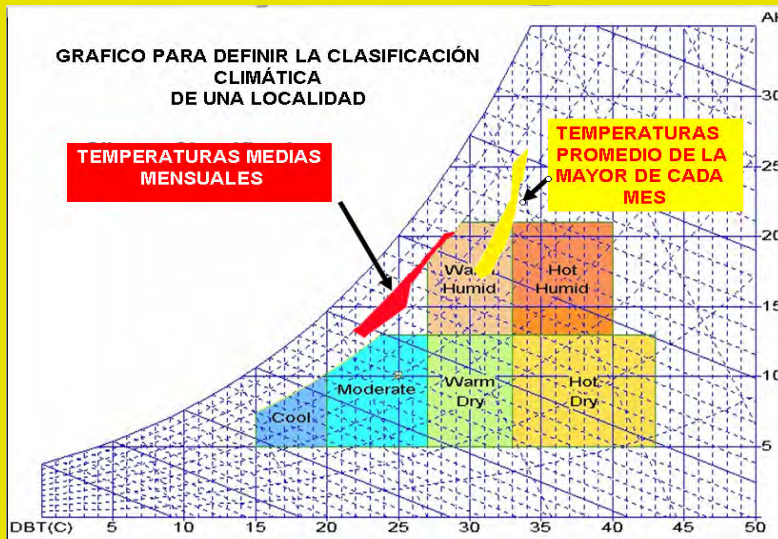
El diagrama psicrométrico es ampliamente utilizado para definir las condiciones térmicas de la atmósfera. Permite identificar y relacionar la mayoría de las variables que caracterizan las condiciones del aire.



## CONFORT TÉRMICO DE LOS HABITANTES DE LOS CLIMAS CÁLIDOS

El otro aspecto directamente relacionado con las condiciones climáticas se refiere al bienestar térmico en los edificios.

Al respecto las condiciones ambientales que actúan combinadas y de forma integral sobre las personas se registran en gráficas específicas para definir la clasificación climática de un entorno desde este punto de vista, así como para definir gráficamente las magnitudes en que se requiere modificar las variables climáticas locales para mejorar las condiciones de bienestar térmico de los ocupantes de un espacio.



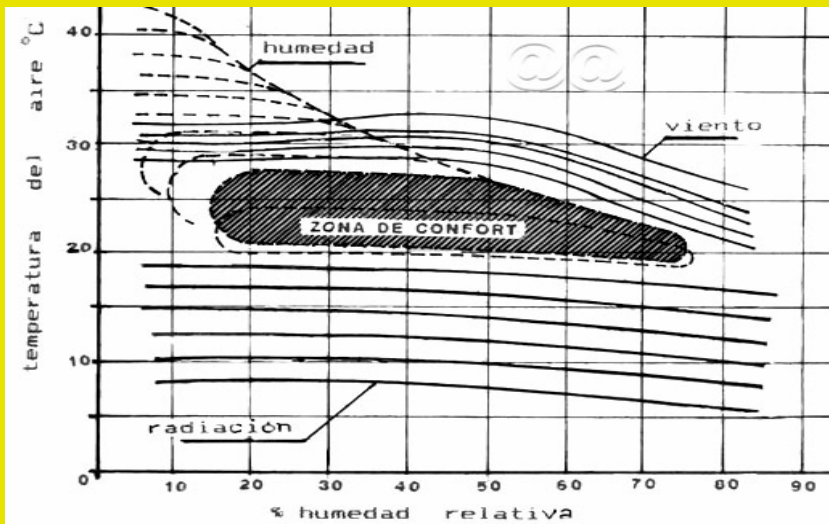
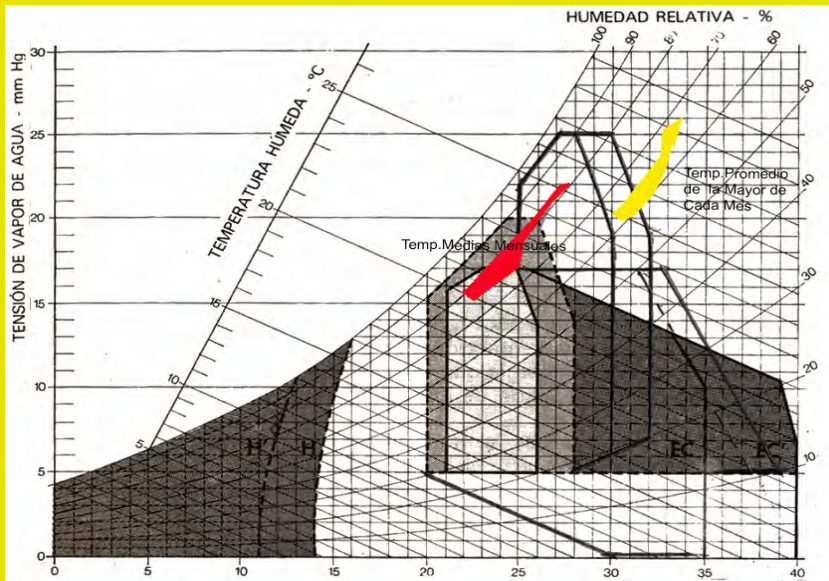


Diagrama de Olgay



Zona de confort de Givoni

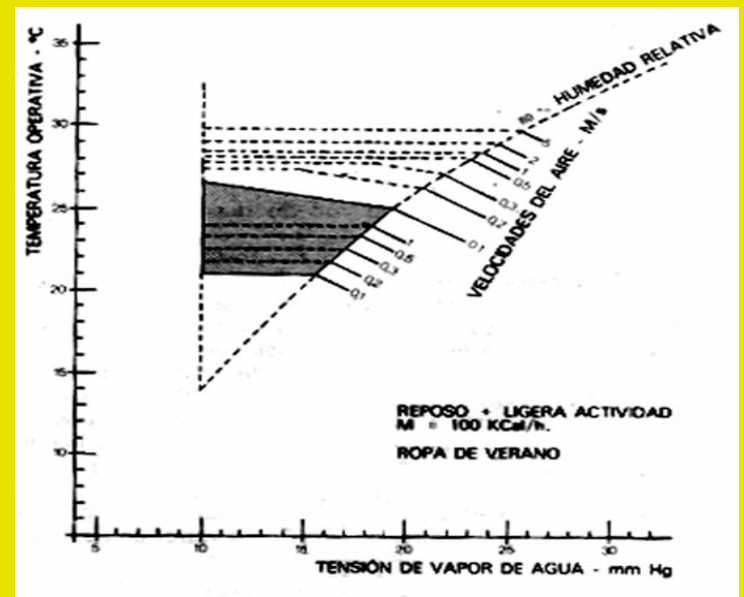


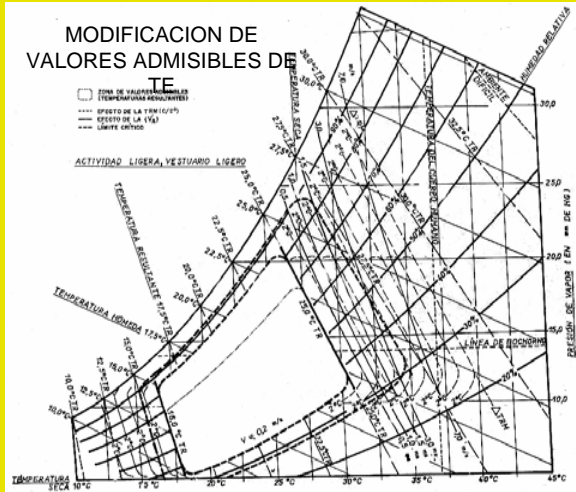
Diagrama de Guizard et al

Distintos autores han hecho propuestas de valores de confort expresados en forma de rangos de variables o de zonas de confort térmico que se reflejan en gráficos que combinan diversas variables del ambiente climático.

Algunas de las gráficas en donde se expresan las denominadas zonas de confort (*figuras de la derecha*), permiten definir las acciones alternativas que se requieren efectuar para lograr la modificación apropiada de las variables que concurren en la percepción térmica para aproximarlas a los valores considerados confortables por las personas.



# ANTECEDENTES DE VALORES DE CONFORT TÉRMICO PARA LAS CONDICIONES CALIDO HÚMEDAS DE CUBA



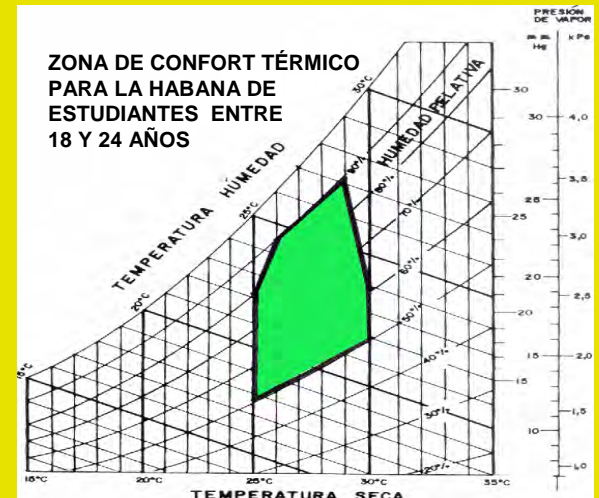
**ZONA DE CONFORT PARA GRADOS DE MOLESTIAS ADMISIBLES (A. Alfonso, 1979)**



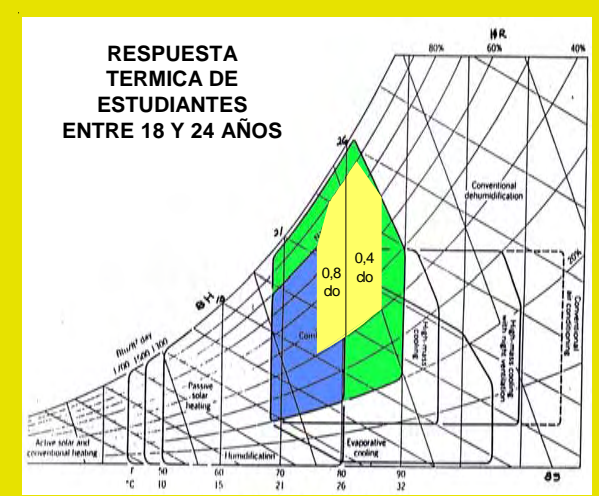
En Cuba, se han realizado varias investigaciones acerca de las zonas de confort térmico y realizado diversas propuestas. Se incluye la zona de admisibilidad térmica propuesta por A. Alfonso (1979), en la que por primera vez se utilizó como soporte un diagrama psicrométrico.

En ese caso se consideró el criterio de que más del 70% de las personas podrían admitir y regular con el vestuario condiciones térmicas de un ambiente entre 16 °C TE y 25 °C TE, teniendo en cuenta tanto sensibilidad como sensaciones térmicas, a partir de los resultados de V. López *et. al* en una muestra de más de 2000 individuos de ambos sexos.

Otra propuesta más reciente, basada en resultados obtenidos por la A.M. de la Peña, encuestando estudiantes universitarios en condiciones conformadas por una cámara climática artificial en el ISPJAE, se muestra a la derecha.



**ZONA DE CONFORT PARA ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS. (A. Ma. de la Peña)**



## CONFORT VISUAL

El confort o bienestar visual es la sensación sicoperceptual de satisfacción que siente el hombre cuando visualiza un ambiente determinado.

La visión es una de las sensaciones perceptivas que brinda un mayor conocimiento del mundo que nos rodea y la luz es el factor del medio físico que permite poder realizarla. En la medida que exista mejor iluminación la información visual que llega al cerebro será mas completa.

Para que exista confort visual en un ambiente determinado, dicho ambiente debe cumplir con los requerimientos de confort lumínico.

### Confort lumínico

El confort lumínico es una condición indispensable para que exista confort visual y se define como la sensación agradable que siente el hombre cuando puede observar el objetivo deseado sin fatiga visual.

El concepto de **confort lumínico** está referido fundamentalmente al puesto de trabajo o a la actividad que se realiza.

En el mismo intervienen aspectos físicos totalmente medibles, mientras que, el concepto de **confort visual** se refiere fundamentalmente al ambiente que se crea en el espacio e integra los factores que intervienen en el confort lumínico con elementos subjetivos tales como cultura, moda, gusto, etcétera.

Los factores físicos que definen el confort lumínico son:

- El nivel de iluminancia natural o factor de día.
- La uniformidad de la iluminación natural.
- El control del deslumbramiento.

El nivel de iluminancia están definido por la actividad visual, mientras que, la uniformidad esta dada por los niveles mínimos y máximos de iluminancia dentro del espacio y el deslumbramiento por los altos niveles o contraste de luminancia dentro del campo visual del observador.





# CIUDAD, ARQUITECTURA Y MICROCLIMAS

## TIPOLOGÍAS URBANAS



ALFONSO ALFONSO GONZÁLEZ  
GISELA DÍAZ QUINTERO  
ANA MARÍA DE LA PEÑA GONZÁLEZ



Los registros de las estaciones meteorológicas representativas de una región, al estar ubicadas en zonas rurales o suburbanas, no muestran lo que realmente ocurre en las ciudades, donde es típico el fenómeno de la Isla de Calor.

Estudios realizados por investigadores cubanos sobre el clima de la Ciudad de La Habana (Ortiz y Ortiz (1955), Paz(1987), Nieves y Prilipko (1987), Nieves y Ortiz (1997) y Díaz (1998)), han corroborado estas diferencias y también las existentes entre zonas de la propia ciudad.

Se ha verificado nuevamente que características del territorio como las geográficas, topográficas, cercanía a masas de agua y la vegetación inciden de forma general en el clima local; pero que además, existen otras derivadas de la configuración física y funcional de la ciudad.

En el Cuadro 1 se resumen las características o rasgos tipológicos de la estructura física de la ciudad que tienen mayor interacción con los parámetros climáticos. La forma en que inciden cada uno de estos rasgos se explica seguidamente.

Para hacer menos compleja la explicación de este comportamiento, los rasgos se han englobado en dos: forma urbana y materiales, considerando en este último, tanto lo relativo a su masa como a sus propiedades superficiales.

**Cuadro 1**

RASGOS TIPOLÓGICOS URBANOS		PARÁMETROS CLIMÁTICOS					
		VENTILACIÓN	RADIACIÓN	TEMPERATURA DEL AIRE	HUMEDAD RELATIVA	ILUMINACIÓN	RUIDO
<b>FORMA</b>	DENSIDAD CONSTRUCTIVA	+	+	+	+	+	+
	ORIENTACIÓN DE LA TRAMA	+	+	+	+	+	+
	PERFIL URBANO	+	+	+	+	+	+
	ALTURA PREDOMINANTE DE LOS EDIFICIOS	+	+	+	+	+	+
	PROPORCIÓN DE LA MANZANA	+	+	+	+	+	+
	ASOCIACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN LA MANZANA	+	+	+	+	+	+
	ORIENTACIÓN DEL LOTE	+	+	+	+	+	+
	DISTANCIA ENTRE FACHADAS	+	+	+	+	+	+
<b>MATERIALES o SUPERFICIES</b>	VEGETACIÓN	+	+	+	+	+	+
	AGUA	+	+	+	+	+	+
	MATERIALES	+	+	+	+	+	+

## Densidad urbana

La densidad del área urbanizada tiene un efecto significativo en la intensidad de la Isla de Calor (Chandler, 1971). El sólo hecho de existir un edificio en un terreno produce diferencias microclimáticas con respecto a un espacio sin construcciones. En la medida que se incrementa el número de edificios, las superficies potencialmente captadoras de calor se multiplican, pero la velocidad e intensidad del proceso de intercambio térmico y energético dependerá de determinadas características urbanas como la forma o geometría y los materiales que componen esa masa o superficie construida.

En la Ciudad de La Habana (Díaz, 1998) se han realizado investigaciones dirigidas a esclarecer la relación entre el incremento medio de la temperatura del aire y la densidad de las construcciones. Para ello utilizó el Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS), como indicador urbano de la intensidad de uso del territorio. Los resultados evidenciaron una tendencia al aumento de la temperatura del aire en la medida que se intensifica el uso del suelo por las edificaciones.

Sin embargo, este indicador no es concluyente por sí sólo de las ventajas o desventajas que un modelo urbano pueda tener. Debe analizarse de forma integral con otros descriptores del microclima urbano que consideran otros rasgos tipológicos.

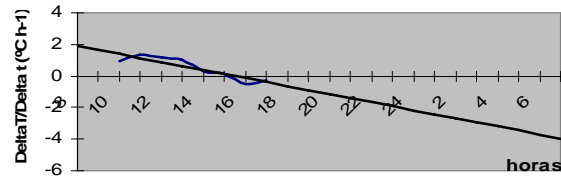
La volumetría de la ciudad – dada mayormente por el perfil, la altura de los edificios, la distancia entre fachadas y la asociación de edificios en la manzana- tiene mucha influencia en la cantidad de radiación solar que llega a las distintas superficies que la conforman. Mientras mayor es la piel de los edificios y espacios urbanos en contacto visual con la bóveda celeste mayor posibilidad tendrán de calentarse sus superficies.

En dependencia de las propiedades termofísicas de los materiales de construcción utilizados – densidad efectiva, capacidad térmica efectiva, emisividad efectiva, albedo efectivo- y del tratamiento de las superficies de terminación expuestas al sol, ese calor será más o menos absorbido, almacenado y emitido nuevamente a la atmósfera, influyendo en la intensidad de la isla de calor y de los oasis.

En la medida que esa ganancia de calor o energía sea comparable a la emitida en las horas nocturnas, la ciudad mantendrá un cierto equilibrio o balance energético. Este proceso de enfriamiento-calentamiento se estudió en zonas tipológicamente diferentes de Ciudad de La Habana.



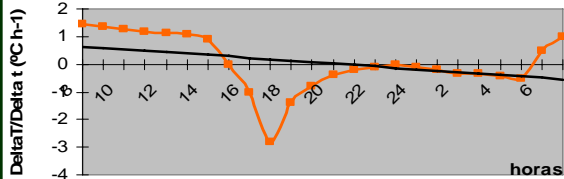
# TENDENCIA ENFRIAMIENTO-CALENTAMIENTO DE ZONAS MORFOLÓGICAS



## Centro Habana

COS 0,85

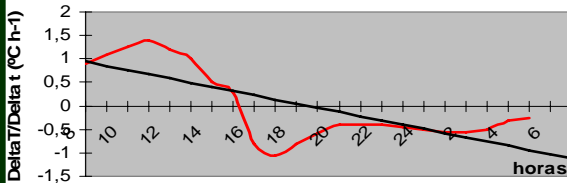
Medianeras, patios interiores y patinejos



## Cerro

COS 0,75

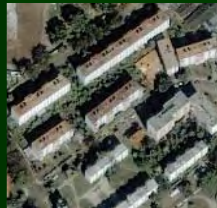
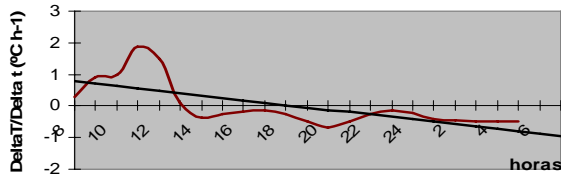
Pasillo perimetrales estrechos, patinejos



## Almendares

COS 0,65

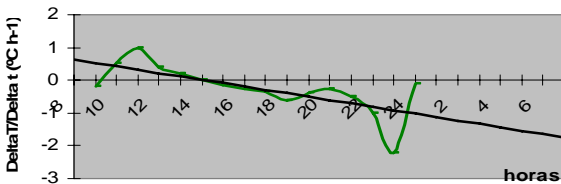
Pasillos perimetrales



## Habana del Este

COS 0,20

Edificios multifamiliares aislados, espacios libres entre edificios



## Cubanacán

COS 0,18

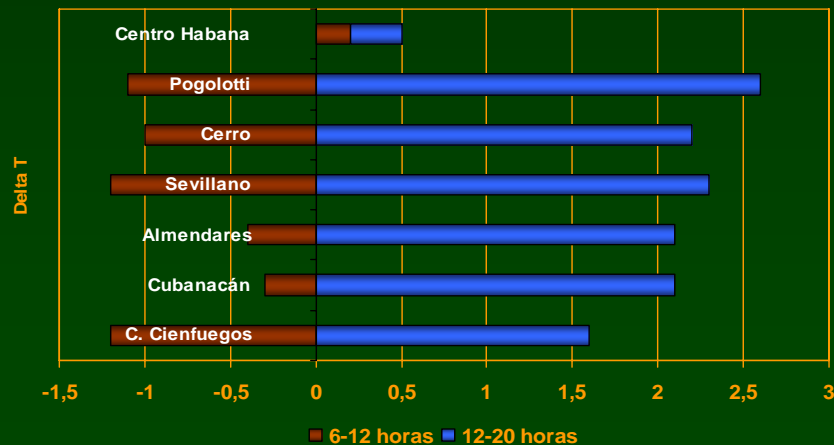
Viviendas aisladas, jardines y patios.

Según Oke (1972) y otros autores los índices de enfriamiento de las zonas urbanas y rurales, así como la emisión de la radiación térmica constituyen causas de la naturaleza dinámica de la isla de calor urbana. Las propiedades físico-térmicas de los distintos materiales que componen las superficies de la ciudad son diferentes, así como la cantidad de radiación solar que llega a las mismas, de ahí que la velocidad de enfriamiento y el momento en que éste comienza sean también diferentes. Estos factores al interrelacionarse con otros parámetros climáticos y las características tipológicas particulares de las zonas urbana dan lugar a múltiples microclimas cuyo conocimiento posibilita lograr diseños más apropiados.

Se observa como tendencia un enfriamiento en las horas nocturnas que comienza en momentos diferentes. Es significativo el hecho de que las primeras zonas en comenzar este proceso son, la de viviendas aisladas (Cubanacán) a las 15 horas y la compacta (Centro Habana) a las 16 horas. La de enfriamiento más lento es la de pasillos perimetrales estrechos, la que además tiene una menor oscilación térmica diaria, es decir, presenta condiciones más estables pero es la más caliente como media.

También resulta interesante observar las diferencias de temperatura media del aire durante la mañana y la tarde de varias localidades de Ciudad de La Habana con respecto a Casablanca como estación meteorológica de referencia (Gráfico de abajo). Entre las 6 y 12 horas todas son más frescas, excepto Centro Habana que es ligeramente más caliente (+0,2 °C). Sin embargo, entre las 12 y 20 horas todas son más calientes, siendo entonces Centro Habana donde se ha producido el menor incremento (+0,3°C). De esto y teniendo en cuenta el análisis anterior de enfriamiento-calentamiento, se puede deducir que la morfología compacta es la más estable térmicamente durante el día.

#### DIFERENCIA MÁXIMA DE TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE CON RESPECTO A CASABLANCA

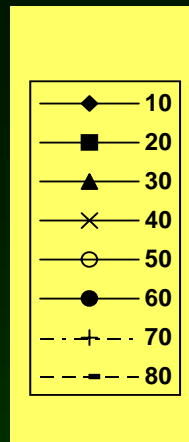


## Forma urbana

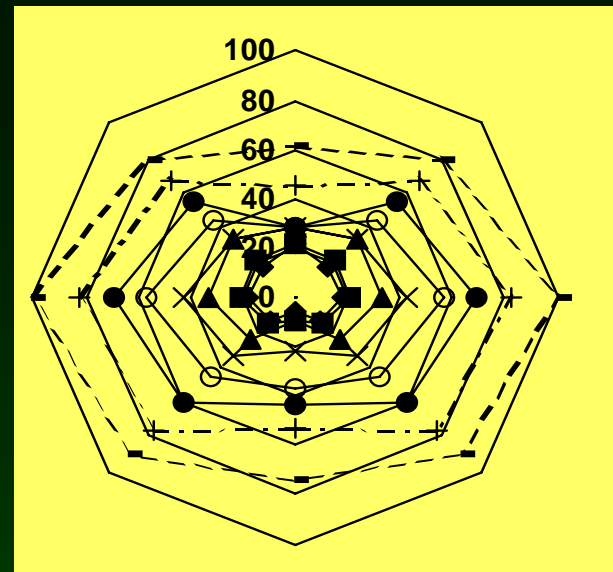
Ya se había comentado la relación entre la volumetría urbana y la ganancia de radiación solar. En esto influye, por supuesto, la orientación. En el gráfico de eficiencia anual de la obstrucción urbana, se aprecia claramente cómo la ciudad detiene más el sol del este y del oeste. También es significativa su eficiencia en el NE, SE, SO y NO. Por el contrario, los elementos horizontales adosados a fachadas, son más efectivos hacia el sur. Ambas soluciones se complementan perfectamente.

Suponiendo sistemas viales ortogonales, las ventajas de la orientación norte-sur / este-oeste no es tan evidente si se piensa en un balance a nivel de ciudad. En este caso una red vial orientada noreste-suroeste/ noroeste- sureste es más ventajosa sobre todo en los meses más críticos de verano, donde la sombra proyectada cubre un área mayor.

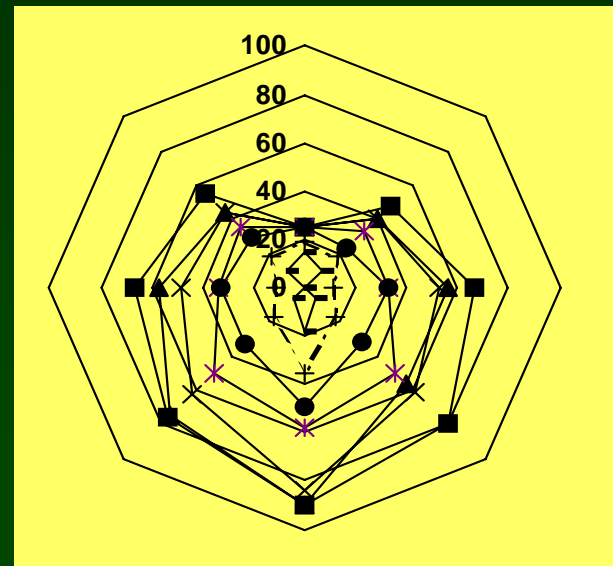
La influencia que sobre la reducción de la radiación solar acumulada en el plano de la calle durante el día, ejercen la altura de los edificios y el ancho y orientación de la calle, se pueden observar en la figura de la siguiente página.



**Eficiencia anual de la obstrucción urbana**

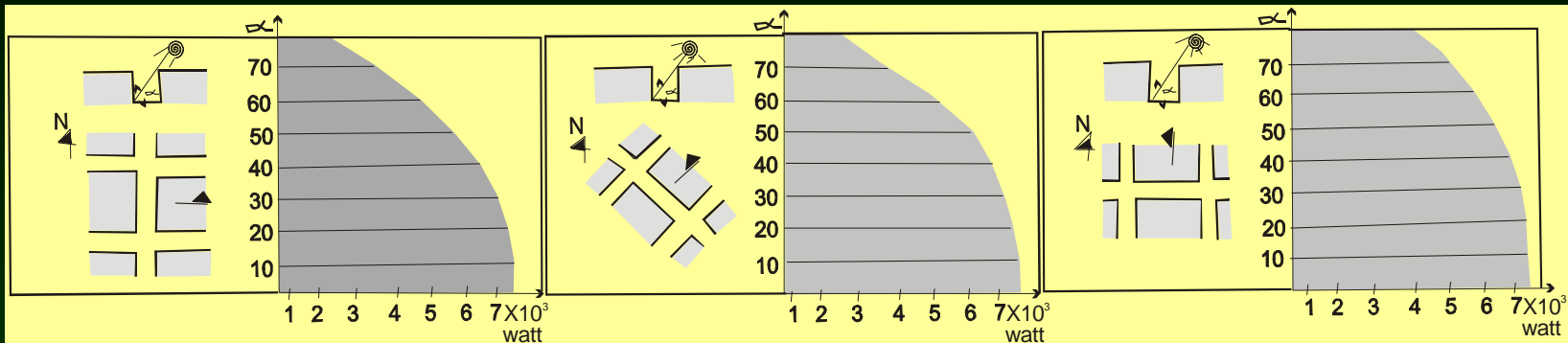


**Eficiencia anual de elementos horizontales adosados a fachadas**



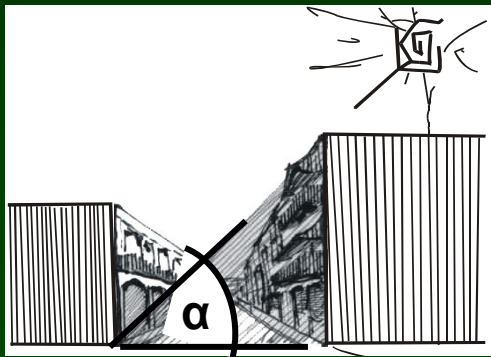


## EFFECTO DE LA OBSTACULIZACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR DIRECTA EN LA ENERGÍA ACUMULADA EN EL PLANO DE LA CALLE SEGÚN SU ORIENTACIÓN



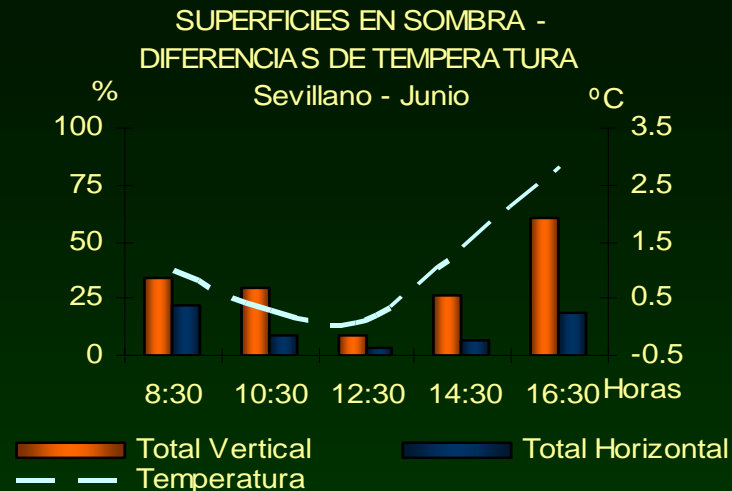
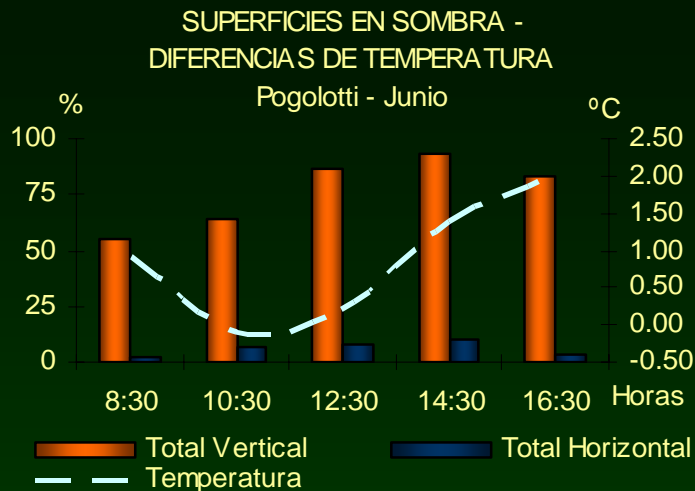
## ÁNGULO MEDIO DE OBSTRUCCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR EN CALLES

H. Vieja	70°
C. Habana	55°
Pogolotti	26°
Cerro	33°
Almendares	18°
Cubanacán	<10°
H. del Este	



## COEFICIENTE DE REDUCCIÓN FACHADAS/ PLANOS VERTICALES (Radiación detenida)

α	20	30	40	50	60	70	80
N	0,75					0,81	0,85
NE-NO	0,53	0,60		0,68	0,76	0,82	0,90
E-O	0,35	0,43	0,47	0,67	0,78	0,9	0,98
SE-SO	0,21	0,25	0,40	0,51	0,68	0,84	0,95
S	0,11		0,17	0,43	0,52	0,65	0,82



Los gráficos anteriores muestran para dos localidades de Ciudad de La Habana el efecto de la volumetría urbana y orientación de la trama, en la reducción de la radiación solar. Se ha hecho coincidir con la diferencia de temperatura del aire entre la referencia local y el exterior urbano (T). Para este análisis se tomó una manzana representativa de cada zona.

La tipología urbana de Pogolotti – paredes medianeras y patios traseros colindando en el centro de la manzana, predominio de una planta, distancia entre fachadas de 8 a 10m, escasa vegetación, orientación NE/SO/NO/SE – muestra un mayor valor porcentual de superficies verticales sombreadas en comparación con el Sevillano; no así las cubiertas y otras superficies horizontales por el predominio de edificios de una planta.

El Sevillano - pasillos perimetrales, patios traseros, edificios de una y dos plantas, distancia entre fachadas de 10 a 12m, vegetación en calles y patios, orientación de la trama N/S/E/O – posee menor cantidad de superficies sombreadas que Pogolotti, sin embargo, no hay grandes diferencias al comparar los valores de  $\Delta T$  de las dos localidades. En esto pueden influir varios factores, pero con un peso significativo se puede señalar la presencia de vegetación (árboles), que aporta sombra adicional. De no existir ésta, la temperatura del aire sería mucho mayor.

En la página siguiente se muestra, para un día promedio de junio, la evolución de la temperatura en ambas zonas y la de Casablanca, como Estación Meteorológica de referencia.



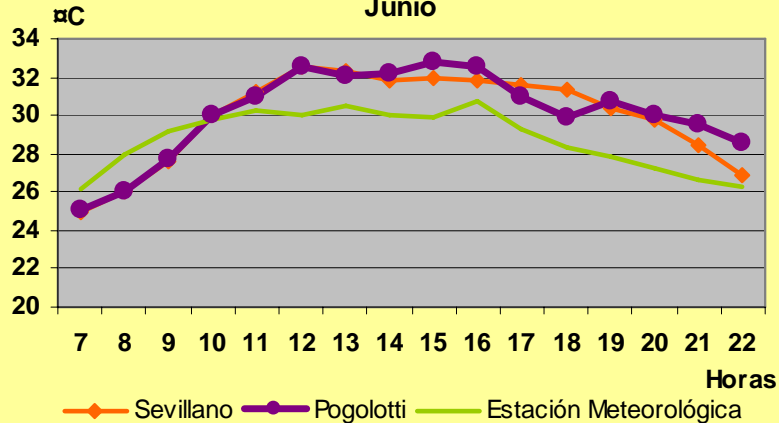
POGOLOTTI



SEVILLANO

### TEMPERATURA DEL AIRE

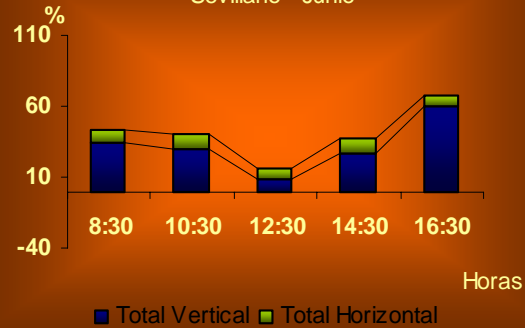
Junio



Evolución de la temperatura del aire de verano en dos localidades de la Ciudad de La Habana medidas simultáneamente y, de la Estación Meteorológica de Casablanca como Referencia. Se observa que las diferencias no son tan notables a pesar de que sus, excepto a las 15 y 18 horas.

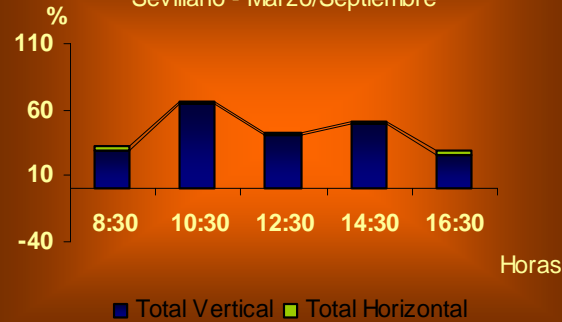
### SUPERFICIES EN SOMBRA

Sevillano - Junio



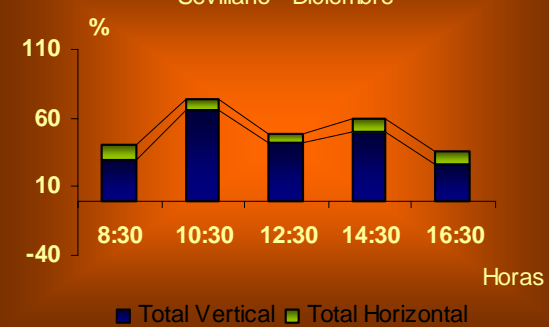
### SUPERFICIES EN SOMBRA

Sevillano - Marzo/Septiembre



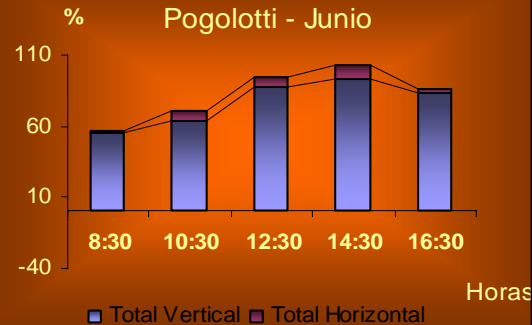
### SUPERFICIES EN SOMBRA

Sevillano - Diciembre



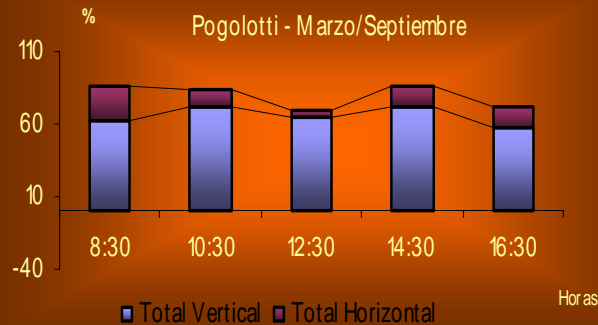
### SUPERFICIES EN SOMBRA

Pogolotti - Junio



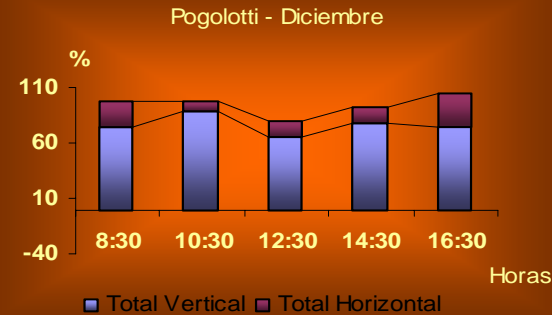
### SUPERFICIES EN SOMBRA

Pogolotti - Marzo/Septiembre



### SUPERFICIES EN SOMBRA

Pogolotti - Diciembre



En estos gráficos se expone el comportamiento – en porciento- de las superficies sombreadas en las morfologías previamente analizadas: compacta con centro de manzana libre (Pogolotti) y de pasillo perimetral (Sevillano) para los meses de junio, marzo, septiembre y diciembre. En junio es donde se manifiestan las mayores diferencias como ya se había visto anteriormente, aunque en general, como morfología urbana, Pogolotti se autosombrea más.

Además de contribuir la irregularidad del perfil urbano a reducir la ganancia solar, éste y la compacidad urbana determinan la rugosidad de la ciudad, la cual, como se ha visto en otros trabajos, está relacionada con el flujo del viento urbano.

Altas rugosidades significan un decrecimiento de la velocidad lineal del aire, pero un incremento del flujo turbulento, convirtiéndose las diferencias de presiones dinámicas en el mecanismo activador del movimiento del aire.

La irregularidad y compacidad volumétrica son, sin duda, beneficiosa para reducir la ganancia térmica pero, si excesivas, puede resultar un obstáculo para el enfriamiento urbano, ya que se reduce la posibilidad de que las emisiones térmicas se disipen hacia la atmósfera.



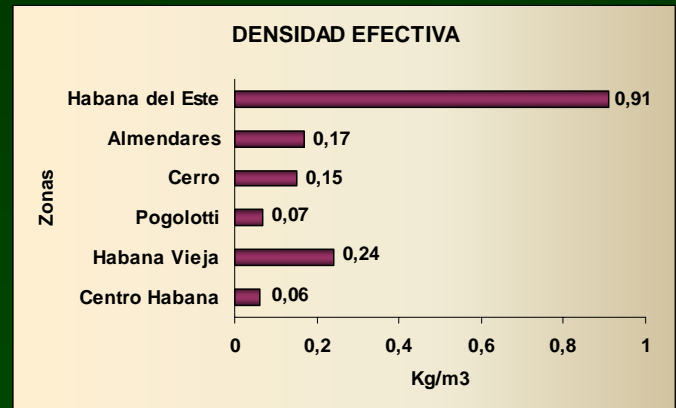
Como un descriptor general de la geometría urbana, autores como Taha (1990) han propuesto el Factor de Forma Urbana (FFU), el cual relaciona la superficie total expuesta al ambiente exterior con el volumen que ellas encierran - interior y exterior-.

## Materiales

Este mismo autor plantea que, si se considera la densidad y espesor de cada componente externo, se obtiene una densidad, que él llama efectiva, la cual es útil para caracterizar la cantidad de energía absorbida por una determinada estructura física urbana.

Al aplicar este concepto a algunas de las tipologías estudiadas y, considerando para el cálculo un sector urbano de iguales dimensiones, se obtuvieron los resultados más abajo graficados.

La tipología que mayor cantidad de energía absorbe es la dispersa y la menor es la compacta, sin embargo, como caso significativo aparece la Habana Vieja, con un valor comparativamente superior a otras zonas compactas, como Centro Habana y Pogolotti.

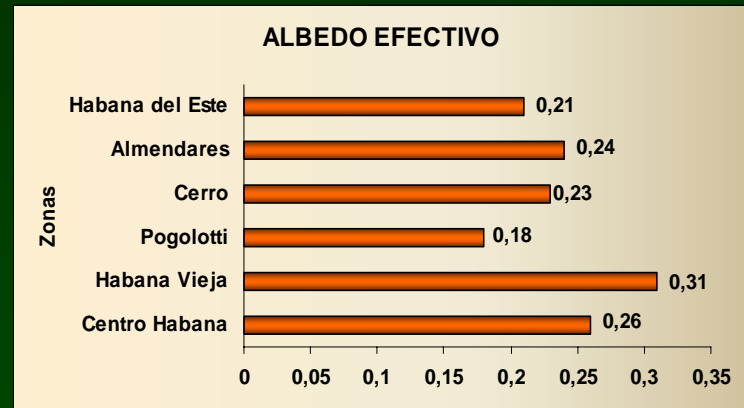
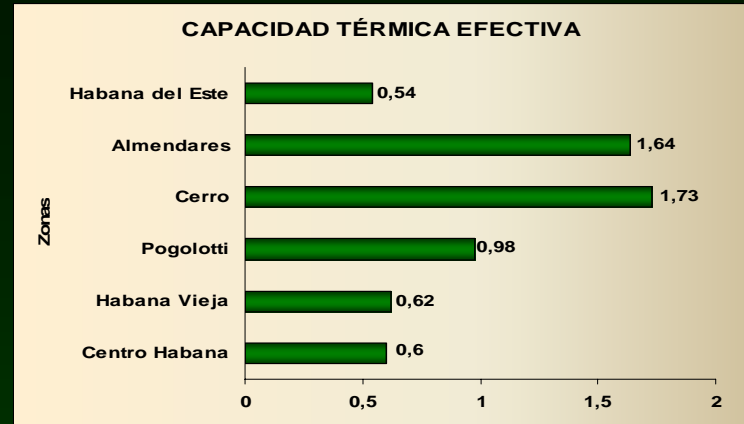


En las zonas del Cerro y Almendares se deben producir las mayores diferencias ciudad-campo por tener los más altos índices de capacidad térmica efectiva, el cual determina la cantidad de calor almacenado y emitido hacia el medio urbano en forma de onda larga, es decir, produce un efecto directo sobre la Isla de Calor. Si se comparan estos resultados con los estudios de la Isla de Calor de la Ciudad de La Habana (Nieves, 1986, 1995) se aprecia que están ubicadas muy próximas a las zonas más calientes.

El albedo de una superficie da información sobre su capacidad de reflejar la energía incidente. Influye en el balance de radiación de onda corta y tiene un efecto muy importante en el microclima.

Para la Ciudad de La Habana, los análisis arrojaron que los mayores albedos corresponden a la Habana Vieja. En general, los valores dan similares a los reportados por la literatura internacional (Oke 1978, Myrup y Morgan, 1972, Taha 1990) para zonas residenciales de baja densidad -0,20-, densidad media -0,23-, alta densidad -0, 25-.

Existen estudios que plantean reducciones del 62% en los consumos de energía - del 35% en la carga pico y del 44% en las horas a enfriar- con sólo cambiar el albedo de la ciudad de 0,25 a 0,40 (Taha et. al., 1988).



Los valores de emisividad de las tipologías urbanas estudiadas son semejantes, por lo que no es significativo considerarla como una variable de peso en la caracterización de éstas. Según Ferre-Vidal (1995) a diferencia de los materiales de construcción, la emisividad de la vegetación es alta lo cual puede deberse al contenido de agua en las hojas verdes. Esta característica es la que explica el enfriamiento de superficies vegetales mediante la evapotranspiración.

En la Tabla de la derecha se refleja una comparación de la temperatura aparente para diferentes usos del suelo urbano a partir de la caracterización de emisiones térmicas en áreas suburbanas mediante imágenes Thematic Mapper. Las áreas industriales son las más calientes mientras que el agua de mar es la más fresca. Se observan también como favorables el Parque Natural, tanto la zona de vegetación como las lagunas.

USOS DE SUELO	Tmedia (C)	Desviación S
Suelo desnudo	29.35	0.80
Forestal	23.33	0.66
Cultivos (vegetación herbácea)	24.93	0.25
Zona urbana	31.51	1.52
Zona industrial	36.32	2.52
Recinto Industrial 1	36.90	1.67
Recinto Industrial 2	36.24	2.26
Recinto Industrial 3	35.11	0.22
Recinto Industrial 4	35.51	0.24
Parque Carbón 1	38.29	0.11
Parque Carbón 2	35.91	0.11
Recinto Industrial 5	44.85	0.23
Recinto Industrial 6	55.09	0.25
Parque Central Térmica	35.20	1.81
Escombreras	30.18	0.93
Vertedero	31.94	2.20
Vegetación Parque Natural	20.66	0.63
Lagunas Parque Natural	22.55	1.31
Aguas costeras	15.02	0.22

Valores de temperatura aparente para diferentes usos de suelo según V. Ferrer-Vidal y Solé-Sugrañes (1995) detectadas mediante imágenes Thematic Mapper.



La influencia del área verde en la disminución de la temperatura seca del aire y en la temperatura de superficie es algo por todos conocido. La evapotranspiración y la sombra proyectada son respectivamente las causas fundamentales de esta influencia, sin embargo, hay pocos autores que hayan podido precisar la cantidad y tipo de vegetación necesaria para lograr determinadas reducciones.

Taha, a partir de un modelo desarrollado por Jensen y Haise (1963), determinó el potencial de evapotranspiración en función de la radiación solar y la temperatura ambiente para un espacio abierto urbano en la ciudad de Sacramento, CA, considerando el 10% y el 30% del área analizada cubierta por el follaje de árboles y la comparó con los registros para condiciones de no arbolado; observándose que para el 30% del área cubierta la reducción de la temperatura del aire puede alcanzar valores de hasta 4,5C en la tarde a causa de la evapotranspiración.

Parker como resultado en un estudio realizado sobre las ordenanzas urbanas y códigos de la edificación en los Estados Unidos planteó que el 80% del área debe ser cubierta por árboles y arbustivas, considerando las plantas casi en su madurez. Para las áreas de parqueo estipula el 50% del lote, a cubrir en 10 años. El objetivo principal de estas regulaciones es sombrear la mayor parte de los edificios y superficies exteriores. Establece una altura mínima de 2,40m para los árboles y el uso de palmas sólo en casos que, al agruparlas, se garantizara igual área de sombra.

El uso de arbolado produce también algunos efectos no tan benéficos que deben tenerse en cuenta: la radiación de onda larga al cielo se ve limitada, se incrementa la ganancia de calor latente a causa de la evapotranspiración y se reduce la velocidad del aire para ventilar los edificios.

En Cuba se observaron diferencias máximas de 13,5C entre la temperatura de superficie del suelo sobre la que una masa vegetal proyecta su sombra y aquella que no tiene protección. Las mediciones se realizaron en un campo de naranjas Valencia en San Diego, Pinar del Río. Por la noche, se invierte el proceso y la temperatura del suelo en la plantación es 0,8-1,1C mayor que en la plazoleta meteorológica. El retraso térmico es de tres horas.





En mediciones realizadas por la autora en Ciudad de La Habana se ha podido observar que las arbustivas, césped y coberturas tienen menor influencia en la reducción de la temperatura del aire en los espacios urbanos que el arbolado. Con árboles de follaje semiespeso, la amplitud máxima de la oscilación diaria llegó en las muestras medidas hasta 4,5 C. comparándolo con la estación meteorológica de Casablanca. Si se comparan con otros espacios con terminación de asfalto u hormigón, las temperaturas siempre serán menores. La humedad relativa a

diferencia de lo esperado no difiere mucho de la del punto de referencia en las máximas, todo lo contrario. En la Tabla siguiente se muestran algunos resultados obtenidos al medir temperatura y humedad relativa en espacios con diferente distribución de vegetación, en zonas de Ciudad de La Habana, que corroboran y amplían los beneficios expuestos por otros autores.

Los valores están referidos a la estación de referencia local.

No.	ESPECIES	VEGETACIÓN	tmax C	tmin C	Hrmax %	Hrmin %
1	césped(95%) arbustivas (5%)	poca	+4,0	-1,0	+4	-15
2	cobertura(100%)	poca	+3,0	-0,6	+7	-22
3	césped(90%) árboles(10%)	poca	+2,5	-0,5	+4	-25
4	césped(50%) arbustivas(30%) árboles(20%)	abundante	+2,0	-2,0	+12	-15
5	césped arbustos árboles (100%)	abundante	+2,0	-2,2	+9	-8
6	césped(15%) árboles(40%)	abundante	+1,8	-2,5	+6	-25



# CIUDAD, ARQUITECTURA Y MICROCLIMAS

## CIUDAD Y ESPACIOS ABIERTOS



# LOS MICROCLIMAS DE LA HABANA

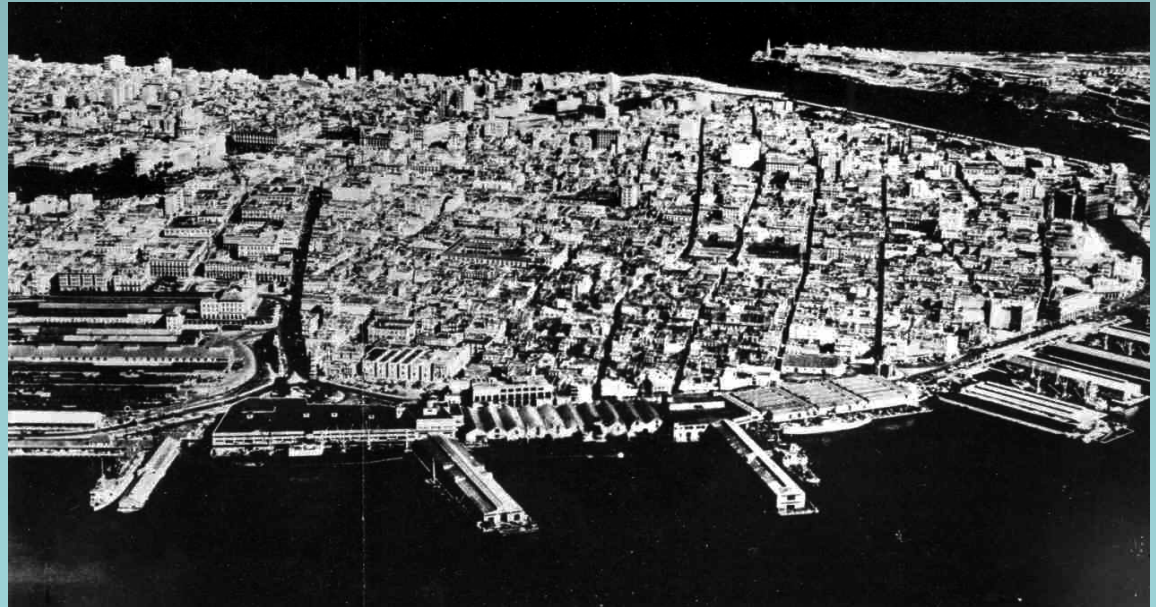
La ciudad presenta contrastes agudos en las condiciones térmicas entre unos y otros momentos del día (días y noches) y entre unas zonas y otras, lo cual se manifiesta en los complejos microclimáticos urbanos.

La humedad difiere de la existente en áreas despobladas. La calidad del aire está afectada por las emanaciones industriales, vehiculares y las procedentes de otras fuentes contaminantes. Los niveles de ruido son elevados. Todo esto revela importantes efectos, tales como el de la " *isla de calor* " urbano, la estructura vertical del viento turbulento en la ciudad, las influencias del medio natural circundante y los propios fenómenos generados por la urbe como la contaminación ambiental.

La densidad, carácter de las construcciones, tipos de superficies, características de los espacios libres, orientación y ancho de las calles, volumetría de los edificios, el transporte, la vida industrial urbana entre otros, son elementos que influyen notablemente en la conformación de microclimas urbanos.

## LA "ISLA DE CALOR"

En las ciudades se produce el fenómeno climático conocido como "*isla de calor*". Durante el día la temperatura del aire se incrementa alcanzando su valor máximo en las últimas horas de la tarde - calor éste originado por la radiación solar y por la energía calorífica producida por el



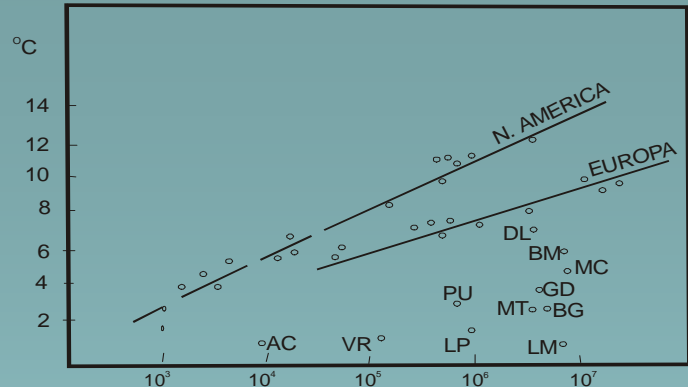
transporte, los procesos industriales, entre otros- , el cual es absorbido por la masa de la construcción y desprendido posteriormente en un proceso mucho más lento que se inicia al cesar la incidencia del sol, fuente principal de calor.

Las construcciones, al igual que los suelos y rocas en los desiertos y otras áreas naturales denudadas, pueden irradiar hasta un 90 % de la energía calórica que reciben del sol, contrariamente a lo que ocurre en bosques, en donde hasta el 60-70 % de la radiación es capturada por evapotranspiración, lo cual evita un incremento excesivo de temperatura.

Hipótesis planteadas por Myrup y referidas por Brown, sugieren que para una ciudad de un millón de habitantes, las temperaturas no decrecerán hasta que las superficies evaporativas, por ejemplo, vegetación, sean del 10 al 20% del área de la ciudad. En la medida que ese incremento sea

**SIMBOLOGÍA:**

- LP- LA PAZ
- BG- BOGOTÁ
- LM- LIMA
- MC- CIUDAD MÉXICO
- BM- BOMBAY
- VR- VERACRUZ
- DL- DELHI
- MT- MONTERREY
- GD- GUADALAJARA
- AC- ACAPULCO
- PU- PUEBLA



Intensidad máxima de la Isla de calor contra población para ciudades tropicales de las latitudes media (Oke, 1982).

del 20 al 50%, las temperaturas mínimas del aire decrecerán de 3 a 5°C y las máximas de 5 a 6°C.

La diferencia de temperatura entre la ciudad y sus alrededores alcanza su valor máximo en las horas de la noche y en las cercanías del centro de la zona de mayor densidad de construcciones, pudiendo llegar en las grandes ciudades a gradientes hasta de 3°C y 5°C. Investigaciones realizadas en la ciudad de Santa Clara en Cuba señalan diferencias de temperatura de 8°C.

El régimen térmico de Ciudad de La Habana está fuertemente influenciado por su cercanía al mar, siendo ésta la principal causa de la reducción de las oscilaciones diarias de la temperatura del aire aunque mantiene sus condiciones cálidas la mayor parte del día en el período diurno, las cuales exceden considerablemente los valores de la denominada "zona de confort" propuestos por diversos autores, sin embargo, este rango no ha sido establecido definitivamente para el hombre cubano y continúa siendo investigado.

Las abundantes nubes que caracterizan esta región y en general todo el territorio cubano, son desplazadas por el viento de forma casi constante, produciendo fluctuaciones en las magnitudes de radiación solar y luminosidad de la bóveda celeste.

El incremento de la turbidez de la atmósfera propia de las áreas urbanizadas a causa de la contaminación ambiental, genera una reducción de la radiación solar directa y en la emisión de onda larga.

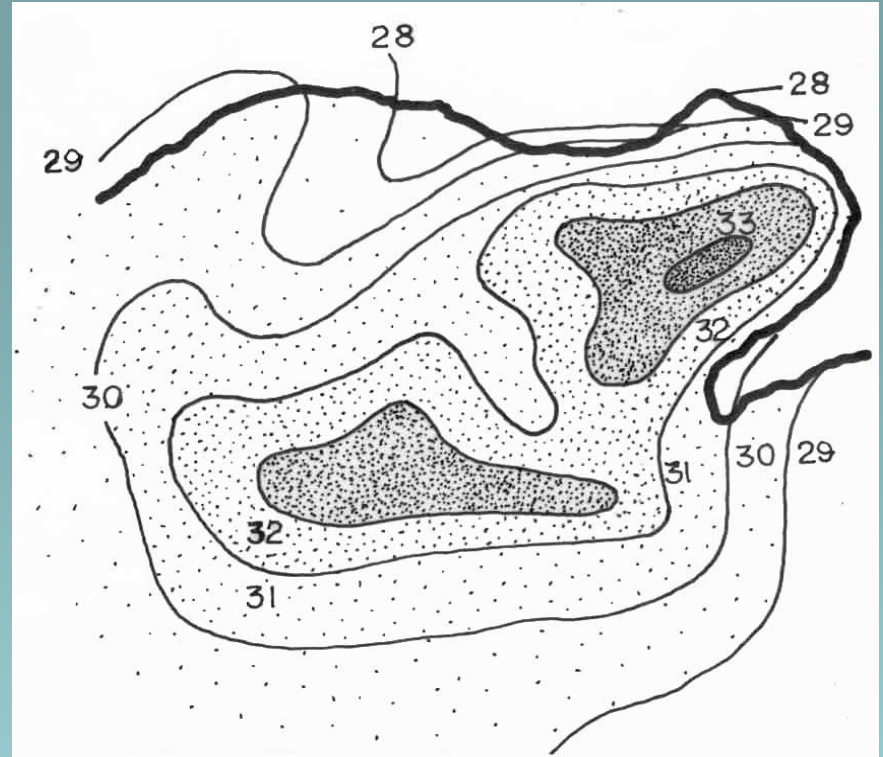
En Ciudad de La Habana estudios realizados por Ortiz y Ortiz, citados por Paz y M. Nieves, reflejan dos núcleos máximos de temperatura situados sobre zonas de altas densidades de población y construcciones.

Luis Paz analizó el comportamiento de la temperatura en puntos situados en el centro de la ciudad, en los suburbios y en Casablanca, estación meteorológica más cercana.

En la figura de la página siguiente se observa que, como promedio, el centro de la ciudad es más caliente todo el año. La máxima media, sin embargo, es mayor en Casablanca y menor en los suburbios.

En los meses más fríos la ciudad posee temperaturas medias máximas y mínimas menores y mayores respectivamente, mientras que, en los meses más cálidos siempre son mayores que los suburbios.

Durante los mediodías en el verano el punto situado en la ciudad es más frío. Sin embargo, los resultados obtenidos muestran que la magnitud de la diferencia depende de la ubicación del punto situado en los suburbios.



Mapa de isotermas a la 1:30 p.m. del día 2 de junio de 1955 para La Habana (según Ortiz y Ortiz, referido por Paz)

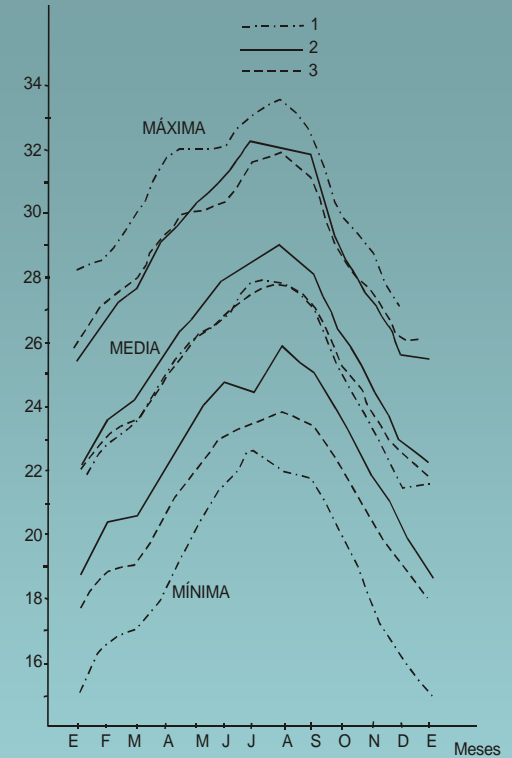
Más recientemente (1987) M. Nieves y G. Prilipko demostraron que a partir de la segunda mitad del día se forma una "isla de calor" bien definida, la cual bajo la influencia de las brisas marinas, hacia el final del día, se une con otro núcleo cálido al oeste. En las horas cercanas a la puesta del sol, la temperatura en todos los puntos de observación, como promedio, era de  $+1^{\circ}\text{C}$  a  $+3^{\circ}\text{C}$  con respecto a la estación meteorológica de referencia (Casablanca).

Después de la puesta del sol en la parte suroccidental continúa un incremento de la "isla de calor" alcanzando los gradientes máximos de  $+2,6^{\circ}\text{C}$  a  $+3^{\circ}\text{C}$  en la primera mitad de la noche. A partir de la medianoche se debilita pero vuelve a aparecer otro máximo entre las 4 y 6am ( $+2,0$  a  $+2,6^{\circ}\text{C}$ ).

En la parte del litoral los valores llegan hasta cerca de  $+2,0^{\circ}\text{C}$  para la zona de la Habana Vieja y de  $+2,0$  a  $+2,5^{\circ}\text{C}$  para el Malecón.



Comportamiento de las temperaturas medias, máxima media y mínima media en las estaciones meteorológicas 1, 2 y 3 para tres años de observaciones simultáneas (1955-57) referido por Paz.



- 1 CASABLANCA
- 2 SAN MIGUEL Y ESPADA
- 3 ARROYO NARANJO

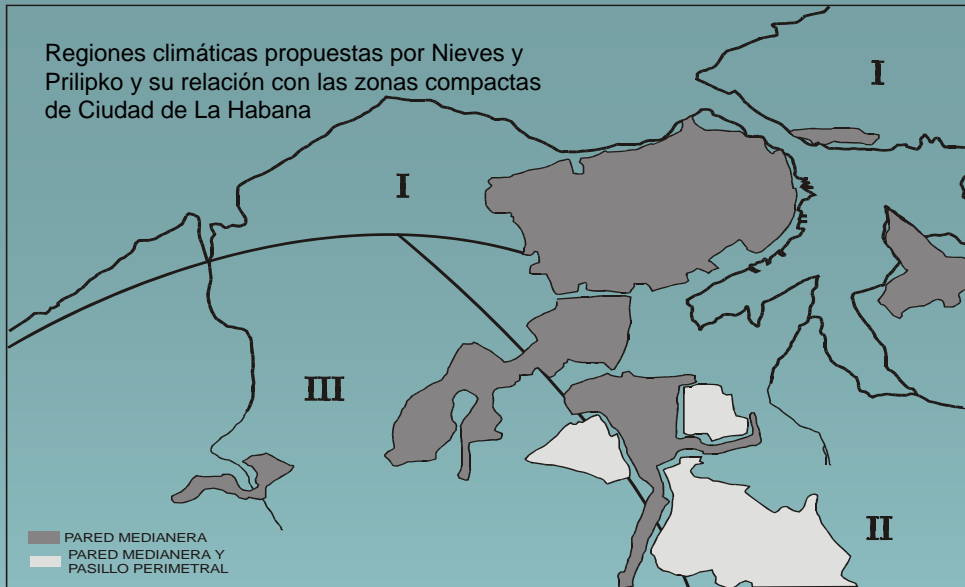
En horas matutinas, la intensidad y situación de este fenómeno se ve influenciado en gran medida por el mar.

En Ciudad de La Habana se pueden definir tres regiones, homogéneas en su comportamiento térmico, cuya caracterización se muestra en la figura de la derecha.

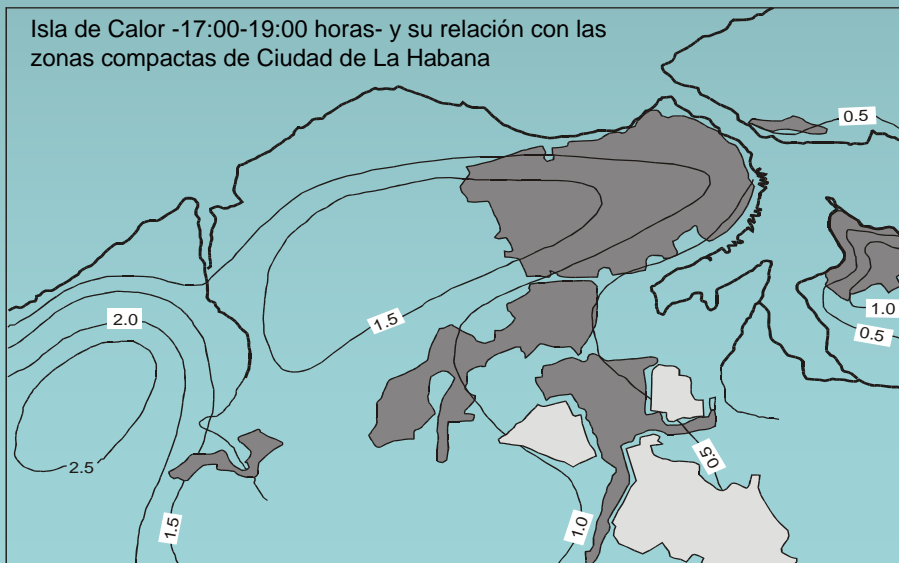
Al mediodía la Región II, hacia el este, es la que presenta condiciones más desfavorables, mientras que la III, al suroeste, las supera en horas de la tarde, la noche y la madrugada. La Región I, hacia el norte, en la zona costera es la que en general mejores condiciones térmicas presenta.

En la figura de la derecha se observa la relación entre estas regiones y la zona con tipologías compactas, no evidenciándose una correspondencia directa entre la región climáticamente más desfavorable con las zonas más densamente construidas dentro de la propia ciudad. Se puede señalar que en la Región I la altura promedio de los edificios es mayor, mientras que en la II predominan fuentes generadoras de calor procedentes de la terminal de trenes, industrias, etc.

Regiones climáticas propuestas por Nieves y Prilipko y su relación con las zonas compactas de Ciudad de La Habana



Isla de Calor -17:00-19:00 horas- y su relación con las zonas compactas de Ciudad de La Habana

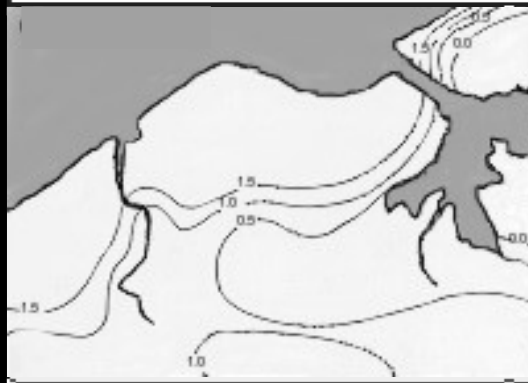


# ISLA DE CALOR DE CIUDAD DE LA HABANA

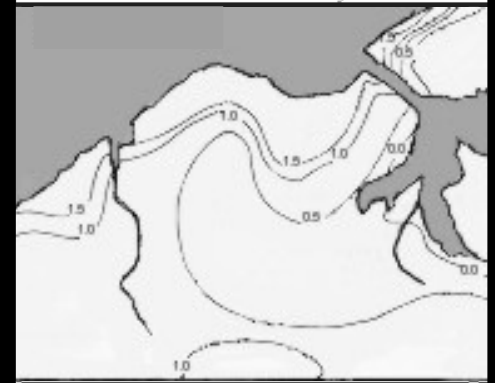
COMPORTAMIENTO DIARIO  
DE LA "ISLA DE CALOR" EN  
LA CIUDAD DE LA HABANA



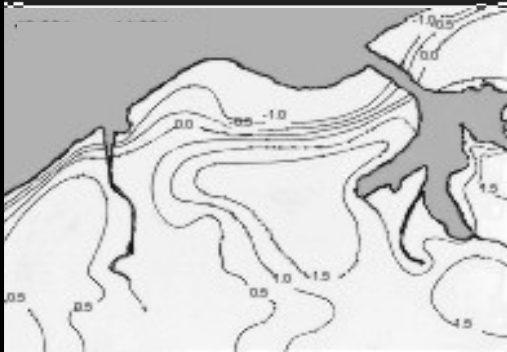
6 - 8 horas



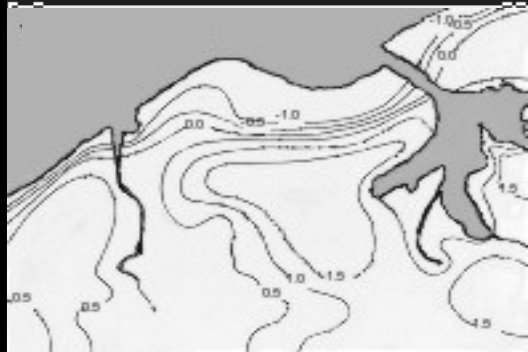
10-12 horas



12-14 horas



14-17 horas



17-19 horas



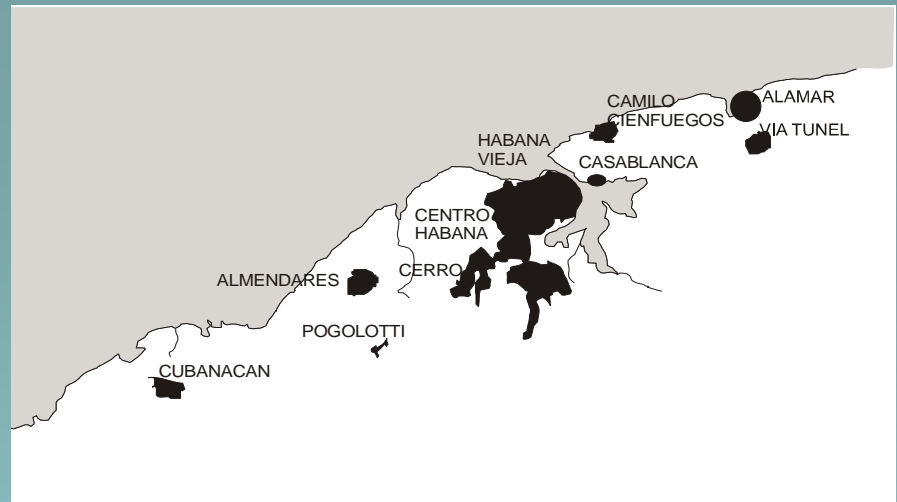


## ISLA DE CALOR DE CIUDAD DE LA HABANA

HORARIO	ZONA I 	ZONA II 	ZONA III 
6 - 8	Diferencia de temperatura de 1,5 °C	Diferencias de temperatura pequeñas, con valores de hasta 0,5 °C	Diferencias de temperatura entre 1,0 °C y 1,5 °C
10 - 12	Tendencia al debilitamiento de la "Isla de Calor"	Las diferencias de temperaturas se hacen menores	Ligera tendencia a una reducción de las diferencias de temperatura
12 - 14	Se invierten las diferencias de temperatura, alcanzando valores de -1,0 °C	Tendencia al incremento de las diferencias de temperatura con valores de hasta 1,5 °C	Se mantienen pequeñas las diferencias de temperatura
14 - 17		Se debilita la " Isla de Calor"	Comienza a definirse una zona de mayores temperaturas, con valores de hasta 2,5 °C
17 - 19	Tendencia a recuperarse los valores positivos en las diferencias relativas de temperatura	Se mantienen las diferencias de temperatura con valores de hasta 1,0 °C	Presenta las mayores diferencias de temperatura con valores de hasta 2,5 °C

Otros estudios sobre microclima fueron realizados para la Ciudad de La Habana (Díaz, 1998) con el objetivo de determinar la influencia que la densidad de ocupación del suelo por las edificaciones produce en el incremento de la temperatura del aire en las ciudades. Para ello se compararon los registros de temperatura media diaria del aire obtenidos en zonas tipológicamente diferentes de la ciudad con los de estaciones meteorológicas locales de referencia ubicadas en cada zona evaluada. Esta información se relacionó con los Coeficientes de Ocupación del Suelo (COS) correspondientes obteniéndose así la tendencia del comportamiento de esta variable climática en función de este indicador urbano.

Contradictoriamente, en la Habana Vieja las temperaturas exteriores fueron inferiores a las que se esperaban de acuerdo a su COS, lo que evidenciaba la existencia de condiciones microclimáticas muy particulares dadas por su estructura física y ubicación geográfica.



- CONSTRUCCIONES CON PAREDES MEDIANERAS
- CONSTRUCCIONES CON PAREDES MEDIANERAS Y PASILLOS PERIMETRALES

Localización de las zonas referidas en el mapa de Ciudad de La Habana.

Diferencias de temperatura y humedad relativa medias del aire en distintas localidades de Ciudad de La Habana con respecto a la estación meteorológica de Casablanca.

ZONA	$\Delta t$ (°C)	$\Delta HR$ (%)
Camilo Cienfuegos	0,1	+6
Habana Vieja	0,3	-3
Cubanacán	0,5	-2
Cerro	0,7	+9
Centro Habana	0,9	-2
Almendares	1,6	-9
Reparto Vía Tunel	1,7	+4
Pogolotti	2,0	-4
Alamar	2,3	-13

# EL INCREMENTO DE LA TEMPERATURA DEL AIRE Y LA OCUPACIÓN DE SUELO

C.O.S 0,87

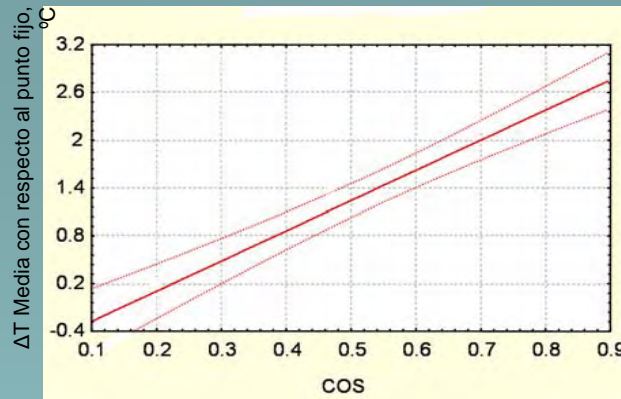
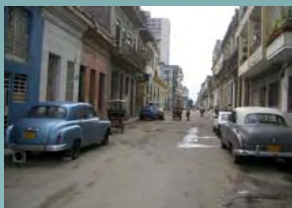
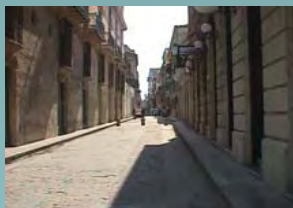


VISTA SUPERIOR

C.O.S 0,85

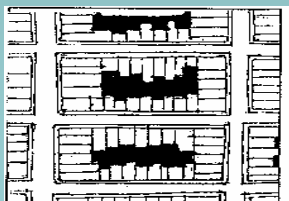


VISTA SUPERIOR



*Relación empírica entre el incremento de la temperatura del aire con respecto a la referencia local y el Coeficiente de Ocupación del Suelo (C.O.S.)*

C.O.S 0,80



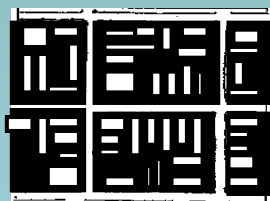
VISTA SUPERIOR

C.O.S 0,75



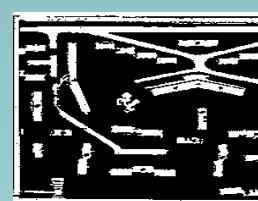
VISTA SUPERIOR

C.O.S 0,65



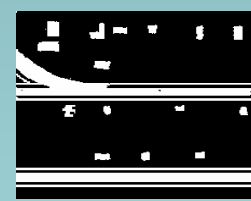
VISTA SUPERIOR

C.O.S 0,20

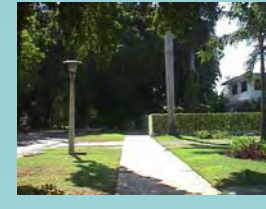


VISTA SUPERIOR

C.O.S 0,18



VISTA SUPERIOR

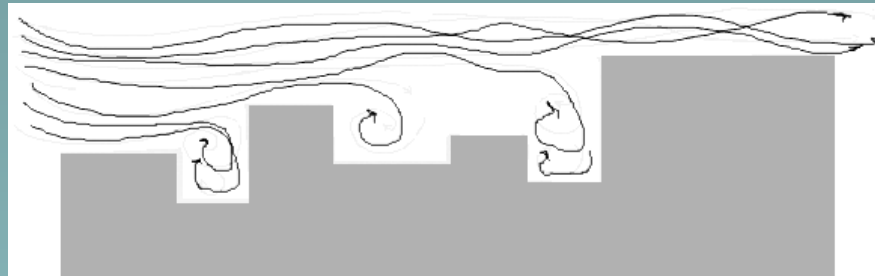


## FLUJO DE AIRE URBANO

El régimen de viento en el diseño de ciudades ha sido considerado desde la antigüedad como un elemento importante para su emplazamiento por el rol que juega en la salud e higiene de sus habitantes, como disipador de contaminantes, y modificador de las condiciones térmicas.

En las ciudades el viento se comporta diferente que en las zonas abiertas. Los edificios actúan como obstáculos a su paso modificando sustancialmente su velocidad, dirección y estructura. Según Landsberg la velocidad media anual del viento en las ciudades es un 20-30% menor que en las áreas rurales, mientras que las ráfagas máximas son del 10-20 % menores y las calmas del 5 al 20 % mayores.

En el caso de las morfologías compactas el grado de obstrucción al viento es muy superior y la modificación de éste es considerable variando su dirección y velocidad.

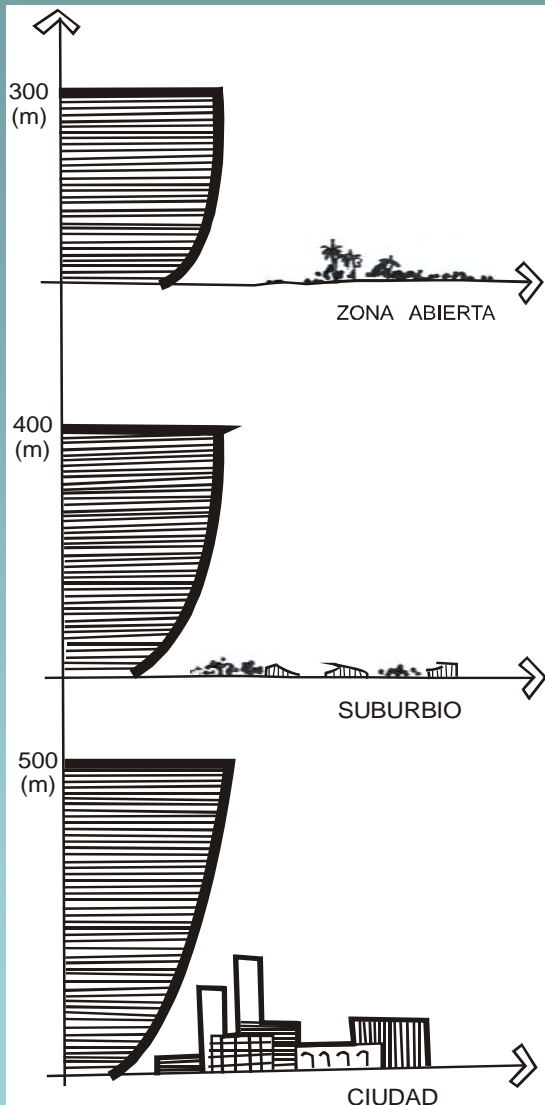


La volumetría urbana modifica el desplazamiento del flujo de viento creando movimientos turbulentos del aire sobre las cubiertas y azoteas.

El desplazamiento del flujo principal del viento en estas zonas se produce por encima del nivel medio de sus edificaciones. Debido a lo anterior, el comportamiento del viento difiere del registrado en la estación meteorológica cercana, sin embargo, al carecer en la práctica de datos precisos sólo posibles de obtener mediante mediciones de campo o ensayos de laboratorio, se asume excepcionalmente esta

información como punto de partida pero, considerando las modificaciones que la morfología de la ciudad introduce en su movimiento.

La rugosidad que proporciona la volumetría urbana ofrece resistencia al desplazamiento del flujo de aire, ocasionando una disminución de su velocidad lineal y generando un movimiento rotacional de la masa de aire



que se manifiesta en forma de remolinos irregulares y ráfagas. Olensen afirma que el efecto es menos confortable que el de un flujo laminar, pero evidencias observadas indican que a temperaturas altas es favorable.

La disminución de la velocidad lineal del viento se expresa por el gradiente vertical de velocidad, mientras que la estructura turbulenta del viento completa su caracterización por la longitud e intensidad de los remolinos o ráfagas, lo cual no es privativo de la ciudad compacta, sino que es general para otros tipos de ciudades, aún de volumetría dispersa, así como para suburbios, zonas arboladas, etc.

En el centro de la ciudad la intensidad de la turbulencia - fluctuación media sobre la velocidad media del viento - podría llegar a tener un 20 % ó 30 %, mientras que la escala longitudinal - longitud de los remolinos o ráfagas - puede variar alrededor de los 100 m.

El coeficiente de rugosidad medio para zonas urbanas no se ha podido establecer con precisión para las condiciones de Cuba, pero según referencias de autores extranjeros puede oscilar alrededor de 0,35 ó 0,40, mientras que la altura del gradiente para un área semejante podría considerarse de 400 m aproximadamente

Existe una variación del perfil vertical de la velocidad del viento en la ciudad en comparación con los suburbios y áreas abiertas.

Existe además, una variación del perfil vertical de la velocidad del viento en la ciudad. Summers ha señalado que un estrato inferior de aire desarrolla en el borde delantero de una ciudad una corriente fuerte a causa del cambio de rugosidad como ocurre por ejemplo en el malecón habanero.

Una modificación plena de los coeficientes se hace efectiva aproximadamente a 500 m de la línea de cambio, según la dirección de los vientos, por lo que la turbulencia y el perfil vertical de velocidad de la franja de barlovento de la ciudad no coinciden con los índices

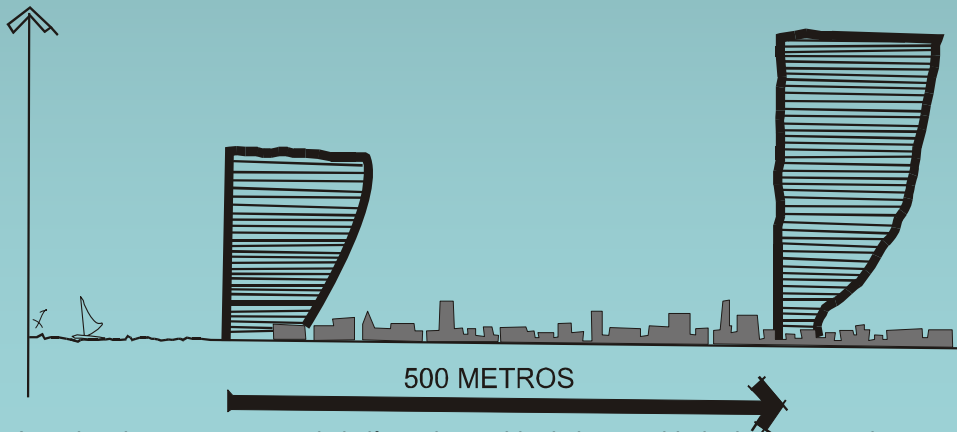
característicos que corresponden a la rugosidad propia de esa área.

Según Landsberg, para disipar la *isla de calor* se necesitan aproximadamente, vientos de 3-5 m/s en ciudades de 50 000 habitantes, de 4-7 m/s en ciudades de 100,000 habitantes, de 8 m/s en ciudades de 400 000 habitantes y de 12 m/s en las de 8 millones de habitantes.

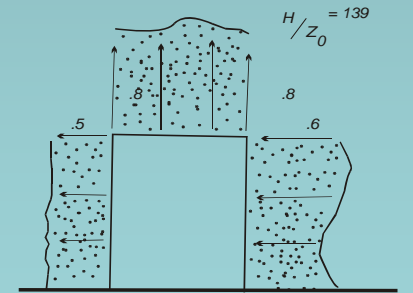
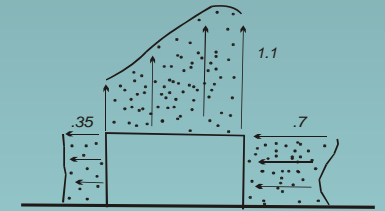
En la Ciudad de La Habana las velocidades del viento más frecuentes están entre 3,6 y 5,5 m/s que, aunque no son óptimas para disipar la *isla de calor* según el

criterio anterior, pueden considerarse ventajosas desde el punto de vista térmico y de la molestia eólica a los transeúntes, ya que no es conveniente sobrepasar los 5 m/s en espacios exteriores considerándose desagradables los que excedan los 10 m/s y peligrosos los que sobrepasen los 20 m/s.

Sobre las cubiertas de la ciudad compacta se desplaza un flujo de aire de menor velocidad lineal pero



Aproximadamente a 500 m de la línea de cambio de la rugosidad urbana se produce una modificación del perfil vertical del viento



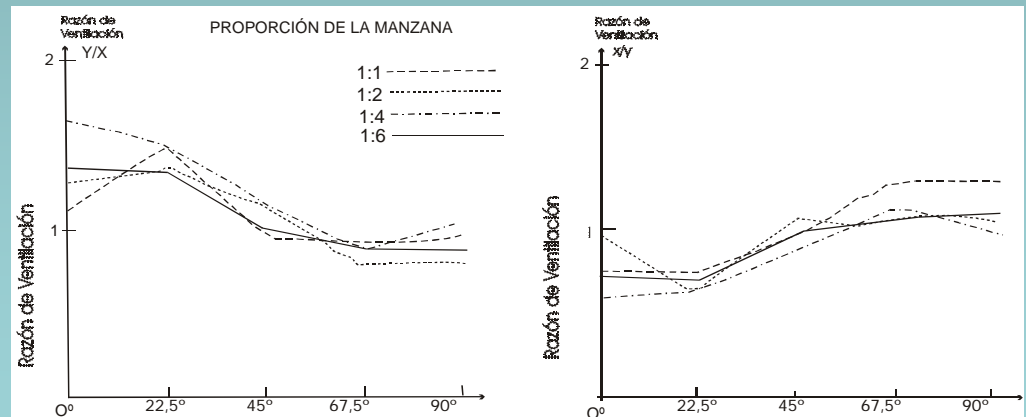
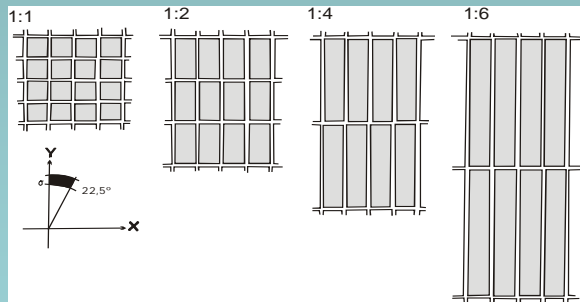
Esquema de presiones dinámicas unitarias originadas por el viento sobre las cubiertas.  $H/Z = 203$

de mayor actividad de turbulencia cuyos efectos energéticos son la fuente del movimiento del aire irregular en los locales a través de los patios y patinejos que los conectan con el exterior.

En áreas abiertas, la ventilación se genera fundamentalmente por la acción transversal del viento sobre las fachadas, mientras que en las zonas compactas ocurre por los gradientes de presiones dinámicas instantáneos que se crean por las ráfagas y remolinos sobre las azoteas, cubiertas y sus perforaciones (patios y patinejos).

Los gradientes de presión dinámica presentan una variabilidad y un grado mayor de dificultad para su determinación en las morfologías compactas que en el caso de las geometrías simples de edificios aislados en zonas abiertas. En los últimos casos pueden ser obtenidos esquemas sencillos de presiones unitarias para diferentes orientaciones del viento y definir con facilidad y aproximación los gradientes entre unos y otros puntos, lo cual resulta complejo en áreas compactas turbulentas sin la ayuda de un túnel de viento

que reproduzca la estructura volumétrica correspondiente. La proporción de las manzanas origina un comportamiento diferente del viento. En manzanas con proporciones de 1:1 y 2:1 la velocidad del aire tiende a aumentar en las calles cuando los ángulos de incidencia del viento se encuentran entre 0o y 22,5o con respecto a su eje longitudinal o mayor, mientras que con proporciones de 4:1 y 6:1 se produce el efecto contrario. Velocidades prácticamente similares en toda la retícula se obtienen cuando el ángulo es de 45°.



Las mayores velocidades de aire a nivel de la calle que se obtienen con orientaciones entre 0°y 22,5° con respecto al viento.

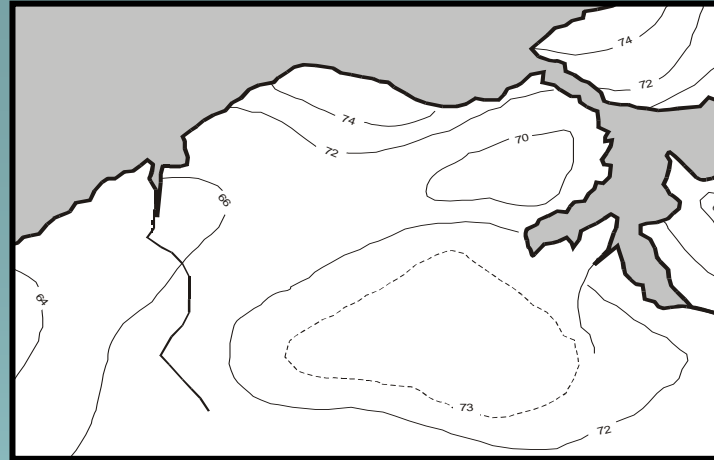
Velocidades de aire en calles paralelas al eje Y expresadas en términos de su relación con las que están ubicadas en el eje X.

Velocidades de aire en calles paralelas al eje X expresadas en términos de su relación con las que están ubicadas en el eje Y.

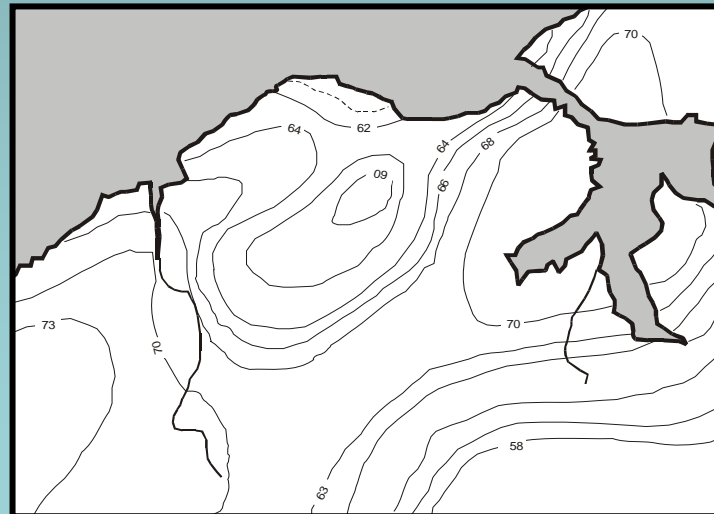
## LA HUMEDAD

A la ciudad compacta se le responsabiliza por ser húmeda, pero realmente las magnitudes de humedad relativa tienden a ser algo menores que en otras áreas más abiertas salvo cuando concurren condiciones especiales. Si a esto se le adiciona el rápido drenaje de las áreas pavimentadas y las reducidas áreas verdes es fácil comprender que los valores registrados en las zonas más compactas de Ciudad de La Habana sean inferiores a los de otras partes de la ciudad y a los de Casablanca, considerada como referencia exterior, por ser la estación meteorológica más cercana.

También se le atribuyen a estas zonas ambientes poco saludables aunque en la literatura sólo se han encontrado como perjudiciales valores de humedad relativa igual o mayor al 95 % en condiciones estables.



Comportamiento de la humedad relativa en %, durante el período seco según Nieves et al.



El comportamiento de la humedad relativa en %, durante el período lluvioso tiende a ser más homogéneo según Nieves et al.



Durante el día, con viento débil, se observan en la Ciudad de La Habana los menores valores de humedad relativa en la zona del centro, guardando una relación inversa con la intensidad local de la "isla de calor".

En horas del mediodía comienza a disminuir hacia esta zona y ya en el período de las 14:00 a las 17:00 horas empieza a definirse el núcleo de valores mínimos con diferencias hasta de -8% con relación a los alrededores en el período lluvioso.

Como puede apreciarse en los gráficos, en la Ciudad de La Habana la zona compacta no coincide con las zonas de mayor humedad relativa. Las diferencias entre las distintas regiones de la ciudad no son tan significativas, siendo las mayores de -13 % en el período seco, mientras que en el lluvioso son muy similares con los alrededores.

En el momento en que la "isla de calor" se encuentra más definida (17:00-19:00 horas), se encontraron diferencias hasta de un -6% entre la humedad relativa en el centro de la zona urbana y la de los alrededores.



Isolíneas de humedad relativa en el período de definición de la "Isla de Calor" entre las 17:00-19:00 horas.

En general se observa un comportamiento inverso al que tiene el régimen térmico en la ciudad, con diferencias entre el período poco lluvioso y el lluvioso.

El efecto de la lluvia en las construcciones está influenciado por la acción del viento. En las zonas compactas al ser el flujo de aire turbulento, la caída de la gota de agua no responde necesariamente a la dirección

predominante del flujo de aire, lo que si ocurre en los edificios ubicados en áreas abiertas y con esquemas dispersos.

Es frecuente observar las manchas de humedad en los muros exteriores cuando no se ha tenido en cuenta la debida protección a la lluvia, sin embargo, esto no sucede sólo en la vieja ciudad, también puede ser encontrado en otras zonas.

No son pocas las áreas urbanas construidas sobre terrenos cenagosos, zanjas o ríos subterráneos, como por ejemplo, la Plaza de la Catedral y sus alrededores y parte del Cerro y Playa, lo cual deja ver sus efectos al paso de los años, no obstante, debe quedar claro que este fenómeno no es privativo de la ciudad compacta y no debe, por tanto, asociarse únicamente a ella.

La porosidad de muchos de los materiales de construcción utilizados en los exteriores de las partes más viejas y por tanto más compactas de la ciudad favorece el proceso de evaporación de la humedad adquirida de las precipitaciones o del subsuelo, proceso que se intensifica al elevarse en la ciudad la temperatura del aire y que trae como consecuencia positiva el enfriamiento de estas superficies; no obstante, cuando el ambiente es estanco -más frecuente en interiores-, favorece la aparición de microorganismos y esporas con propiedades alérgicas, olor u otros efectos desfavorables, entonces la humedad en los materiales resulta desventajosa.



# LA LUZ SOLAR

En la ciudad compacta hay menos luz que en las zonas suburbanas. La relativa poca separación entre edificios y el color de sus superficies crea un ambiente luminoso mucho más uniforme pues, la bóveda celeste sólo se percibe parcialmente. Esto, sin duda, son ventajas respecto a la ciudad dispersa, sobre todo teniendo en cuenta la alta luminosidad del cielo de Cuba considerado de 13 000 lux como valor de diseño.

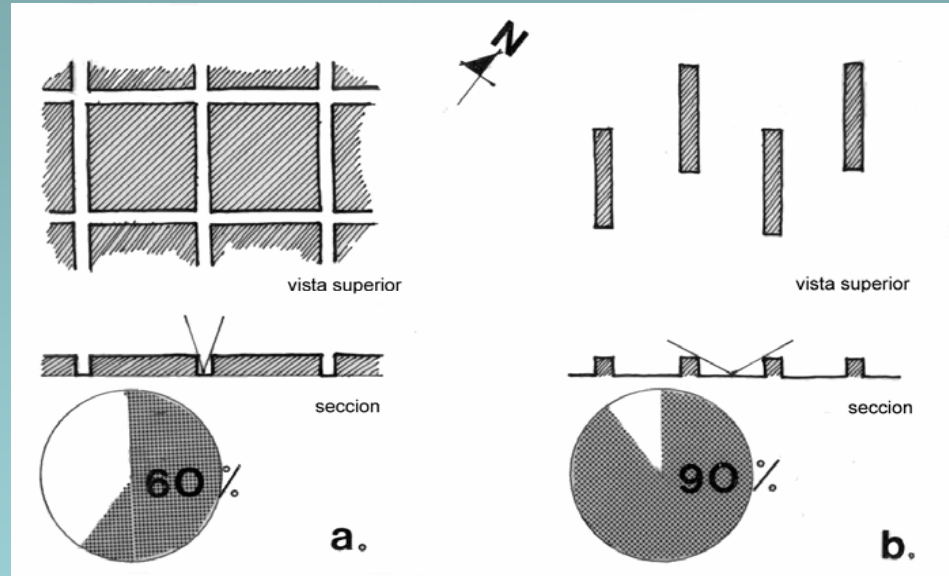
Las claridades de las superficies de terminación de la ciudad compacta son por lo general media u oscura, con un coeficiente de reflectividad media de la luz de 0,19, considerando:

cubiertas	0,3
fachadas	0,2
calles (asfalto)	0,1
superficies de hormigón	0,15

Como consecuencia de esto la calidad del ambiente visual se afecta al producirse altos contrastes cuando, por ejemplo, se utilizan superficies claras muy reflectantes o blancas.

Sin embargo, un bajo coeficiente de reflexión implica por lo general, una absorción del calor alta, el cual es retenido por la elevada capacidad de almacenamiento que tienen la

mayoría de los materiales de construcción y cuyo efecto repercute en la *isla de calor* y en las condiciones térmicas en los interiores de los locales.



Porción de la bóveda celeste visualizada a nivel del peatón con respecto a la total expresada en por ciento, indicando mayor luminosancia en el caso b.

## RUIDO URBANO

Las ciudades en la actualidad son cada vez más ruidosas, tendencia que se mantendrá en las próximas décadas según diversos especialistas. Cuba no es una excepción.

La exposición prolongada a altos niveles de ruido provocan reacciones diversas en las personas, ocasionándoles desde manifestaciones de estrés hasta la afectación de la audición, cuando las condiciones son muy adversas.

La Tabla de la página siguiente refleja niveles de perturbación que causan algunos ruidos en actividades fundamentales de las personas como son el dormir y la comunicación verbal. Se puede observar que superiores a 65 dBA ya constituyen problemas para la colectividad.

El nivel de ruido ambiente en la zona compacta de Ciudad de La Habana se incrementa por la confluencia de gran número de arterias comerciales, que generalmente coinciden con las

NIVELES TOLERABLES DE RUIDO EN LAS HORAS MAS DESFAVORABLES PARA LAS CONDICIONES DE CUBA. (NC 26:99)

ZONAS	AREAS URBANIZADAS ESTABLES		REMODELACIONES	
	día dB(A)	noche dB(A)	día dB(A)	noche dB(A)
SUBURBANO	73	73	70	64
COMERCIAL	75	71	70	58
TRANSITO	60	50	65	55

Período diurno: 7 a las 22 horas

Período nocturno: 22 a las 7 horas

de mayor tráfico vehicular y peatonal y por elementos propios de su configuración urbana, tales como: pavimentos rígidos de asfalto y hormigón en regular o mal estado, edificaciones a ambos lados de la vía con superficies generalmente reflectantes, calles estrechas y la carencia de áreas verdes.

La función comercial y la residencial se solapan haciendo mucho más

compleja la solución del problema para sus habitantes.

De las investigaciones realizadas en distintas zonas de Ciudad de La Habana el área comercial arrojó el mayor nivel de ruido, con valores altos de contaminación sónica (91dBA) en el sector medido, que exceden los límites establecidos

## INFLUENCIA DEL RUIDO SOBRE LAS PERSONAS

FUENTES SONORAS	NIVEL DE RUIDO EQUIVALENTE dB(A)	INTERFERENCIA AL SUEÑO	INTERFERENCIA A LA CONVERSACIÓN	MOLESTIA	REACCION DE LA COLECTIVIDAD	CALIDAD DEL MEDIO
música suave voz normal ambiente de calma	$L < 40$ $\Delta L < 10$	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	excelente
calle tranquila	$40 < L < 50$ $\Delta L < 10$	excepcional	del interior conversaciones privadas	ninguna	ninguna	buena
	$40 < L < 50$ $\Delta L > 10$	si	del interior conversaciones privadas	ninguna	ninguna	bastante buena
conversación normal	$50 < L < 55$	si	del interior conversaciones privadas	20%	ninguna con quejas ocasionales	aceptable
Restaurante con aire acondicionado	$55 < L < 60$	si (fenestración abierta) no (fenestración cerrada)	del interior conversaciones privadas	25%	ninguna con quejas ocasionales	medio
conversación en voz alta	$60 < L < 65$	si (fenestración abierta u ocasionalmente cerrada)	del interior conversaciones privadas	35%	ninguna con quejas ocasionales	medio
calles ruidosas oficinas grandes comercios, talleres	$65 < L < 70$	si (fenestración abierta o cerrada)	todas las conversaciones (fenestración abierta o cerrada del interior o del exterior)	40%	quejas generales	mediocre
calles muy ruidosas	$L > 70$	si	si	50%	amenaza acción legal	malo

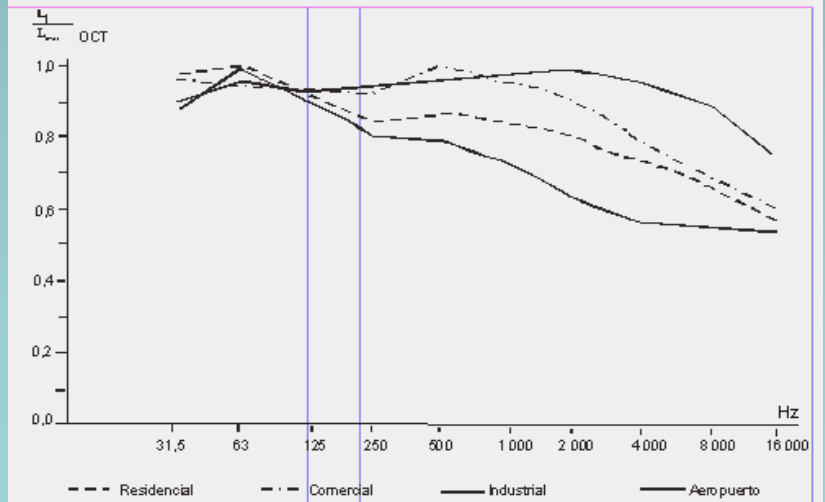
internacionalmente y por el Código Sanitario de Cuba referido por Barceló.

El espectro de ruido en la zona comercial presenta predominio de frecuencias conversacionales (frecuencias medias) mientras que el correspondiente al tráfico de Ciudad de La Habana muestra una mayor componente de bajas frecuencias.

Las áreas residenciales dentro de la ciudad compacta son algo más tranquilas, pero la existencia de otras fuentes contaminantes como talleres, almacenes, imprentas, crean focos de molestia.

Los juegos de niños que usualmente se realizan en las calles por carecer de otros espacios libres en la vecindad, también constituyen actividades ruidosas molestas con niveles de 74dB(A) o más.

Espectros relativos de ruido por bandas de octavas en microdistritos de Ciudad de La Habana, 1984-1985. Se aprecia preponderancia de las bajas frecuencias en zonas residenciales y de las medias en las comerciales. Referido por Barceló



Existen diferencias entre autores en cuanto a la percepción de mayor nivel de ruido en las esquinas o los centros de cuadra. Barceló plantea que éstos últimos son mucho más ruidosos que las esquinas, principalmente en la zona comercial, sin embargo, Ambou expone todo lo contrario. La realidad es que los edificios en las esquinas están más expuestos al ruido exterior por tener dos fachadas afectadas.

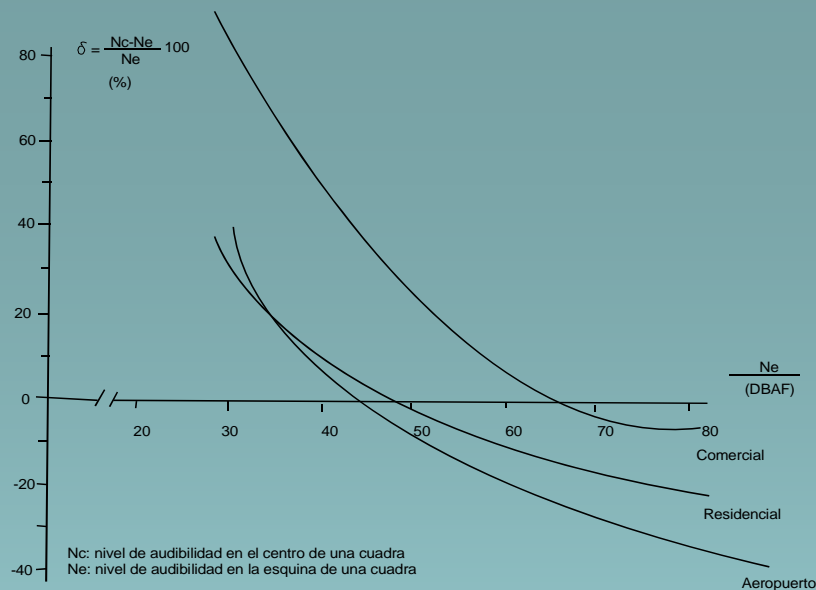
Las zonas centrales de las manzanas son menos ruidosas, la propia compactidad de los edificios actúa como pantalla con respecto a los ruidos provenientes de las calles, plazas y parques. El “clareo” de estas zonas y su uso como espacio público o semipúblico, introduce un foco contaminante que eliminaría la referida ventaja microclimática propia de estas morfologías.

Entrevistas realizadas a los habitantes de un sector seleccionado de la zona compacta de Centro Habana evidenciaron como causas de mayores molestias los ruidos provenientes de la calle, originados en mayor medida por

el tráfico automotor siguiéndole en importancia las voces de adultos y niños y el ruido producido por talleres y comercios. Sin embargo, aparece un criterio de «adaptabilidad» al ruido planteado por algunos entrevistados, los cuales a pesar de reconocer su existencia no manifiestan molestias. Esto coincide con encuestas aplicadas

en otras zonas de Ciudad de La Habana.

Las vibraciones generadas por el intenso tráfico, cantidad de vehículos, calidad de las vías, etc. son asimiladas por los edificios más próximos, siendo causa principal de algunas patologías de la construcción o como agente acelerador de otras, como por ejemplo grietas, desprendimientos de recubrimientos, etc.



Relación del ruido de los centros de cuadras a las esquinas según Barceló medido en territorios urbanizados diferenciados por la naturaleza del ruido que en ellos se percibe.

## CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

El humo es el contaminante atmosférico más extendido seguido por el polvo y los gases. Los indicadores mayores aparecen en Luyanó, Marianao, Regla, Cerro y zonas de Plaza y Centro Habana, así como, a lo largo de las vías más transitadas debido al deficiente mantenimiento de los vehículos automotores y las industrias contaminantes como las termoeléctricas, fundiciones, planta de gas, refinería de petróleo, entre otras.

Las investigaciones sobre contaminación atmosférica señalan que el estado del medio no es crítico y en realidad en pocas áreas de la ciudad se sobrepasan las concentraciones máximas admisibles por emisiones de industrias, sin embargo, sí indican un incremento en relación al polvo, debido principalmente a las construcciones y al humo, fundamentalmente en zonas de mayor circulación de vehículos pesados.

En Ciudad de La Habana y otras ciudades costeras el efecto de los aerosoles marinos es también un problema, produciendo afectaciones severas a las construcciones. Estudios realizados en Cuba han demostrado que esta acción es fuerte hasta unos 300 metros del borde costero



La contaminación del aire en las ciudades es un fenómeno creciente.



## AREAS VERDES

Las áreas verdes, en general, son útiles como humidificadores del ambiente al incrementar la cantidad de agua en el aire como consecuencia del proceso de evapotranspiración. Ésta es diferente para cada especie vegetal, variando además en dependencia de la cantidad de luz solar que reciban.

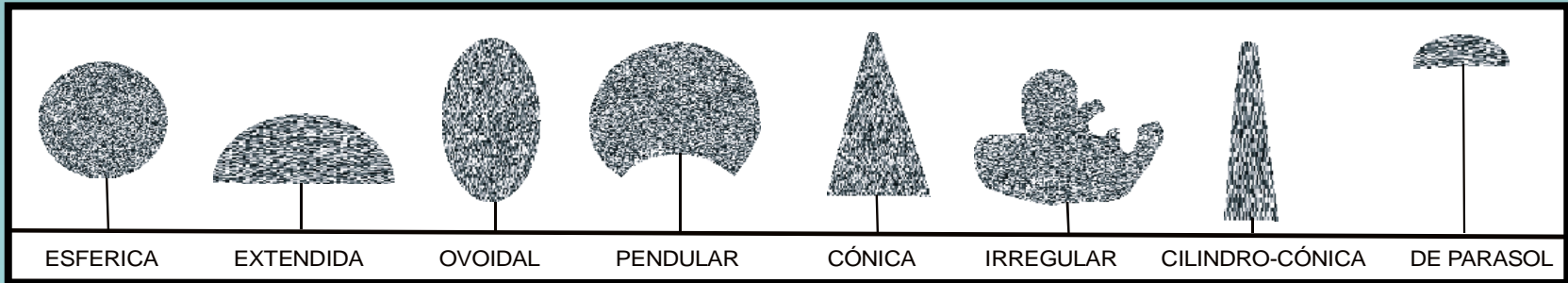
Las plantas son buenas como amortiguadores acústicos aunque para conseguir un efecto significativo la franja verde debe ser de densidad y espesor relativamente grandes, no resultando por ello, un elemento útil para reducir el ruido de tráfico en zonas urbanas ya comprometidas. Actúan también como elementos de control lumínico ya que evitan deslumbramientos al reflejar menos intensamente la luz solar o al obstruirla.

Desde el punto de vista térmico los árboles y arbustos originan un ligero aumento de la temperatura del aire al emitir parte del calor absorbido en un proceso que dura hasta 4 horas una vez finalizado el período de asoleamiento .

El efecto del viento y las menores temperaturas del aire durante la noche ayudan a equilibrar el ambiente térmico. Sin embargo, en algunas zonas, como las compactas, no hay certeza de que dicho equilibrio pueda ser siempre logrado.

El efecto de la "*isla de calor*" en las plantas no está muy claro pero se sabe que en las zonas céntricas o densamente pobladas de las urbes, los árboles están sometidos a un continuo estrés que puede hacer disminuir significativamente su crecimiento e incluso ocasionar su muerte.

La disminución de la provisión de agua por efecto de la pavimentación de las calles, aceras y drenajes



Formas de la copa de los árboles.

pluviales; el reducido espacio vital para el desarrollo de raíces y follaje; la concentración de contaminantes aéreos; la disminución de la materia orgánica del suelo; los cambios en el régimen de evapotranspiración, son factores que influyen en este proceso de estrés, por sólo citar algunos, además de la acción de deterioro producida por el hombre con la poda justificada o no por acciones técnicas u otras, la indolencia de las personas e ineficiente protección legal a las plantas.

Desde el punto de vista fisiológico el área verde mínima para una ciudad tendría que corresponder a la capacidad que tienen las plantas del lugar para proveer oxígeno y extraer el anhídrido carbónico producido por la suma de todos los procesos de combustión que se originan dentro de una ciudad incluyendo la respiración de los seres humanos y animales que allí viven.

Una persona emite diariamente al respirar unos 900 gramos de CO<sub>2</sub> que ingresa la atmósfera.

Tomando como base este dato y la cantidad de oxígeno que provee el área foliar de distintas especies, investigadores han calculado la superficie mínima necesaria de área verde por persona.

Odum, referido por Rapoport, a partir de mediciones de altura y área foliar realizadas en una selva tropical en Puerto Rico - que comprendía 28 especies de arbustos y árboles que medían desde 0,93 hasta 20,70 m de altura y áreas foliares individuales que oscilaban entre 0,01 y 214,14 m<sup>2</sup> - deduce que bastarían 20,4 m<sup>2</sup> de terreno de ese bosque para satisfacer la provisión de oxígeno de una persona. Según Contardi, alcanzaría una superficie de 150 m<sup>2</sup> de hojas verdes que equivaldría, para dar una idea a 1,6 árboles de 20 m de altura por persona.

De manera aproximada, con estos datos se podría estimar el número de árboles o la superficie de área verde por persona en áreas urbanas. Para las zonas centrales de Ciudad de La Habana, por ejemplo, serían necesarios 1 600 000 árboles aproximadamente de 20 m de altura, o 20 400 000 m de terreno del mencionado bosque, lo que puede resultar algo absurdo visto de esta manera.



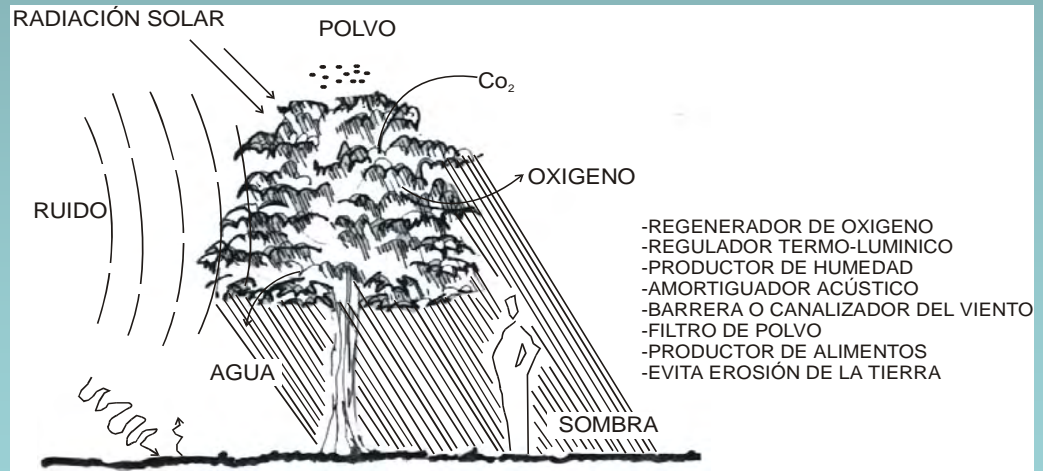
Las normas internacionales plantean de 8 a 12,5 m<sup>2</sup> de área verde por persona como mínimo, aunque no está bien claro, según expresa Rapoport, cómo se han calculado esos valores.

El Plan Regulador de Nueva York propone 11 m<sup>2</sup> /hab, el London County Plan 16 m<sup>2</sup> /hab y el Plan de Extensión de París 17 m<sup>2</sup>. Algunos autores consideran que por lo menos el 20 % del área urbana debe ser verde.

De acuerdo con los cálculos expresados anteriormente se pueden llegar a resultados muy distintos. Según Rapoport no existe una regla universal aplicable para calcular el área verde mínima urbana en base a conceptos ecofisiológicos y recomienda tomar como criterio encuestas sicosociales y culturales en cuanto a espacios verdes de uso público.

Si bien el volumen de las áreas verdes es importante también lo es la distancia y distribución espacial con respecto a los sectores poblacionales que se deseen beneficiar. Las ventajas, desde el punto de vista higiénico son mayores cuando se encuentran concentrados, convenientemente ubicados y dimensionados, formando bosques, parques o plazas arboladas.

En La Ciudad de La Habana el indicador de superficie de área verde por habitante se había elevado a 8 m<sup>2</sup>/hab en 1980, cifra todavía insuficiente, aunque no muy lejano del valor referido en las normas internacionales. En la actualidad esta distribución es: en parques de ciudad 4,11; en parques de barrio 0,88 y en parques especiales 4,18; para un total de casi 10 m<sup>2</sup>, pero con una distribución desigual



Funciones de la vegetación en el diseño bioclimático.

correspondiendo a los municipios centrales sólo 1,92 m<sup>2</sup>/hab. El Plan Director y la Estrategia para el Desarrollo de La Ciudad plantean continuar incrementando esta cifra tanto en forma de grandes parques como el Metropolitano y el Morro-Cabaña, como en otros de menores dimensiones más próximos a las viviendas. De continuar creciendo la ciudad horizontalmente deberían contemplarse también otras zonas verdes intersticiales que asegurarían a las zonas ya urbanizadas y a las nuevas, los tan mencionados «pulmones verdes».

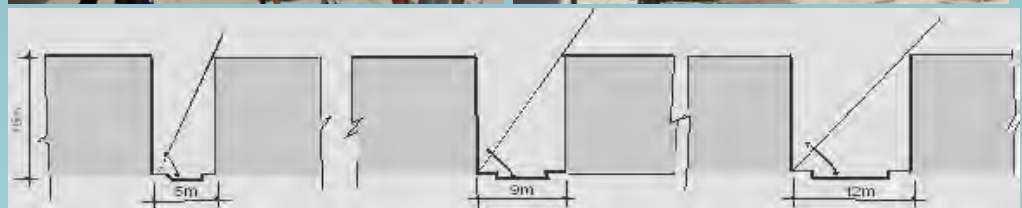
La estructura de la vegetación urbana influye sobre la riqueza de especies de aves. La ciudad es refugio de una fauna característica. Lancaster y Rees hallaron que la diversidad y riqueza de la avifauna aumenta, al igual que en hábitats naturales, con la altura y diversidad del follaje y vegetación total urbana. A pesar de que la variedad de especies vegetales disminuye con la urbanización, pudiera aumentar en cambio, la diversidad total de las aves.



## LAS CALLES

La configuración estrecha de las calles favorece el sombreado de las mismas y de las fachadas de los edificios, fundamentalmente en las plantas bajas. El tiempo de exposición al sol se reduce, por tanto, el calor absorbido y posteriormente emitido también es menor y, aunque las horas de mayor asoleamiento quedan sin proteger, los elementos salientes desde las fachadas tales como balcones, toldos y aleros, ayudan a reducirlo actuando como complemento de la protección ofrecida por los edificios más cercanos, generalmente comprendida entre los ángulos de  $30^{\circ}$  y  $65^{\circ}$ , medidos a partir del plano de la calle. En otros casos los portales garantizan la sombra tan deseada por los transeúntes.

Los balcones como componentes tipológicos importantes de la arquitectura tradicional cubana, han sido excluidos en la mayoría de la nuevas construcciones olvidándose su rol como protección del sol meridiano y de la lluvia en estas zonas compactas.



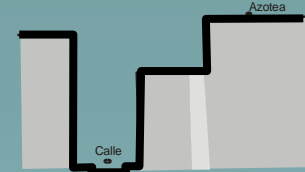
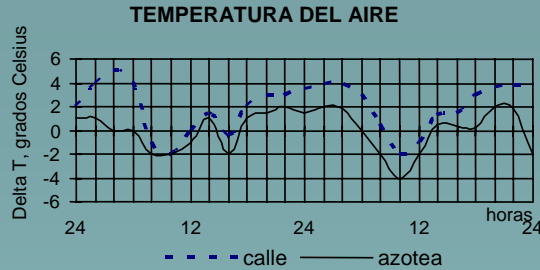
La cercanía de los edificios facilita la protección del sol en las calles.

## TEMPERATURA DEL AIRE

El efecto de la *isla de calor* se manifiesta en las calles, donde las temperaturas del aire diurno son superiores a las registradas en la estación meteorológica de referencia. Éstas van disminuyendo hacia los estratos más altos con tendencia a aproximarse ambas en las azoteas más elevadas (17-18m de altura).

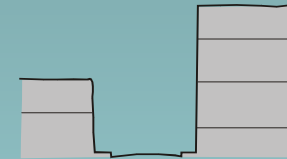
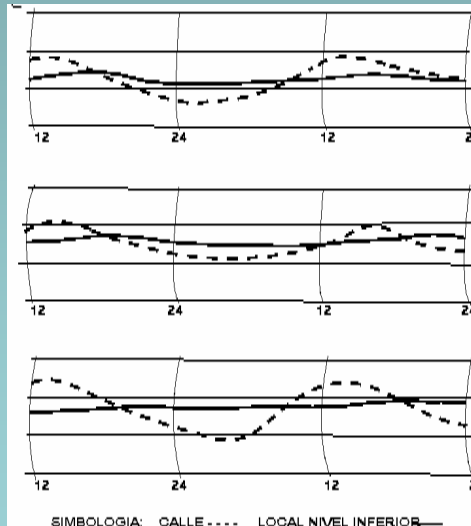
Las temperaturas diurnas del aire en las calles también son superiores a las existentes en los edificios. En las aceras adyacentes a las fachadas que reciben el sol por la tarde son como promedio ligeramente mayores que en la acera opuesta. Las máximas se reportan en el centro inferior de la calle.

No se han observado diferencias notables en el comportamiento de las temperaturas del aire en calles con distintas orientaciones, pudiendo ser a causa del efecto del viento que actúa homogenizando el ambiente. Teóricamente las que tienen el eje este-oeste o ángulos próximos son las más calientes.



*La temperatura en las azoteas es menor que a nivel de las calles.*

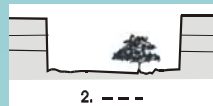
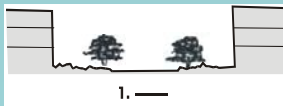
### TEMPERATURA DEL AIRE



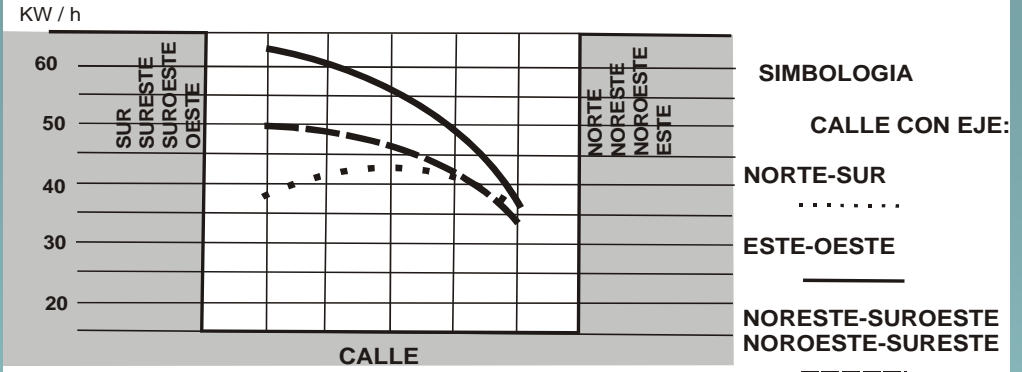
Comparación relativa entre la temperatura en calles de diferentes perfiles y la existente en la planta baja de los edificios adyacentes. La amplitud de las oscilaciones depende del sombreado que producen los edificios.

Sin embargo, sí se han encontrado diferencias en calles cuyos perfiles obstruyen la radiación solar directa de forma diferente fundamentalmente originadas por el mayor o menor sombreado que sobre ellas producen los edificios.

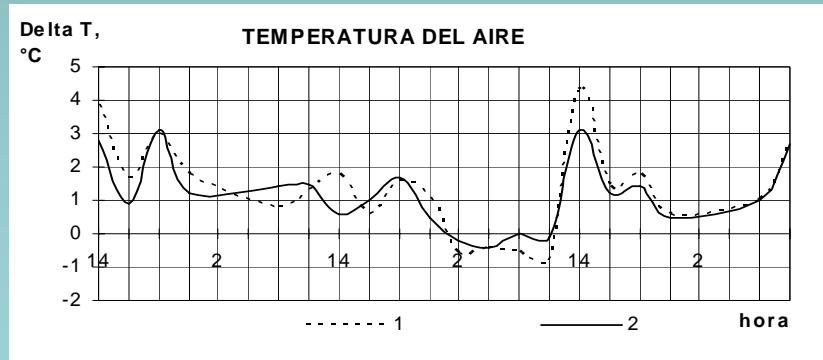
Para perfiles de alturas similares las calles anchas son más calurosas que las estrechas, como resultado de la mayor cantidad de radiación solar que penetra en los planos bajos. Este comportamiento es válido tanto en el horario de la mañana como en el de la tarde.



ENERGÍA SOLAR ACUMULADA EN EL PLANO DE LA CALLE SEGÚN ORIENTACIÓN DE SU EJE



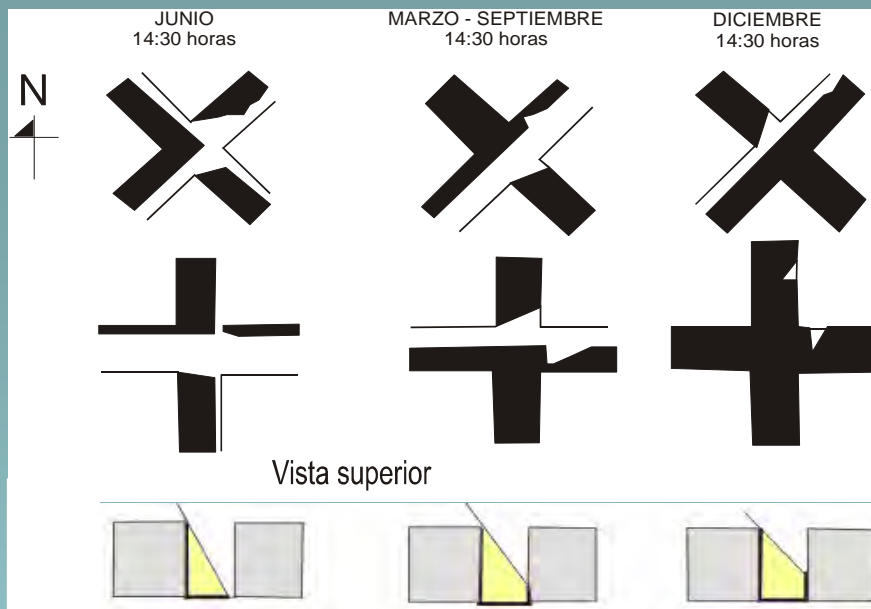
Se observa una diferencia entre ambos lados de la calle, siendo la del eje este-oeste la más desfavorable.



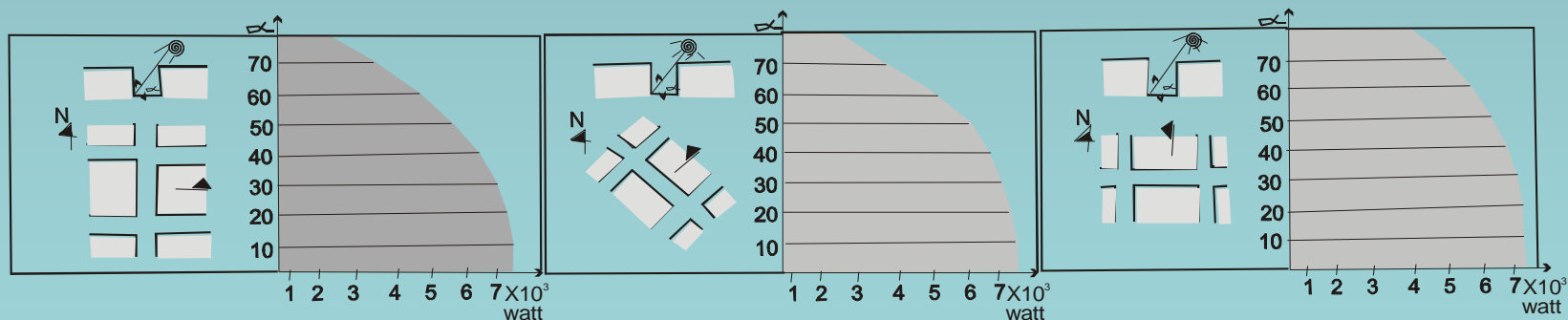
Calles de igual orientación y altura media de edificios. Las más anchas son más calientes.

Suponiendo sistemas viales ortogonales, las ventajas de la orientación norte-sur / este-oeste no es tan evidente si se piensa en un balance a nivel de ciudad. En este caso una red vial orientada noreste-suroeste/ noroeste- sureste es más ventajosa sobre todo en los meses más críticos de verano, donde la sombra proyectada cubre un área mayor.

La influencia que sobre la reducción de la radiación solar acumulada en el plano de la calle durante el día, ejercen la altura de los edificios y el ancho y orientación de la calle, se pueden observar en la figura inferior.



Las calles más sombreadas en los meses más críticos (verano) son las de orientación NE-SO/NO-SE

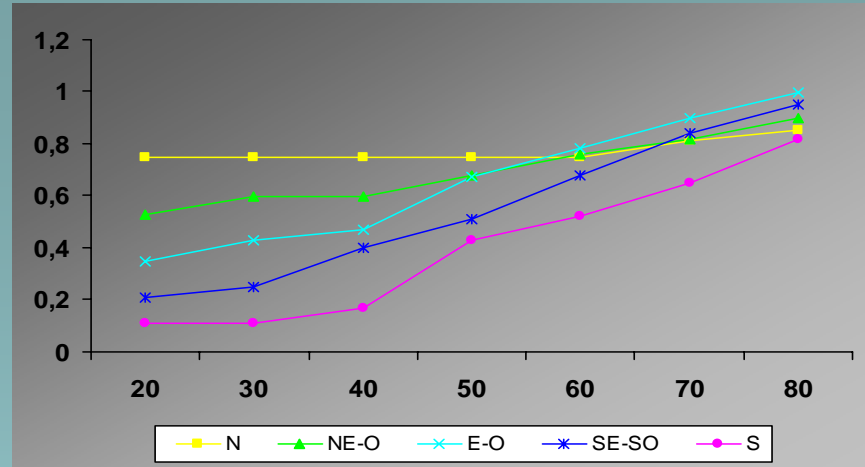


Efecto de la obstaculización de la radiación solar directa en la energía acumulada en el plano de la calle según su orientación

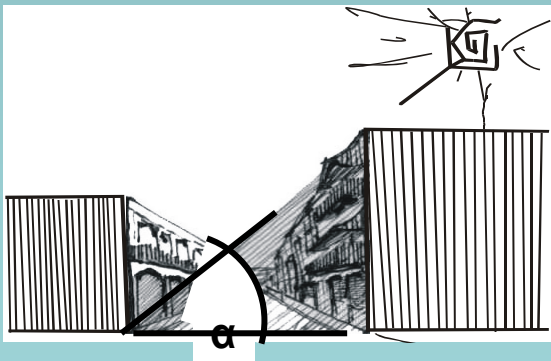


Esta influencia del contexto urbano también se ha analizado en el plano de la fachada, la cual se ha expresado en forma de coeficiente de reducción de la radiación solar y aparecen en el gráfico y tabla de la derecha.

Conociendo la radiación total que debe llegar a la fachada según su orientación y, el ángulo de obstrucción que se conforma con la altura media de los edificios de enfrente, se puede determinar la radiación solar que llega a dicha fachada. Esta radiación puede continuar disminuyendo con la incorporación en el diseño de la fachada de elementos de protección solar.

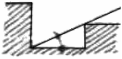


**COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR**  
FACHADAS/ PLANOS VERTICALES (Radiación detenida)



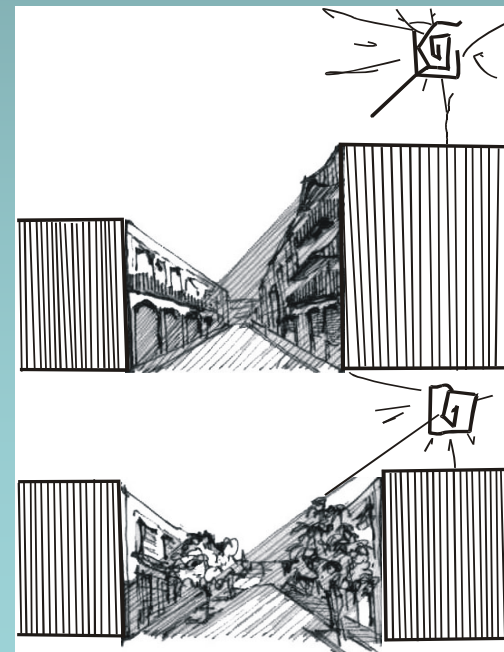
α	20	30	40	50	60	70	80
N	0,75					0,81	0,85
NE-NO	0,53	0,60		0,68	0,76	0,82	0,90
E-O	0,35	0,43	0,47	0,67	0,78	0,90	0,98
SE-SO	0,21	0,25	0,40	0,51	0,68	0,84	0,95
S	0,11		0,17	0,43	0,52	0,65	0,82

Esta tabla hace referencia a las alturas medias de los edificios a partir de las cuales comienza a decrecer la radiación solar incidente en la calle. Aparece también el ángulo de obstrucción, que permite dimensionar cualquier otro tipo de protección solar – portales, balcones, aleros, etc.- (Ver además, tabla en la página siguiente)

ORIENTACION DE FACHADAS	ANGULO DE OBSTRUCCION 	ALTURA MÍNIMA REQUERIDA DEL EDIFICIO PARA QUE COMIENCE A PROYECTAR SOMBRA EN LA CALLE			
		DISTANCIA ENTRE FACHADAS			
		6m	9m	12m	15m
NORTE	85°	—	—	—	—
SUR	70°	17,00	25,00	—	—
NOROESTE-NORTE	60°	11,00	16,00	21,00	26,00
SURESTE-SUROESTE	48°	7,00	10,00	13,00	16,00
ESTE-OESTE	40°	5,00	7,50	10,00	12,00

Para aprovechar mejor la sombra proyectada que ofrece el medio urbano, es recomendable que las calles con eje norte-sur sean las más estrechas, mientras que las más anchas, avenidas y paseos, corresponderían a las de eje este-oeste.

Las horas aproximadas en las cuales las calles permanecen en sombra durante los meses de marzo y septiembre se muestran en la tabla de la página siguiente (superior). Como criterio se asumen las condiciones de este período como media anual.



El aprovechamiento de los edificios para el sombreado de las calles es más efectivo en algunas orientaciones que en otras.

En los niveles superiores la influencia de los edificios cercanos es menos efectiva por lo que se hace mucho más necesaria la ubicación de elementos de protección solar sobre todo en las fachadas noroeste, oeste, suroeste y sur para reducir la ganancia térmica por esta vía.

Una circulación peatonal sombreada en las horas de mayor radiación solar (cercas al mediodía) sólo se resuelve en las zonas compactas mediante portales, aleros, toldos u otros elementos proyectados desde la fachada. En paseos y avenidas el arbolado es la solución más efectiva.

La tabla de la derecha sirve de orientación para dimensionar convenientemente elementos horizontales a partir del puntal o altura de la abertura y la orientación.

**HORAS APROXIMADAS  
HASTA Y A PARTIR DE LAS  
CUALES LAS CALLES  
PERMANECEN EN SOMBRA  
DURANTE LOS MESES DE  
MARZO Y SEPTIEMBRE**

h / d						
	HASTA	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA	DESDE
<b>2.5</b>	11:30	14:00	11:45	15:40	09:20	13:30
<b>2.00</b>	10:45	14:15	11:00	15:50	09:10	14:00
<b>1.70</b>	10:15	14:45	10:45	10:00	09:00	14:15
<b>1.50</b>	10:00	15:00	10:00	10:45	08:45	15:00
<b>1.25</b>	09:45	15:15	09:45	16:30	08:30	15:15
<b>1.00</b>	09:15	15:45	09:15	16:45	08:15	16:00
<b>0.75</b>	08:45	16:15	08:30	17:00	08:00	16:30
<b>0.50</b>	08:00	17:00	08:00	17:30	07:30	17:15

Nota: Las calles orientadas ESTE-OESTE no se incluyen por requerir de una relación h/d muy grande para producir sombra en la superficie de la calle, no siendo útil este dato en la práctica

**DIMENSIONES ORIENTATIVAS DE ELEMENTOS HORIZONTALES: PORTALES, BALCONES, ALEROS, TOLDOS**

 SECCION	PUNTO O ALTURA DE LA ABERTURA h (m)	DIMENSION MINIMA DE ELEMENTO HORIZONTAL DE PROTECCION SOLAR ( d )				
		ORIENTACIÓN				
		N	S	NE-NO	SE-SO	E-O
	4,50	0,90	1,60	<b>2,50</b>	4,00	5,50
	3,00	0,60	1,20	1,80	2,4	2,4
	2,10	0,40	0,40	1,20	1,80	1,80
	1,20	0,30	0,80	0,60	1,00	1,00

La naturaleza de las superficies de las calles y otros espacios abiertos también influye en el calentamiento del medio. En la tabla siguiente se puede observar el valor porcentual de radiación reflejada por diferentes materiales. En la medida que la radiación reflejada sea mayor la temperatura del aire ambiente instantánea próxima a la superficie se incrementará, pero la temperatura superficial será menor, al igual que el calor absorbido y posteriormente emitida, lo que contribuirá a amortiguar el efecto de la *isla de calor*.

---

NATURALEZA DE  
LA SUPERFICIE

REDIACION  
REFLEJADA  
(%)

---

tierra seca	10 - 25
tierra húmeda	8 - 9
arena seca	18 - 30
arena húmeda	9 - 18
roca	12 - 15
hierba alta	92
cesped seco	14
cesped húmedo	8
campo verde	3 - 15
campo con hojas	25 - 32
bosques oscuros	5
desierto	24 - 48
ceramica	23 - 48
asfalto	12

---

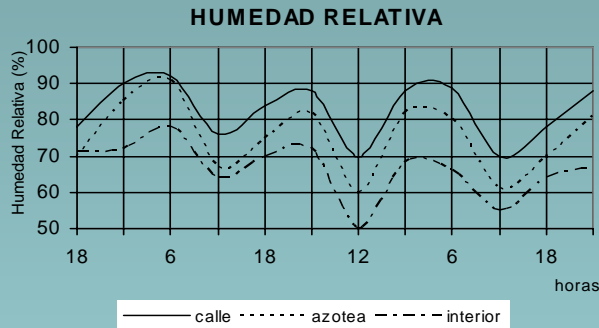
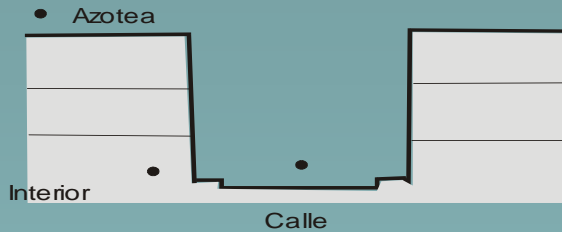
Valores según Usle



Stefan



## HUMEDAD DEL AIRE



Comparación de registros de humedad relativa del aire en el perfil de un contexto compacto. Puede observarse la tendencia de los interiores a ser menos húmedos.



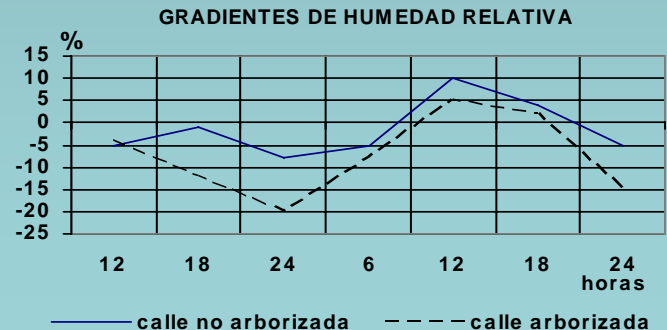
En las calles estudiadas se observó como tendencia valores de humedad relativa inferiores que los de la estación meteorológica de referencia.

Al comparar la humedad relativa de las calles con la existente en las azoteas y espacios interiores en las zonas compactas se puede observar que éstas son más húmedas.

Los valores medios diarios de la humedad relativa del aire tienden a ser menores que los de la estación meteorológica de referencia, ubicada por lo general en las afueras de las ciudades.

En el gráfico se muestran las diferencias con respecto a Casablanca como estación de referencia, de los valores de humedad relativa en dos calles de la Ciudad de La Habana. Ambas pertenecen a morfologías urbanas diferentes; de alta densidad constructiva y dispersa.

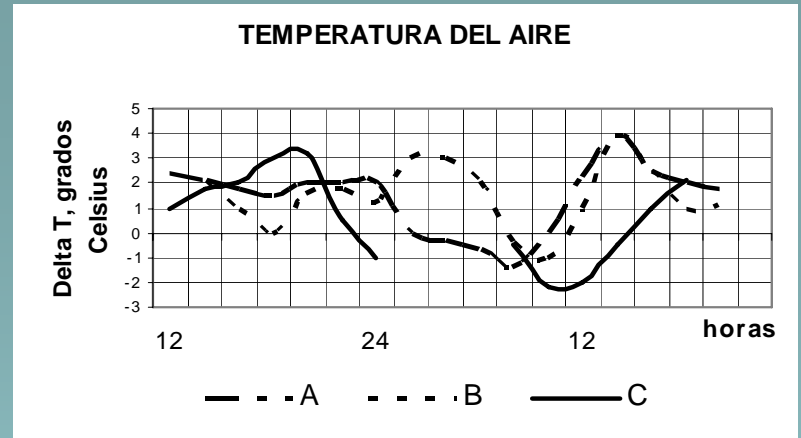
La pavimentación casi total de las superficies de las calles en las zonas más compactas de la ciudad provoca un rápido escurrimiento del agua pluvial, perdiéndose hacia mares y ríos, mientras que en otras morfologías los *parterres*, jardines u otros espacios verdes ayudan a reincorporar el agua pluvial al subsuelo.



## ÁREAS VERDES

Las áreas verdes no han sido una característica peculiar de las ciudades compactas. Las dimensiones de las calles en muchos casos no permiten su arborización, lo que se ha acentuado por la circulación vehicular de hoy en día.

En las calles la influencia de la vegetación en la temperatura del aire sólo se hace apreciable cuando existe arbolado en abundancia y su follaje es denso.



*Calles con características diferentes de arbolado.*

**CALLE NO ARBORIZADA (A)**  
**CALLE POCO ARBORIZADA (B)**  
**CALLE MUY ARBORIZADA (C)**



A



B



C

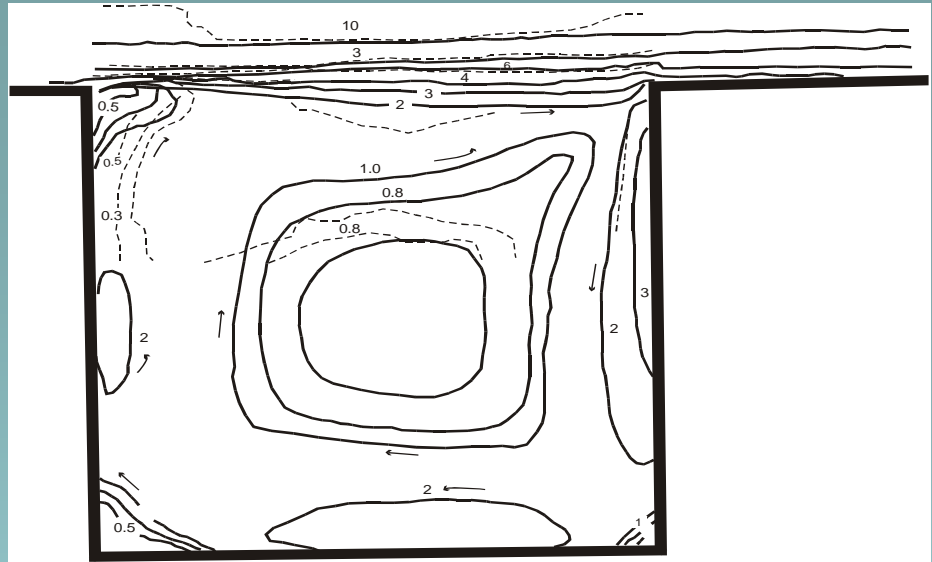
## VIENTO

Las calles son espacios protegidos del viento por el cuerpo de las construcciones compactas lo que no significa que el aire no se mueve en ellas. Todo lo contrario.

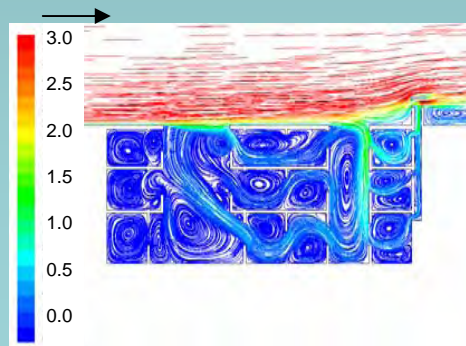
En calles con viento perpendicular a ellas predomina un movimiento de remolino en torno a los ejes longitudinales a la canal que produce velocidades mayores en el centro de la calle, principalmente en los planos bajos. Mediciones de campo realizadas, ratificadas por ensayos experimentales y modelación por computadora(38) reafirman estos criterios.

En tales casos la masa de aire es más estanca moviéndose fundamentalmente de forma rotatoria y generando las mayores presiones dinámicas sobre las fachadas de barlovento.

Con direcciones longitudinales u oblicuas a la dirección del viento, el movimiento del aire se canaliza trasladándose según su eje longitudinal, aumentando su velocidad hasta 2 y 3 veces.



Isolíneas de velocidad del viento en m/s en la sección de una vía según El Talbany.



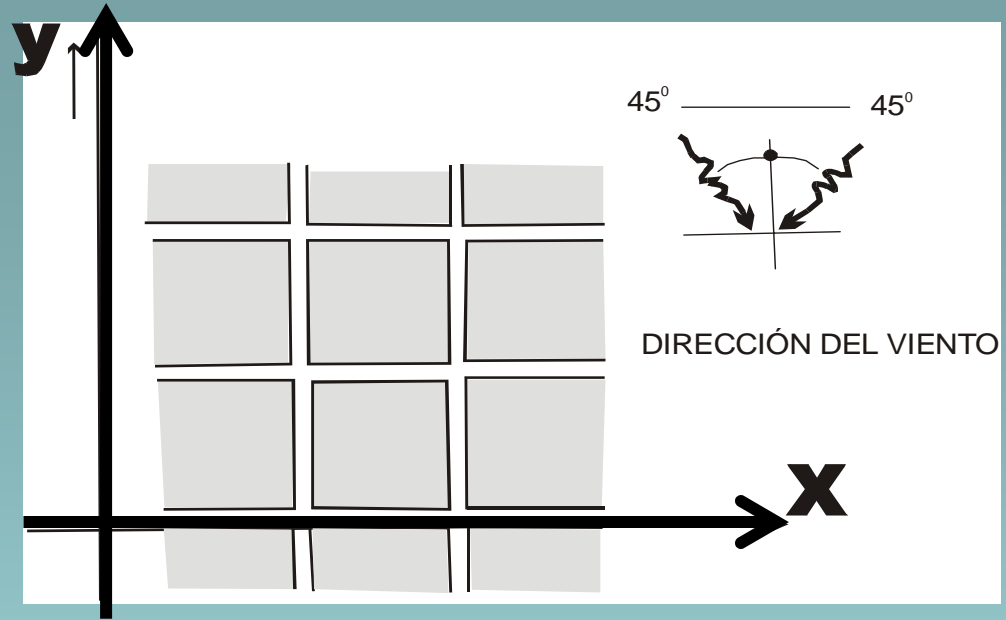
Resultados obtenidos por A..E..Tablada (2006)

Las mayores velocidades del flujo se producen a medianías de cuadra comparativamente con las esquinas, registrándose las menores en las líneas de fachada, principalmente de barlovento, lo que explica la casi nula penetración de aire en los edificios desde este medio.

En los trazados oblicuos la fachada más expuesta, barlovento, ve incrementada notablemente las presiones dinámicas sobre sí, y el movimiento de la masa de aire combina la traslación longitudinalmente al eje paralelo a la calle con movimiento rotatorio alrededor de dicho eje. En los cruces de calles -esquinas-, se intensifican los remolinos por efecto de la intersección de los flujos canalizados.

En las calles orientadas con respecto a la dirección del viento según el eje Y se registran mayores velocidades de aire que en el eje X donde el desplazamiento del flujo de aire es generalmente más estable.

Las menores velocidades -en ambas calles simultáneamente- corresponden a las orientadas a  $45^\circ$  con respecto a la dirección predominante del viento, sin embargo, se consigue un movimiento más homogéneo del aire en toda la ciudad y las diferencias entre ambas calles son menores, resultando, por tanto,



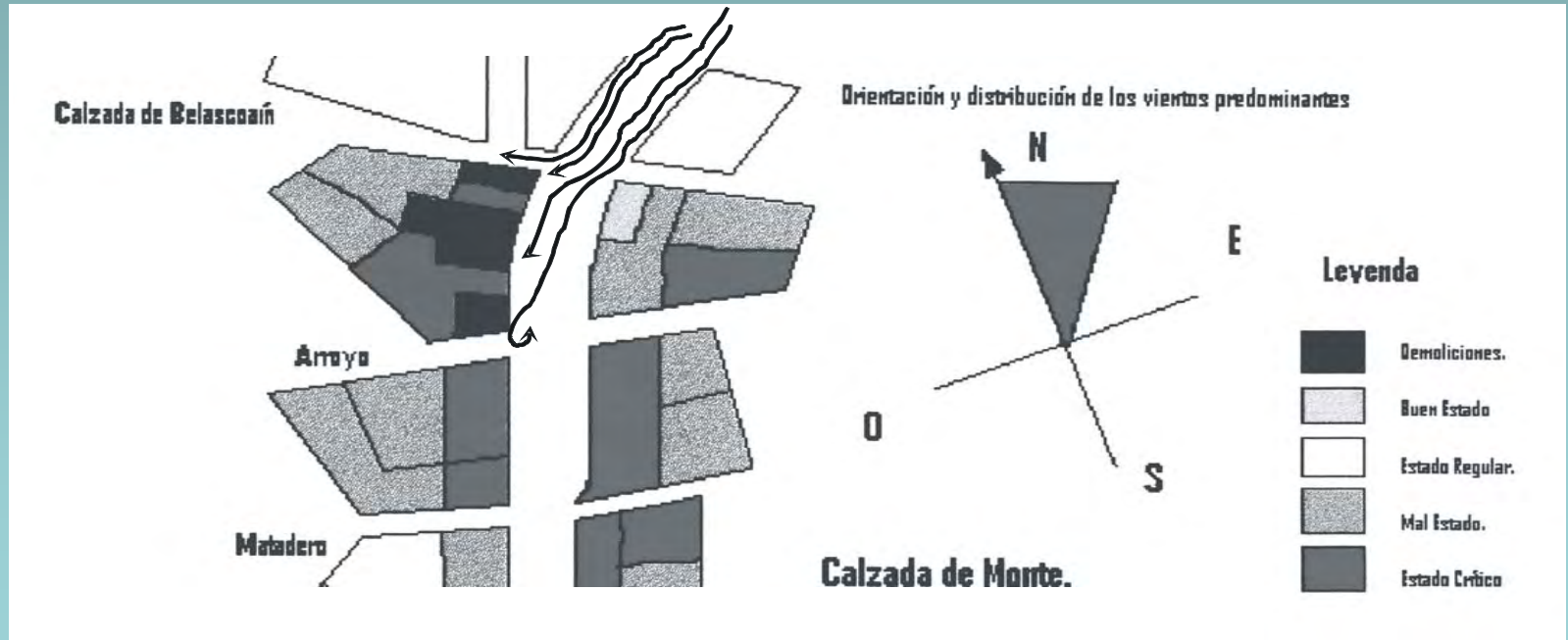
*Con una incidencia del viento a  $45^\circ$  con respecto a la trama vial el movimiento del aire es más homogéneo en toda la ciudad*

resultando, por tanto, esta orientación mucho más favorable. De esta forma el calor acumulado se mueve de forma homogénea en la trama vial a través de la ciudad influyendo en el desplazamiento o atenuación de la *isla de calor* urbana.

Existe una diferencia entre el movimiento del aire en los estratos bajos de las calles y aún más con respecto a las azoteas. En condiciones de ciclones las zonas más castigadas por los vientos fuertes están en los bordes superiores de los edificios.



Las calles en la ciudad canalizan el viento trasladando el calor, los aerosoles marinos y la contaminación de gases que emana el tráfico automotor u otras fuentes. Este efecto del viento también produce erosión sobre los edificios lo cual influye en su grado de conservación originando o acelerando patologías que con el tiempo y sin un adecuado mantenimiento son causas de derrumbes y desequilibrio en las condiciones ambientales de estas zonas.



Estudio realizado en zonas de la Ciudad de La Habana muestran la influencia del viento en el deterioro de las edificaciones

## LUZ SOLAR

La estrechez de las calles, con balcones y portales en las fachadas de los edificios, reducen los niveles de iluminación provenientes del cielo. Cuando los materiales y colores del entorno vial son adecuados y se logra evitar además el deslumbramiento en las fachadas soleadas, esta reducción tiende a ser mínima, lo cual justifica que en ordenanzas emitidas durante la época colonial se prohibieran blanquear los edificios.

Los rayos luminosos cuando inciden por debajo de  $30^\circ$  con respecto a la horizontal producen deslumbramiento en los peatones y conductores de vehículos. La orientación de las calles y la claridad de los edificios influyen en este fenómeno. La obstrucción visual ocasionada por los edificios en la ciudad compacta generalmente se encuentra entre  $30^\circ$  y  $65^\circ$  lo que contribuye a eliminar este desagradable efecto a sus habitantes.

Los portales y balcones también actúan como elemento de transición y adaptación visual desde un exterior más luminoso hacia un interior más oscuro. Superficies interiores de colores claros favorecen aún más esta adaptación.



La estrechez de las calles en la ciudad compacta contribuye a atenuar el deslumbramiento a los transeúntes.

## RUIDO

Las calles, sin duda alguna, constituyen los mayores focos de contaminación sónica de la ciudad.

Mediciones realizadas por Aida Ambou en vías en la Ciudad de La Habana reflejaron que los niveles de ruido en la mayoría de ellas sobrepasan los 65 dBA, límite recomendado por la ISO para centros de ciudad. En la figura 2.24 se muestran los niveles equivalentes de presión acústica en algunas de las vías estudiadas determinados a partir de las referidas mediciones.

Un estudio sobre el nivel de ruido en calles fue también desarrollado por Díaz(29) para la zona comprendida entre las calles Reina, Águila, Sitios y San Nicolás. Se observó que en vías de menos tráfico también existían altos niveles de ruido, lo que indica la presencia de otras fuentes de contaminación sónica que influían en los valores registrados, como por ejemplo la existencia de talleres, almacenes, comercios y el flujo peatonal que se intensifica entre las 11:00 y las 14:00 horas y entre las 15:00 y las 17:00 horas, horarios

que coincidían con la apertura de comercios, salida de los trabajadores y de los niños de las escuelas, por sólo mencionar las fuentes más significativas.

Entrevistas realizadas a vecinos de la zona analizada arrojaron que el 62 % es molestado por ruidos producidos en la calle, de los cuales el 72 % tenía su origen en el tráfico automotor. En menor cuantía manifestaban también quejas de las voces de adultos y juegos callejeros de niños (44 %), talleres y comercios (42 %).

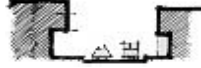


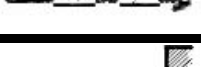


Existen parámetros - del tráfico, de la vía y de la urbanización - que influyen en el nivel medio de ruido, tales como: marca y clase de vehículos automotrices, número de vehículos por hora, velocidad promedio, clase y calidad del pavimento, pendiente de la calle, perfil de las edificaciones existentes y materiales de terminación. Todos estos elementos fueron considerados por Ambou para la propuesta de Nomograma Acústico para el Pronóstico del Ruido de Tráfico Automotriz en Cuba.



La actividad peatonal y vehicular en las vías hacen de éstas las mayores fuentes de contaminación sónica en la ciudad.

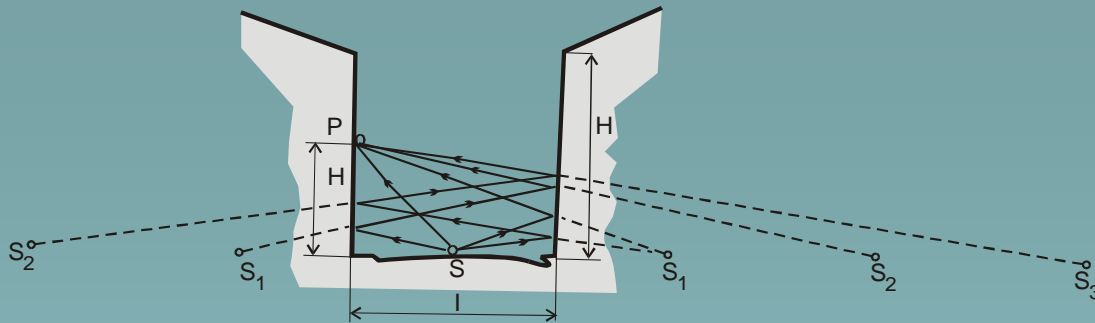
## Ciudad de La Habana



PERFIL DE LA VIA	Leq dBA	LOCALIZACION
1 	80	10 DE OCTUBRE Y CORREA
2 	77	MONTE E INDIO
3 	76	AVE RANCHO BOYEROS / CERRO Y VIA BLANCA
4 	82	MARIANAO AVE 51 E/ 142 Y 144
5 	81	REINA Y CAMPANARIO
6 	80	LINEA Y H

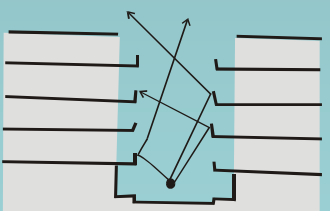
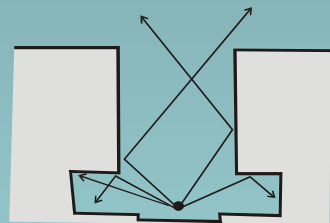
*Leq - Nivel de Ruido equivalente*

Nivel equivalente de presión acústica en algunas vías de Ciudad de La Habana según A. Ambou

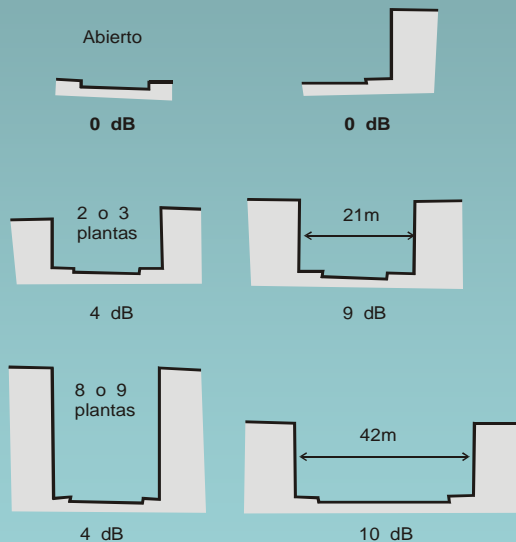


Las calles en las zonas compactas, por su relativa estrechez y superficies eminentemente reflectantes y planas, tienden a incrementar el nivel de ruido. En la medida que las calles sean más anchas este efecto disminuye como se puede observar en la figura.

Con la altura, el nivel de ruido se reduce al incrementarse la distancia entre fuente y receptor. En la figura se puede apreciar como se produce este decrecimiento.



Los balcones, portales y salientes bien diseñados ayudan a amortiguar el ruido en las vías y en los interiores de los edificios.



**A.**

**B.**

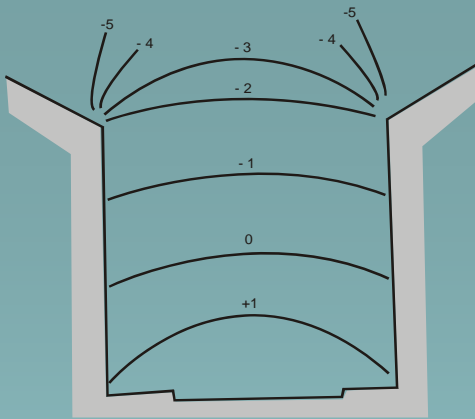
Influencia de las edificaciones y ancho de la calle en el aumento del nivel de ruido según Stryjenski referido por Ambou.

a) Influencia de los edificios.

b) Influencia del ancho de la calle.

Los portales, balcones y salientes en general, son favorables como obstáculos a la propagación de las ondas sonoras, amortiguando las que pueden llegar a los pisos superiores procedentes de los estratos más bajos y ruidosos de la vía.

Para esto es importante la forma y los materiales de terminación empleados tanto en los edificios como en los pavimentos. En la figura puede observarse cómo con materiales más absorbentes (coeficientes de absorción a de mayor magnitud) o variaciones en el perfil de la calle los niveles de ruido decrecen.



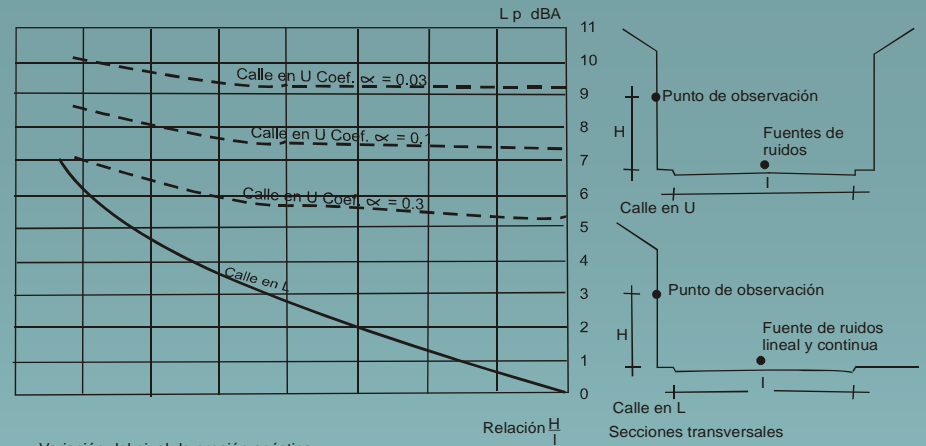
Variación del nivel de ruido a distintas alturas en una calle según Rapin, referido por el CSTB(24).

Para los pavimentos los materiales bituminosos de textura abierta reducen el ruido producido por el rodamiento de vehículos en comparación con superficies de hormigón y de materiales bituminosos convencionales, siempre y cuando se garantice un buen drenaje.

El efecto de diferentes perfiles y obstáculos en la reducción del ruido de tráfico pueden apreciarse en la. Aunque en las zonas compactas semejantes soluciones son prácticamente imposibles, demuestran la efectividad

de los elementos de pantalla para el control del ruido urbano. Situando edificios preferentemente no residenciales o climatizados en las vías de tráfico más intenso se pueden lograr zonas de viviendas menos ruidosas al convertirse éstos en barreras a la propagación del ruido.

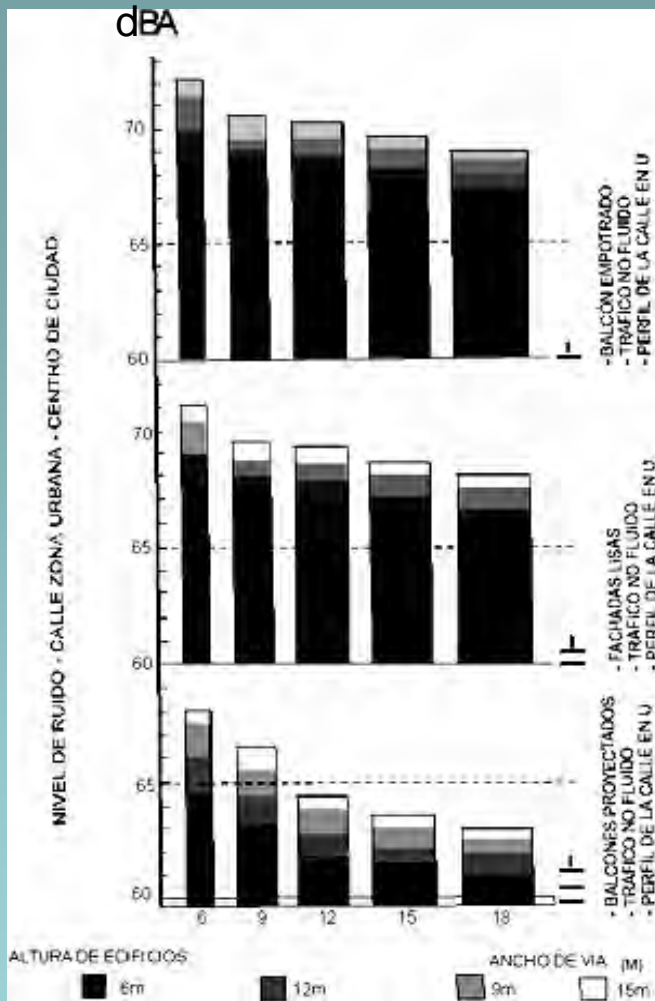
Las fachadas de los edificios pueden también ser diseñadas como pantallas y de hecho lo son, pues constituyen la principal barrera para evitar o amortiguar la penetración del



Variación del nivel de presión acústica

Variación del nivel de presión acústica en función de las características de la calle y altura del punto de observación (Fuente: Pfretzschner(84).)

sonido en los interiores. Resulta imposible, por la necesidad de intercambio con el medio exterior, cerrar las fachadas, sin embargo, en el diseño pueden incorporarse pantallas acústicas permeables al viento (por ejemplo, celosías) las cuales, si poseen perforaciones regulares y relativamente pequeñas, brindan una reducción en las plantas bajas de 5 a 7 dBA y, si son en forma de diente de sierra u otro diseño quebrado o irregular pueden reducir hasta 15 dBA en el primer piso y 23 dBA en el quinto, siendo mucho más efectivas que las regulares.



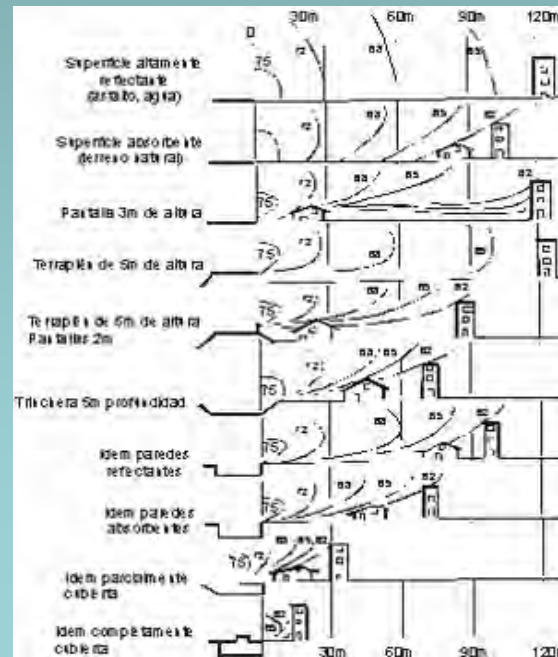
Nivel de ruido equivalente en dBA en calles de zonas del centro de ciudad calculadas para vías con distintas características

En las calles con un tráfico vehicular superior a 80 vehículos por hora -57 dBA- es imposible cumplir con los niveles recomendados para centros de ciudad establecidos por la ISO.

El gráfico refleja el resultado del análisis realizado para fachadas lisas, balcones proyectados y balcones empotrados.

Las fachadas que dan a las calles constituyen el único elemento a tratar con respecto al ruido exterior.

Existe también una relación entre el incremento del tráfico vehicular, sobre todo de equipos pesados, la temperatura de la vía y la presencia de sustancias tóxicas (aerosoles, polvo y gases).



Efectos de diferentes perfiles transversales y medios de protección frente al ruido. Curvas de isonivel medidas en Leq dBA para un tráfico de 20 000 vehículos/h, según Lamure y referido por Ppretzsch.

## PLAZAS Y PARQUES

Las plazas y parques cumplen una función muy diferente de las de las calles. Constituyen zonas de expansión y actividad social, comercial o política que conllevan la estancia de personas por un período más prolongado.

Uno de los elementos más importantes que influyen en la preferencia de los habitantes de la ciudad o del barrio por estos espacios es sin duda su microclima.



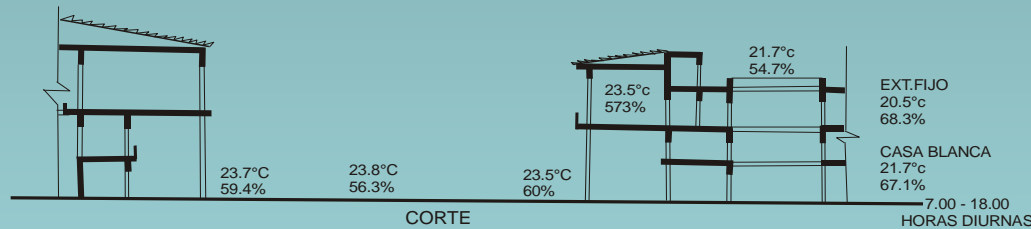


## TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AIRE

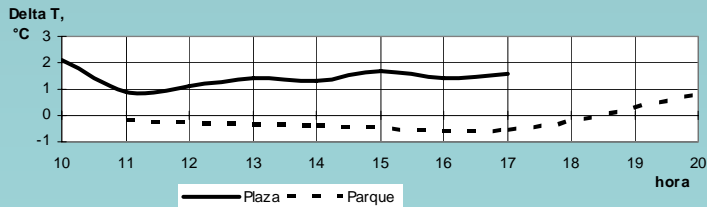


Las plazas, espacios libres pavimentados y sin protección solar son los más calientes de la ciudad compacta, superiores a las calles, las cuales reciben proporcionalmente más sombra de los edificios que la conforman.

Los registros de temperatura muestran en algunos casos una diferencia significativa con respecto a la estación meteorológica de referencia, en las horas cercanas al mediodía. Incide sobre este comportamiento la irradiación del calor de las superficies de piedra soleadas durante todo el período crítico.



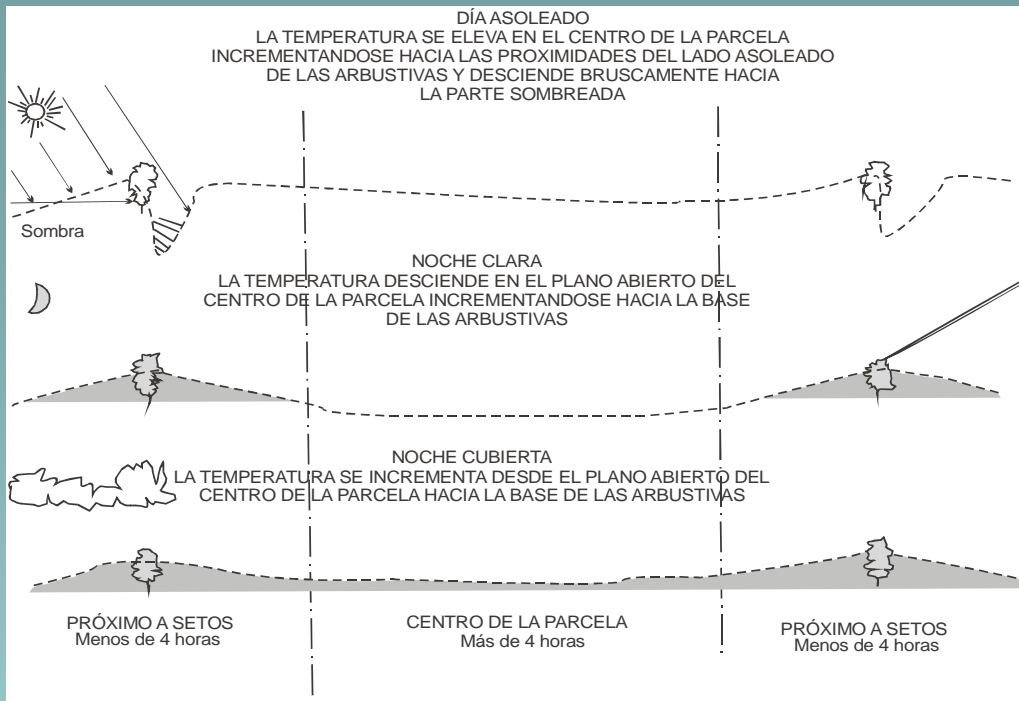
TEMPERATURA DEL AIRE



Comparación de los gradientes de temperatura del aire de una plaza y un parque con respecto a la estación meteorológica de referencia en Casabalanca.

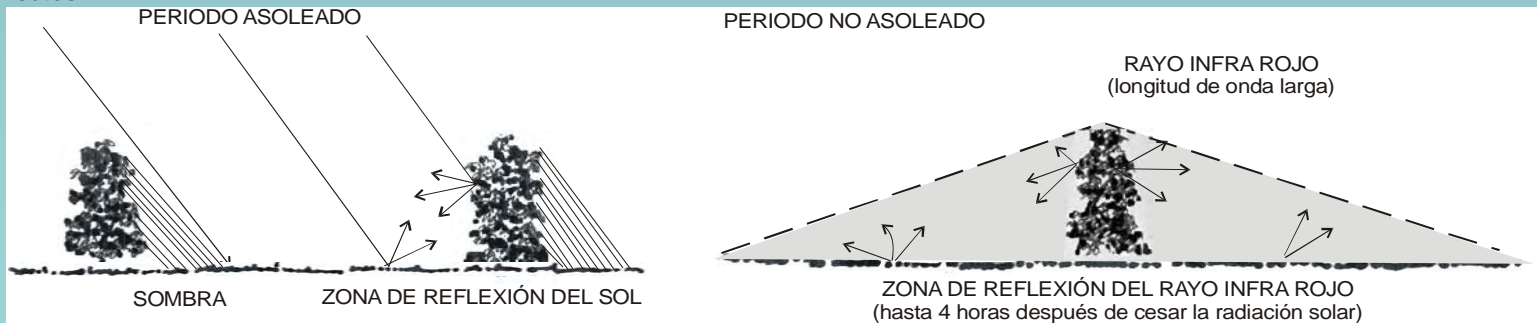
Cuando los espacios son arbolados, llamados comúnmente parques, se produce un decrecimiento de la temperatura del aire diurna.

Sin embargo, este beneficio no se ha podido constatar de manera evidente cuando el número de árboles es reducido o su follaje poco denso o poco extendido, de forma tal, que permita el paso de la radiación solar.



Durante el día, en la zona de sombra cercana a las arbustivas, las temperaturas del aire decrecen. Sin embargo, en la noche, la radiación absorbida durante el día comienza a ser emitida y la temperatura se eleva más en la zona próxima a los arbustos que hacia el centro de la parcela, tal como se puede observar en la figura de la izquierda, cuando el cielo está parcialmente cubierto como es frecuente en Cuba.

**Comportamiento de la temperatura del aire en un espacio abierto rodeado de setos**



Los setos captan y emiten la radiación solar hacia el ambiente que circunda.

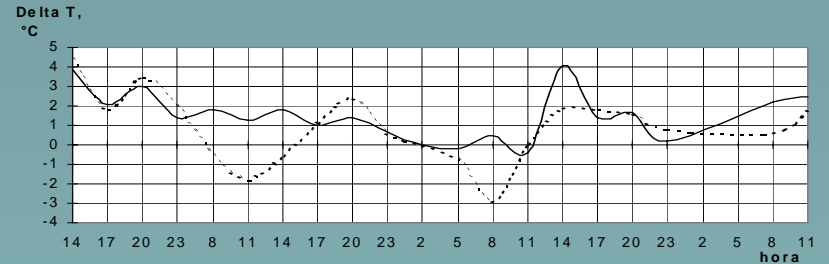
También existen diferencias entre la temperatura del aire en un espacio con arbustivas y césped y otro con arbolado. En los gráficos de la derecha se puede observar que el último es más fresco la mayor parte del día, lo cual corrobora una vez más lo ventajoso del arbolado en el diseño arquitectónico y urbano.

Cuando la terminación es de asfalto u hormigón se producen las condiciones más desfavorables. Si se comparan con un espacio con césped sombreado por árboles, la diferencia de temperatura en el horario más crítico - alrededor de las 14:00 horas- puede llegar hasta 3 o 4 oC. (Figura de abajo)

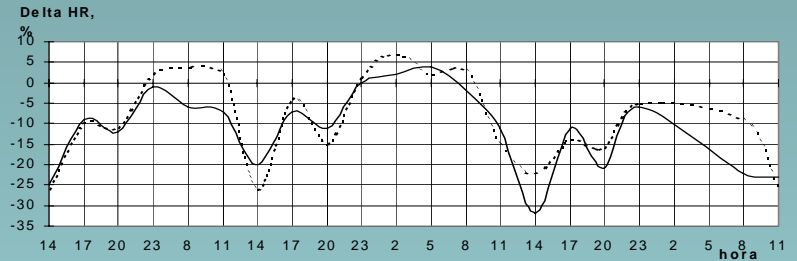


Gradientes de temperatura del aire con respecto a Casablanca (estación meteorológica de referencia) de espacios con terminaciones de hormigón, asfalto y área verde arbolada.

### TEMPERATURA DEL AIRE



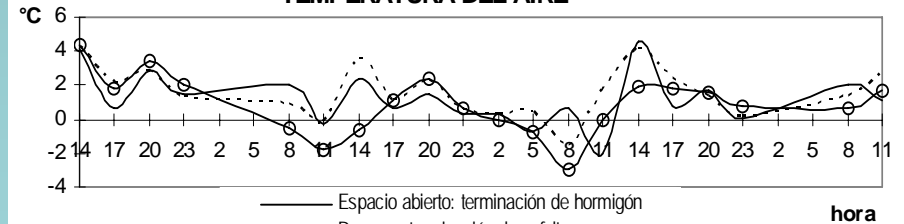
### HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE



— Espacio abierto con césped y arbustivas - - - - - Espacio abierto con césped, arbustivas y árboles

Comparación de espacios abiertos con tipos diferentes de áreas verdes.

### TEMPERATURA DEL AIRE

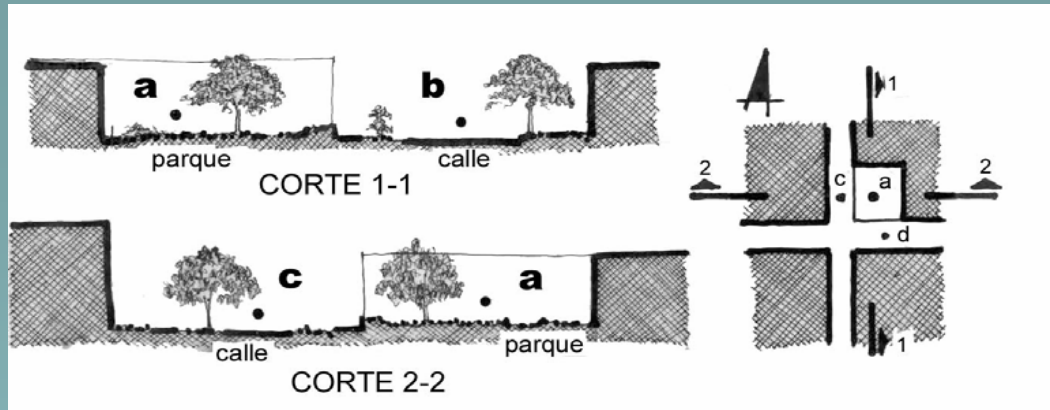


— Espacio abierto: terminación de hormigón  
 - - - - - Parqueo: terminación de asfalto  
 ○— Espacio abierto con césped y árboles

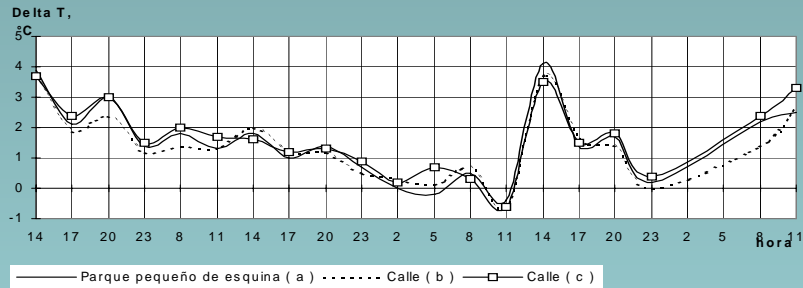
No se ha podido definir con certeza la dimensión que debe poseer un espacio verde para influir favorablemente en el microclima de una zona. Sin embargo, en mediciones realizadas en parques pequeños -entre 300 y 400 m<sup>2</sup>- construidos en parcelas sin edificar o libres por demoliciones, no se observan alteraciones significativas en los valores de temperatura y humedad del aire en los exteriores próximos.

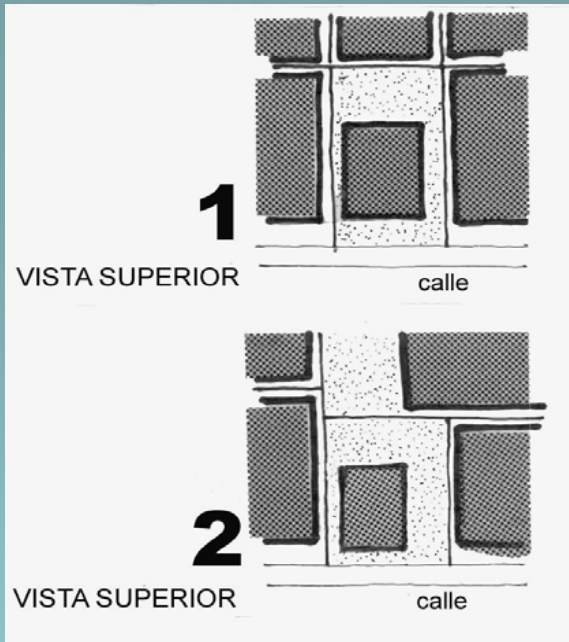
En las figuras se grafica un ejemplo del comportamiento de la temperatura y humedad relativa del aire de un espacio verde ubicado en una esquina (a) y los de las calles aledañas (b y c).

En la medida que parques, plazas o cualquier espacio urbano esté más limitado por otras construcciones, es decir, más cerrados al flujo del aire, la temperatura en ellos se elevará al menos que se evite la penetración de la radiación solar en las horas más críticas con vegetación u otros elementos de sombreado.

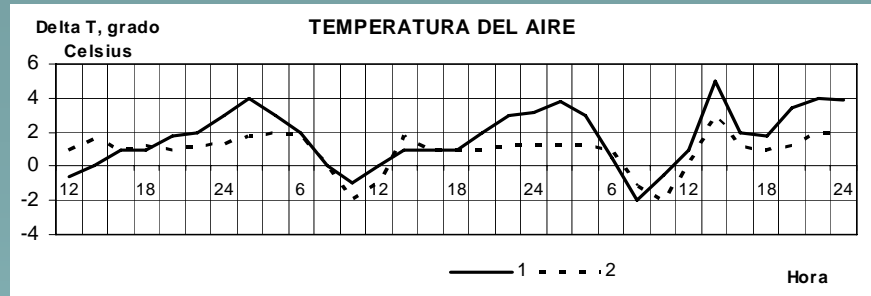


TEMPERATURA DEL AIRE





En la figura se ha graficado el comportamiento de las diferencias de temperatura con respecto a la estación meteorológica de referencia, de dos espacios ubicados hacia el interior de manzanas de tipología de pasillos perimetrales. Son, de hecho, patios traseros limitados por tres y cuatro edificios de dos pisos de altura respectivamente. En ambos terrenos sólo existe césped y algunas arbustivas.



Comportamiento de las diferencias de temperatura en espacios abiertos ubicados en el interior de manzanas con respecto a la estación de referencia.

Como se puede observar el más cerrado es más caliente durante un período de tiempo mayor, que abarca fundamentalmente las horas nocturnas. Durante el día las temperaturas en ellos son similares. De tal comportamiento se puede deducir lo que sucedería en modelos urbanos con áreas libres en los centros de las manzanas si penetrara el aire caliente de la calle.

Los edificios que dan a plazas y parques están más afectados por la radiación solar directa que otros con otras ubicaciones, de ahí que en su diseño la protección solar deba ser priorizada.

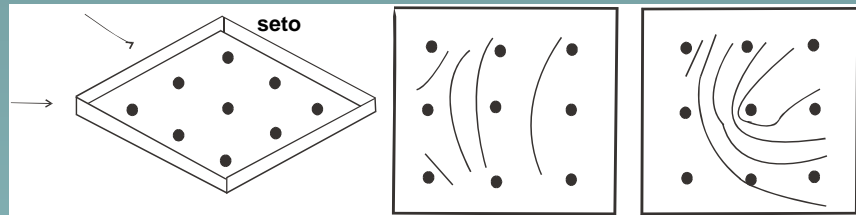
La circulación peatonal está igualmente en desventaja si no se tienen en cuenta portales, toldos, aleros, árboles u otros elementos que garanticen la sombra de los transeúntes.

## FLUJO DE VIENTO

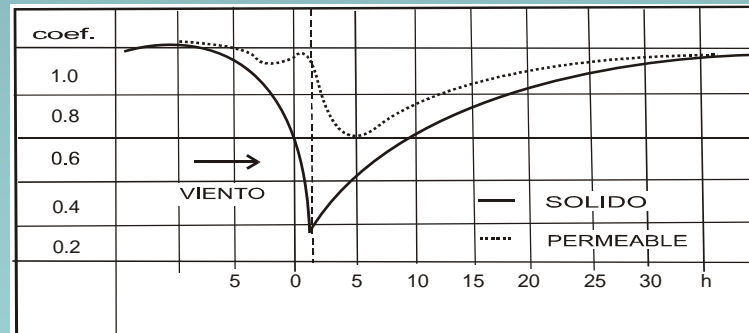
Es conocido que en espacios abiertos con algún tipo de barrera que obstaculice el flujo del viento, se produce una reducción de su velocidad que tiende a recuperarse en dependencia de la relación entre la altura de la barrera y la distancia existente entre ella y el observador o el punto de registro.

Sin embargo, en una plaza o espacio abierto de una zona compacta los coeficientes de obstrucción del viento y su recuperación no son similares al caso anterior sino que dependen en gran medida del grado de turbulencia del flujo de aire en esa zona.

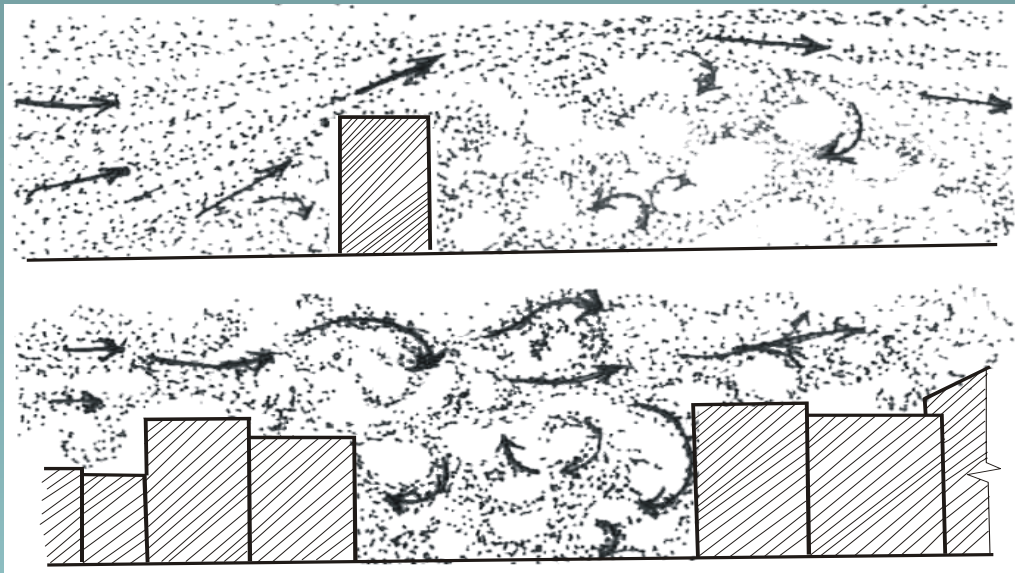
El viento con una estructura turbulenta produce una recuperación del flujo a distancias mucho menores que con flujos laminares. Gauld) encontró índices de recuperación a distancias 3,5 veces menores con intensidades de turbulencia del 8 %.



Isolíneas de la velocidad del viento en un espacio protegido por seto permeable según Naegeli citado por Van Eirmen(101).



Reducción de la velocidad del viento a causa de un obstáculo sólido en una superficie abierta según Van Eirmen.(101).



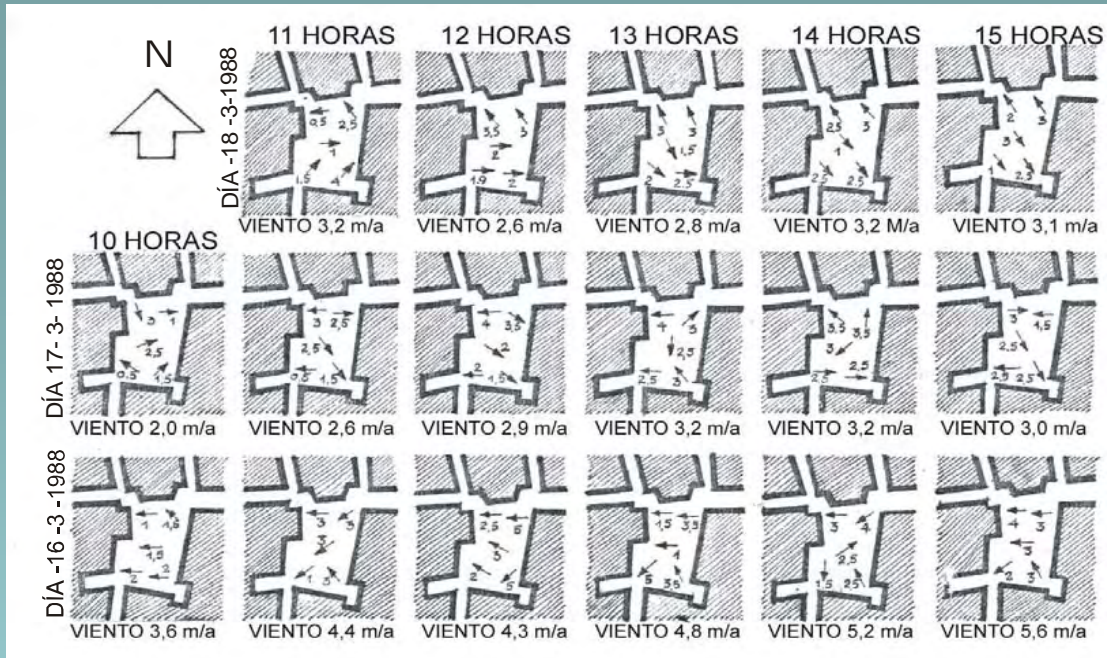
Flujo de aire en una zona protegida del viento:  
 a) en un espacio abierto sin otros obstáculos.  
 b) en una plaza pequeña en zona de morfología compacta.

- a** El fenómeno se verificó en diversas observaciones de la dirección del viento en la Plaza de La Catedral -página siguiente- y otras plazuelas durante varios días y horas, en condiciones de frecuente inestabilidad y variabilidad de la velocidad del aire. A veces, las diferencias entre puntos próximos eran acentuadas y breves.
- b**

En zonas de morfología compacta, en donde el viento toma una estructura turbulenta a causa de la rugosidad de la ciudad, el flujo no llega a recuperarse en los espacios abiertos de las plazas pequeñas de manera similar a lo que ocurre con espacios abiertos amplios, pues el movimiento del aire en estos casos no depende de un descenso del flujo hacia los niveles habitables de la plaza, sino que se genera por la acción del propio movimiento turbulento del viento que circula sobre las azoteas

y cubiertas transmitiendo esa movilidad a la masa de aire del espacio urbano que se encuentra debajo de él. No se trata de una recuperación en el sentido estricto de la palabra, sino de una transmisión del movimiento turbulento. Por esta razón, la dirección del movimiento del aire en plazas pequeñas y confinadas es inestable, diferentes en los diversos puntos de ese espacio y no corresponde necesariamente, con la dirección predominante del viento libre.

En el caso de plazas grandes o extensas se observan evidencias de la recuperación del flujo libre del viento hacia las zonas de las fachadas de la plaza que se enfrenta al viento. En estos casos se observa un flujo descendente con una mayor correspondencia con la dirección original del viento libre incidente. Tales fachadas disponen de un considerable potencial eólico con presiones dinámicas con valores predominantemente positivos



Dirección y velocidad del flujo de aire a distintas horas durante varios días en la Plaza de la Catedral en la Habana Vieja, donde se evidencia el interior de la plaza ante las variaciones de la dirección del viento.

actuando sobre ellas. El comportamiento del movimiento del aire en la mayor parte del área de las plazas grandes continúa siendo turbulento e irregular, con una inestabilidad que aumenta hacia las zonas más protegidas.

El sistema de vías que acceden a las plazas y parques intervienen en el comportamiento eólico de estas, constituyendo importantes ejes de canalización del flujo de aire que ingresa o sale de estos espacios. En algunas plazas confinadas en

zonas compactas se acostumbraba a interrumpir la continuidad del flujo canalizado por las calles con una discontinuidad de los ejes de las vías en los puntos de ingreso a los espacios abiertos. Cuando el flujo conducido por las calles ingresa de



forma directa a las plazas se incorpora al complejo movimiento del aire en estos espacios influyendo en su estructura turbulenta y contribuyendo a su irregularidad e inestabilidad.

En el caso de parques arbolados la reducción de la velocidad del viento se manifiesta diferente. En una experiencia desarrollada en el parque Trillo, los registros obtenidos en distintos puntos no presentaban ni máximos ni mínimos significativos. Sin embargo, la dirección del viento se mantuvo



durante el período medido prácticamente igual, a pesar de las turbulencias creadas por las propias urbanizaciones, árboles, etcétera.

El follaje de los árboles actúa como *moderador* del movimiento del aire en la zona habitada, dependiendo su mayor o menor efecto del tipo y permeabilidad al viento de las especies. Por otro lado, cuando la altura del arbolado sobresale sobre el perfil de los edificios circundantes su acción sobre el movimiento del aire en los niveles habitables es mayor.

Un arbolado de menor altura podría dificultar la acción del movimiento de la masa de aire hacia las zonas habitables. De ese modo, el uso y la buena selección del arbolado no sólo contribuye a moderar el efecto de la temperatura del aire y la radiación térmica en las plazas, sino a mejorar la estabilidad del flujo, pues ráfagas fuertes pueden constituir una fuente apreciable de molestias

para los transeúntes y usuarios. La apreciación de la mayor o menor velocidad del viento sobre las personas se codifica por la «*Escala de Beaufort*» que ha sido adaptada por Penwarden a los efectos que produce el viento sobre las personas en espacios abiertos con el fin de expresarla en términos de niveles comprensibles y aplicables por urbanistas y diseñadores.

Tabla de Beaufort según Penwarden

Número de Beaufort	Velocidad del viento m/s	Efecto
0,1	0 - 1,5	No se nota
2,0	1,6 - 3,3	Se siente en el rostro
3,0	3,4 - 5,4	Aire intranquilo, se mueve la ropa.
4,0	5,5 - 7,9	Se levanta el polvo, seca la tierra despeina, eleva los papeles.
5,0	8,0 - 10,7	La fuerza se siente en el cuerpo. Limite del viento agradable
6,0	10,8 - 13,8	Dificultad al caminar, las sombrillas se llevan con dificultad
7,0	13,9 - 17,1	Sensacion incomoda al caminar.
8,0	17,2 - 20,7	Generalmente impide el avance.
9,0	20,8 - 24,4	Las personas son empujadas por el aire

## LUZ NATURAL

Las plazas y parques en el tejido urbano constituyen puntos de entrada de luz, aire y sol, de forma similar que los patios y patinejos para las viviendas.

Los niveles de iluminancia natural son mayores en estos espacios cuando no están arboladas, al aumentar el asoleamiento directo en sus superficies o en las fachadas de los edificios que la rodean, sin embargo, el deslumbramiento puede constituir un problema aún cuando no se utilice color blanco o terminaciones de alto coeficiente de reflexión. El uso de vidrio reflectante en fachadas expuestas a la radiación solar, constituye una importante fuente de deslumbramiento y molestia.

Esta situación se presenta no sólo para los usuarios de estos espacios urbanos sino además para los habitantes de las viviendas que están a su alrededor, por lo tanto, hay que pensar en las visuales en ambos sentidos.

Tratamientos con pinturas o materiales menos reflectantes, así como el uso de áreas verdes, arbolado y coberturas vegetales sobre las superficies de las plazas y parques resultan convenientes para evitar este efecto.



*Vidrio reflectante en fachadas*

Los portales actúan favorablemente como elemento de transición entre un espacio muy iluminado -la plaza- y otro poco iluminado - el edificio-, constituyendo un elemento importante para atenuar el contraste que se produce entre estos ambientes.



*La molestia a causa del contraste entre interior y exterior puede ser mayor en los edificios que dan a plazas.*

## RUIDO

Los edificios que rodean a plazas y parques están, por lo general, mucho más afectados por el ruido que el resto, sin embargo, mediante un diseño bien concebido puede amortiguarse en cierta medida esa molestia,

Al ser las plazas espacios abiertos, generalmente superiores a 1 ha, la distancia entre fuente de ruido y receptor puede ser suficiente para que algunas de las actividades dejen de ser molestas. Considerando una distancia entre el borde de la plaza o parque y el edificio de 15 a 20 m, la reducción pudiera llegar a ser de 6 a 10 dBA aproximadamente, si consideramos los focos sonoros como puntuales, lo que pudiera no ser suficiente para cumplir los requisitos higiénicos en viviendas ubicadas en nuevas urbanizaciones pero sí para las de centro de ciudad.

Sin embargo, el ruido del tráfico de las calles que circundan tales espacios incrementa el nivel total de ruido ambiente, pudiendo inclusive predominar sobre el que se produce en la plaza o parque.

### **Niveles de ruido a 7,50m de las fuentes sonoras situadas dentro de grupos de viviendas.**<sup>(116)</sup>

FUENTES DE RUIDO	NIVEL DE RUIDO EQUIVALENTE, dBA
DESCARGA DE MERCANCIA	
CARGA DE ENVASES	70
TRABAJO DE UN CAMION	
RECOLECTOR DE DESPERDICIO	71
JUEGO DE MUCHACHOS	74
JUEGOS DEPORTIVOS:	
TENIS DE MESA	58
BALONCESTO	66
VOLIBOL	74
FUTBOL	75

La confinación del sonido se reduce cuando los edificios perimetrales no son muy altos y el perfil es irregular, también, cuando el espacio abierto es grande. En estos casos admite alturas mayores de edificios sin deteriorar el ambiente sonoro ni ocasionar efectos perceptuales negativos.



Las actividades muy ruidosas en parques y plazas pueden ser causa de molestias a los vecinos

La utilización de materiales de terminación de poca o casi nula reflexión es otro recurso a considerar para amortiguar el ruido ambiente. Evitar al máximo superficies de hormigón pulidas, sustituirlas en lo posible por césped, piezas perforadas, gravilla, etc., resulta una solución.

El uso de vegetación como elemento reductor del ruido es posible siempre y cuando la dimensión de la plaza lo permita. En la tabla se pueden observar las características que debe tener de esta franja verde para lograr cierta reducción, lo cual, sin duda, no resulta fácil de resolver si no se dispone de mucho espacio. Sin embargo, aunque no se pueda sembrar la franja en toda su dimensión siempre resultaría beneficioso, sobre todo para las viviendas de pisos superiores.

La utilización de elementos pantallas en esos espacios es más factible que en calles, al poseer dimensiones mayores. Depresiones u otros obstáculos, naturales o no, entre fuente y receptor, cumplirían con esta función.

### Valores aproximados de disminución del nivel de ruido por franjas de áreas verdes.

ÁREAS VERDES	ANCHO DE FRANJA, m	DISMINUCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO, dBA
Una hilera de árboles sembrados en forma de tablero de ajedrez dentro de la franja con dos hileras de setos en primer plano	10 a 15	4 a 5
Dos hileras distanciadas 3-5m entre sí y sembradas de la misma forma que la anterior	21 a 25	8 a 10
Tres hileras distanciadas 3m entre sí y sembradas de la misma forma que la primera.	26 a 30	10 a 12

Los balcones y portales convenientemente diseñados son útiles para desviar el ruido en su trayectoria hacia el interior, siendo por tanto, un elemento a priorizar en el diseño de los edificios que rodean a las plazas y los parques.



El diseño del propio parque sirve de pantalla el ruido –Parque de los Mártires.





# CIUDAD, ARQUITECTURA Y MICROCLIMAS

LA MANZANA URBANA

ALFONSO ALFONSO GONZÁLEZ  
GISELA DÍAZ QUINTERO  
ANA MARÍA DE LA PEÑA GONZÁLEZ

## LA MANZANA EN LA CIUDAD COMPACTA .

Cuando las primeras regulaciones establecidas por los conquistadores en las Leyes de Indias o el Código Indiano para el emplazamiento de los asentamientos poblacionales llegaron a Hispanoamérica, una buena parte de las ciudades habían sido ya organizadas en calles, manzanas y parcelas a partir de la plaza mayor.

Estudios realizados por Hardoy sobre estas ciudades refieren como formas más frecuentes de las manzanas las rectangulares y cuadradas, formando un damero, casi o totalmente idénticas. También las irregulares eran usuales sobre todo en los casos de asentamientos espontáneos. En los modelos urbanos radiales o cuando el tejido urbano se tenía que transformar por los accidentes geográficos o la topografía, aparecían las formas trapezoidales.

Según este mismo autor los tamaños estaban en correspondencia con la procedencia de los adjudicadores: las *peonías* - de 50 x 100 pies -, eran para los de menos recursos; las *caballerías* - de 100 x 200 pies -, para los de mayor rango y poder adquisitivo.

En La Habana - según Venegas - el Cabildo llevó a cabo el trazado inicial de la ciudad sin plano previo, pero sí con una idea práctica de las dimensiones que debían tener las unidades de la "traza", que correspondían a solares de 60 x 100 pies y calles de 24. Las distancias entre calles no aparecían reguladas, más bien obedecían a una continua agregación de solares de modo flexible, poco controlado y adecuándose a las irregularidades del terreno, que han dejado "cuadras", que oscilan entre 80 y 100 metros (aproximadamente entre 270 y 330 pies).



En la medida que las ciudades fueron evolucionando las manzanas se fueron densificando. Las murallas contribuyeron a esto.

En La Habana existía una ocupación extensiva de la edificación en la parcela. En 1691, de acuerdo a la información ofrecida por el ingeniero militar Juan de Ciscara, referido por Venegas(110) en sus trabajos, se había calculado una cifra promedio de 13 viviendas por manzana. Medio siglo más tarde este promedio ascendió a 22. Esta distribución desahogada del interior de las manzanas también era útil para prevenir los frecuentes incendios que ocurrían dado los materiales de construcción empleados en ese momento. Posteriormente, al introducirse los muros de mampostería o de sillares, se fueron consolidando los edificios y con ello la compactación de las manzanas. Surgieron entonces los patios y traspatios para poder mantener esa relación con el exterior y así ventilar e iluminar los espacios interiores.

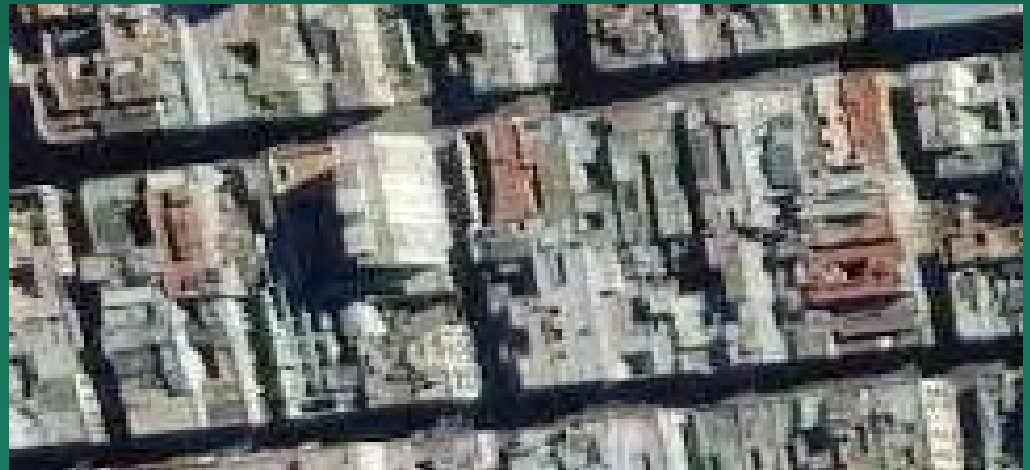
La manzana de la ciudad compacta quedó conformada en el siglo XIX prácticamente igual a como se encuentra hoy en día, con un

esquema tipológico basado en un perfil irregular pero sin grandes diferencias, edificios asociados por medianerías, continuidad en las fachadas, vínculo con el exterior a través de la fachada, patios y patinejos; pero sobre todo una gran flexibilidad y capacidad de asimilación de modelos viejos y nuevos.

La manzana compacta de hoy es el resultado de los cientos de años de coexistencia, adaptación y superposición de soluciones arquitectónicas y funciones en una porción del territorio urbano.

Las plantas bajas estaban usualmente ocupadas por comercios, talleres y servicios, mientras que las superiores a viviendas. La “bodega”, “carnicería” o “la tienda” de la esquina se extendió como concepto de diseño a los barrios extramuros, manteniéndose hasta hoy en día.

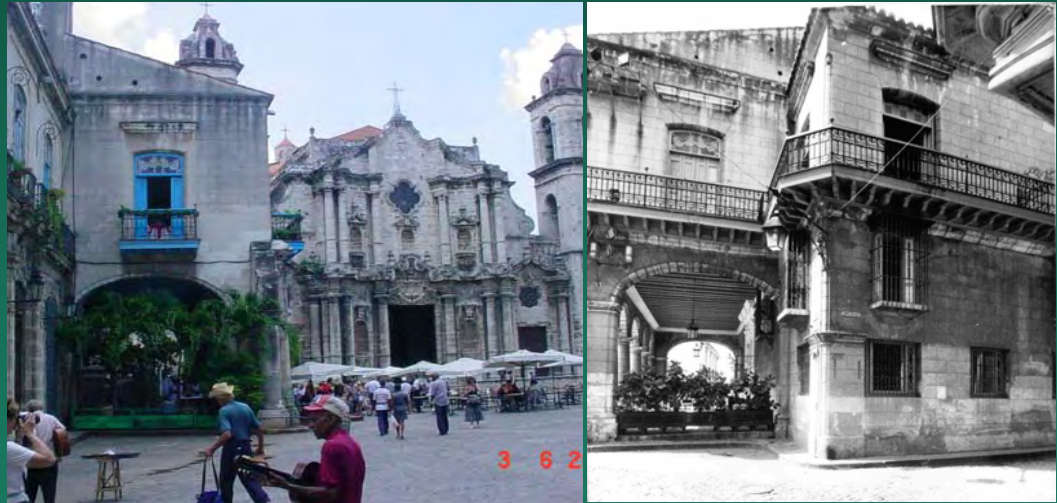
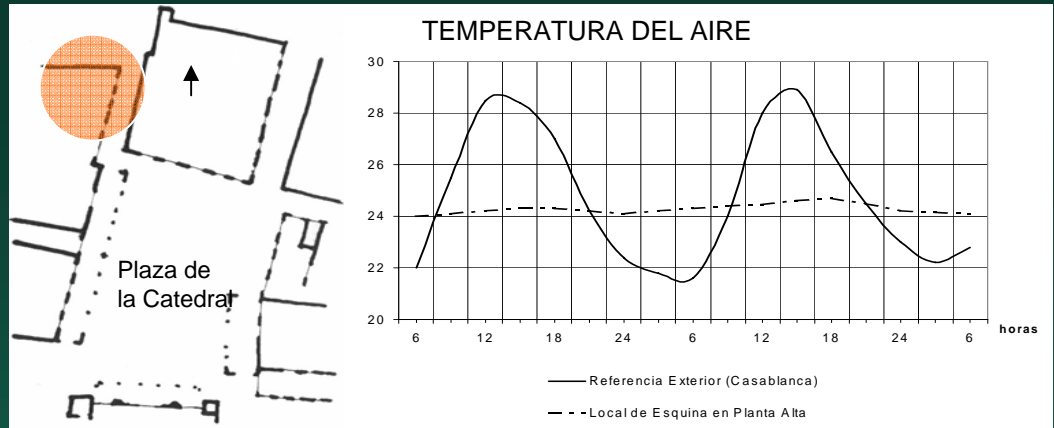
Por lo general, en la manzana, los locales o funciones de mayor privacidad se ubicaban hacia su interior, mientras que hacia la periferia los públicos. Los portales eran lugares importantes de intercambio social, así como los balcones.



Todos los rasgos de la manzana mencionados anteriormente, así como, la disposición y altura de los edificios y las características de los espacios libres que en ella existen, es decir, su morfología, condiciona su comportamiento climático influyendo tanto en el microclima urbano como en el de los espacios interiores de los edificios.

A diferencia de otras tipologías urbanas, la manzana compacta además de ser una unidad urbana es también una unidad climática en la que la compacidad juega un papel fundamental al generar una inercia térmica que equilibra el ambiente entre sus componentes. Una demolición, un clareo, un cambio en la asociación de los edificios, inserciones de nuevas tipología de edificios no compatibles con las existentes, puede romper este equilibrio y destruir las ventajas que la ciudad compacta ofrece.

Es bien conocida la llamada *esquina del fraile*, favorecida por el viento y la sombra la mayor parte del día (orientación noreste), mientras que a la diagonalmente opuesta, *esquina del diablo*, le sucede todo lo contrario (orientación suroeste).



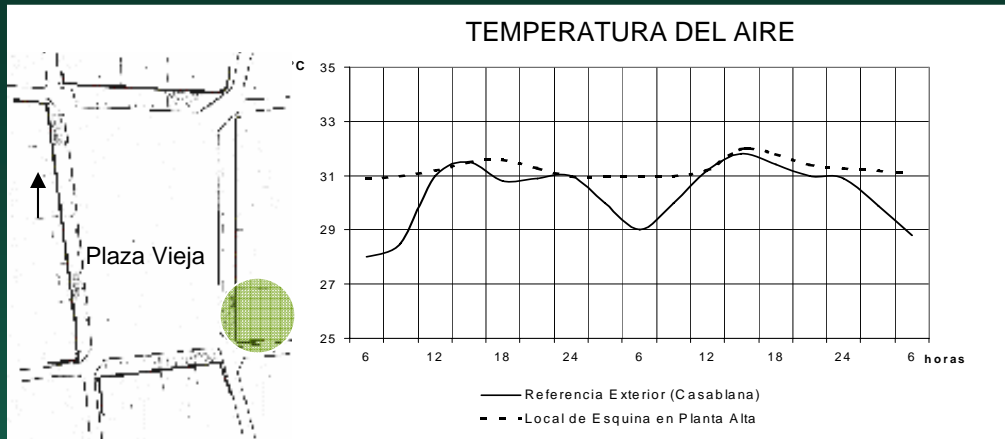
Magnitudes de temperaturas del aire registradas en un local en planta alta con ubicación en la esquina "fraile".



Esto se pudo verificar al comparar dos locales, ubicados en planta alta en las mencionadas esquinas. Uno en el Restaurante El Patio en la Plaza de la Catedral (*esquina del fraile*) y el otro en un edificio de vivienda en la Plaza Vieja, Teniente Rey y Mercaderes, (*esquina del diablo*).

Los registros de temperatura del aire de ambos locales manifestaban estabilidad térmica a lo largo del día, el ubicado en la Plaza de la Catedral era más fresco, con valores prácticamente iguales a la temperatura media de Casablanca, mientras que el otro local se aproximaba a la máxima de Casablanca.

Magnitudes de las temperaturas del aire registradas en un local en planta alta emplazado en la esquina de la manzana donde incide la radiación solar en horas de la tarde y se encuentra en la zona de sombra de viento.



Existen también diferencias si el edificio está ubicado en un lote intermedio, en una esquina o en el interior de la manzana, y si los locales están en el último piso o en las plantas bajas. Cuando se va a intervenir en un edificio o construir uno nuevo es importante analizar la ubicación del lote en la manzana, ¿qué ventajas se pueden obtener? ¿qué problemas genera? ¿cuál es su interacción con el microclima?

Para analizar la relación entre microclima y la ubicación en la manzana se han considerado tres situaciones:

- Edificios ubicados en lotes interiores.
- Edificios ubicados en lotes intermedios o al centro de la manzana.
- Edificios ubicados en lotes de esquina.



Esquema de la ubicación relativa de los edificios en la manzana.

## EDIFICIOS EN LOTES INTERIORES DE LA MANZANA

Es la ubicación más desfavorable en la manzana. Es poco frecuente en tipologías compactas y se origina al ampliar edificios existentes o construir en patios traseros.

En ella el intercambio con el exterior es principalmente a través de patios, patinejos o conductos. Esto significa que su microclima interior depende esencialmente del diseño de estos espacios, así como, de la superficie total a ellos destinada y su distribución en el edificio.

Poseen la ventaja de que el área expuesta a la radiación solar es reducida -principalmente la cubierta-, sin embargo, esto mismo resulta un inconveniente para la iluminación y ventilación natural cuyos potenciales son bajos.

Este emplazamiento aísla a los residentes del ambiente urbano, contaminado, caliente y ruidoso, sin embargo, es más vulnerable al ruido que proviene del propio edificio a través de los pasillos de circulación, los patios y los patinejos. Lo mismo sucede con las visuales.

La altura de estos edificios con respecto a los que les rodean tiene mayor peso en el comportamiento climático interior que el que tiene en otras ubicaciones. Si más bajo, estará más protegido del sol pero con más obstrucción del viento y la luz. Si más alto, son mayores las posibilidades de ventilarse e iluminarse, pero la ganancia térmica es mayor.



## EDIFICIOS EN LOTES DE ESQUINA

De todas las ubicaciones en la manzana las esquinas son las preferidas por los habitantes de la ciudad, sobretodo la ya mencionada “*esquina fraile*”, con sus bondades climáticas.

En estos lotes hay una mayor posibilidad de vincular los locales al exterior para iluminar y ventilar, pero también el área de cierres expuestos a la radiación solar directa, a la contaminación urbana y a la influencia de la isla de calor se incrementa con respecto a los otros emplazamientos en la manzana ya estudiados.

Las temperaturas interiores registradas en dichos edificios tienden a ser superiores a las de la estación de referencia, en dependencia de la orientación del edificio, la protección solar, el área de fenestración, la tipología constructiva, etc.

Aparece una contradicción evidente entre la posibilidad de disponer de una gran actividad eólica con aberturas apropiadas que evacue la ganancia térmica, y la necesidad de aislamiento con respecto a la contaminación urbana, al efecto de la isla de calor, etc.

Existe mayor exposición al deslumbramiento y a la falta de uniformidad. Los niveles de ruido son mayores por tener dos fachadas expuestas al tráfico de las vías que en ese punto concurren.



## UBICACIÓN EN ALTURA

Existe una diferencia evidente en el comportamiento climático de los locales en dependencia de su ubicación en altura. Esto difiere en las distintas tipologías urbanas, siendo más evidente en la compacta.

El perfil de la ciudad y específicamente el de la manzana influye en el flujo del

viento, sombreado de las cubiertas y potencial de luz natural.

Los espacios ubicados en los pisos intermedios y bajos de los edificios tienen un comportamiento térmico más estable que los del último nivel debido a que el área expuesta a la radiación solar y el intercambio de aire con el exterior es menor.

El último piso tiene la influencia negativa de la cubierta que puede afectar la estabilidad térmica del ambiente interior en dependencia de sus características termofísicas, del potencial eólico disponible y de su ubicación en relación con los edificios colindantes.

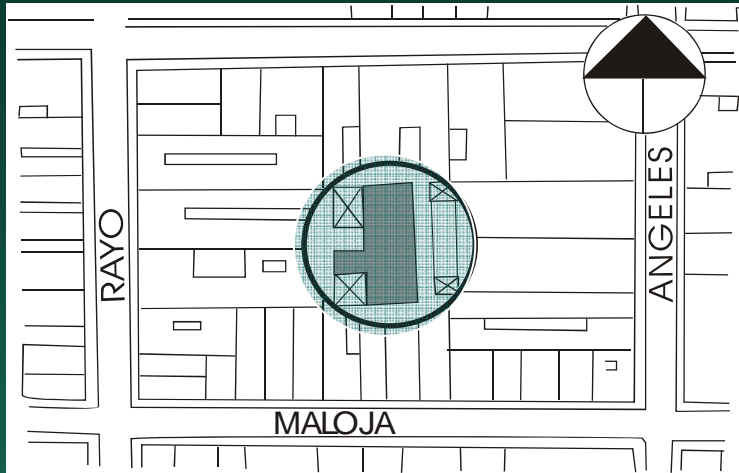
Si recibe sombra de éstos la estabilidad térmica interior es mayor. Sin embargo, cuando esto no ocurre, el efecto radiante de la cubierta es prácticamente imposible de contrarrestar con el intercambio de aire a través de los patios y patinejos. En estos casos sólo es posible reducirlo con alguna solución alternativa de sombreado o aislamiento térmico.

Este efecto radiante pudiera contrarrestarse con una ventilación profusa, la cual es posible de lograr cuando el local está ubicado por encima de los edificios que lo rodean. Sin embargo, éste no es un recurso estable durante todo el día, por lo que siempre es conveniente recurrir a la solución propuesta de sombreado.

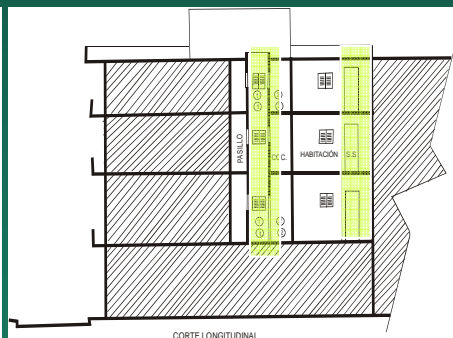
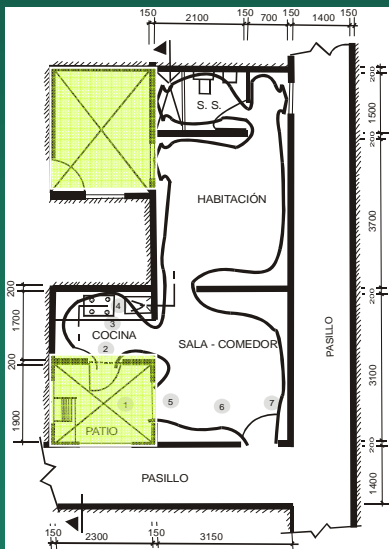


*Los edificios más bajos se favorecen de la sombra que arrojan los más altos.*

# ESPACIOS EN DISTINTOS NIVELES Y CON DIFERENTES FUNCIONES

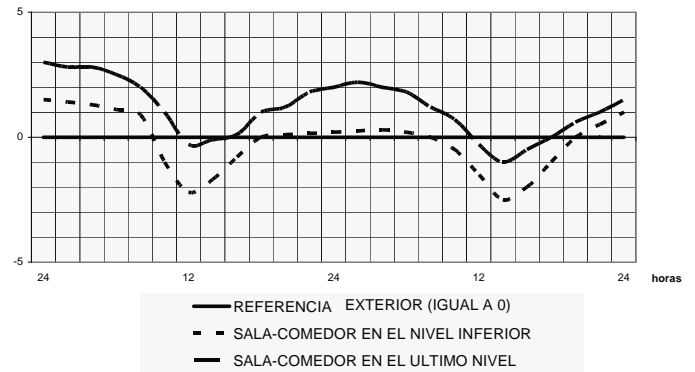


Planta

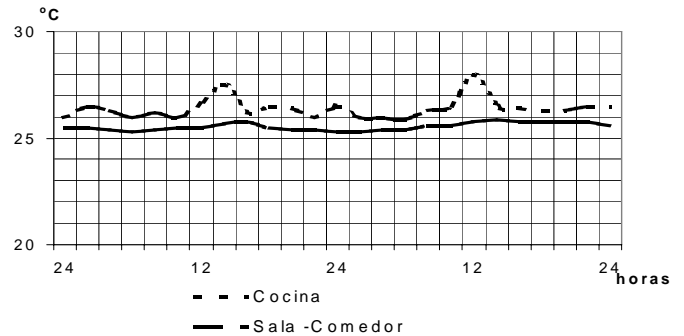


Sección

## GRADIENTE RELATIVO DE LA TEMPERATURA DEL AIRE



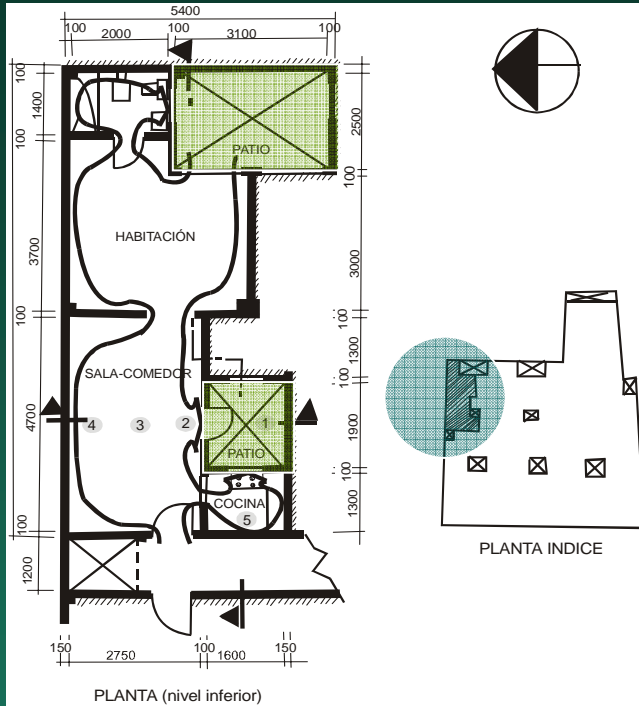
## TEMPERATURA DEL AIRE EN EL ÚLTIMO NIVEL



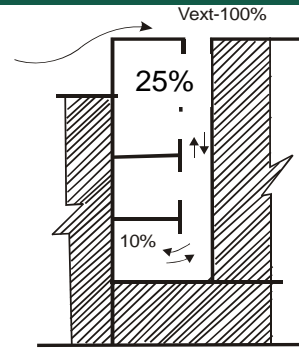
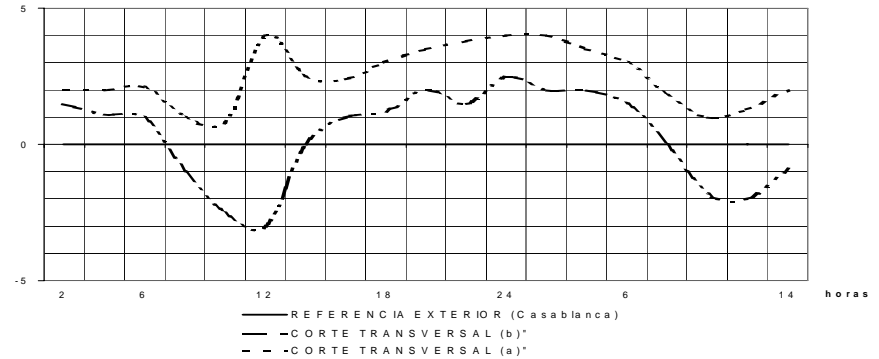
La temperatura interior del aire varía en dependencia de la existencia de emisiones de calor en ellos (cocinas).

Locales que se encuentran en planta alta muestran variaciones en su régimen térmico con respecto a los ubicados en plantas inferiores debido a las diferencias en sus relaciones de intercambio con el exterior.

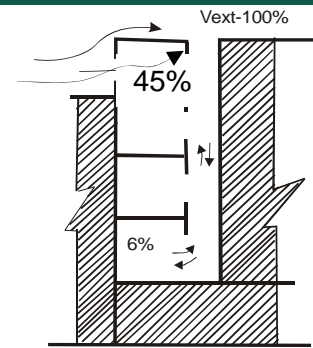
# REPERCUSION DE LA PERMEABILIDAD DE LOS LOCALES EN LAS VELOCIDADES DEL AIRE EN LOS INTERIORES



## GRADIENTE RELATIVO DE LA TEMPERATURA DEL AIRE



CORTE TRANSVERSAL  
a) VENTILACIÓN A TRAVÉS DE PATINEJO



CORTE TRANSVERSAL  
b) VENTILACIÓN ENTRE LA FACHADA Y EL PATINEJO

Comparación porcentual de la velocidad del aire en dependencia de la permeabilidad de un local en planta alta y su efecto sobre el de plantas inferiores. la altura media del perfil de la manzana:

- a) Cuando este local está abierto sólo al patinejo.
- b) Cuando este local tiene ventilación cruzada.

Se observa que la apertura de las ventanas en la planta alta expuesta al viento reduce porcentualmente el movimiento del aire en la planta inferior.

Locales ubicados en altura, por encima del perfil medio de la manzana, están también favorecidos por disponer de un mayor potencial luminoso, pero tiene el peligro del deslumbramiento producido por terminaciones de las azoteas brillantes o blancas.

En los niveles inferiores los patios, patinejos y conductos son los encargados de resolver el déficit de iluminación. Si no están debidamente diseñados el potencial de luz disponible en el interior de dichos espacios, es insuficiente.

Esta insatisfacción puede incrementarse por la falta de uniformidad.

En pisos superiores sin obstrucción del contexto, se agudiza la necesidad de protección solar del área de fenestración, para así evitar que las personas estén sometidas a altos contrastes de luminancia al mirar hacia el exterior, atenuándose el efecto de deslumbramiento. Este efecto también se produce en sentido inverso, cuando desde un exterior más luminoso se entra a un local más oscuro.





# CIUDAD, ARQUITECTURA Y MICROCLIMAS

## ESPACIOS ARQUITECTONICOS Y SU ENVOLVENTE



ALFONSO ALFONSO GONZÁLEZ  
GISELA DÍAZ QUINTERO  
ANA MARÍA DE LA PEÑA GONZÁLEZ

# EL ESPACIO Y SU ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA

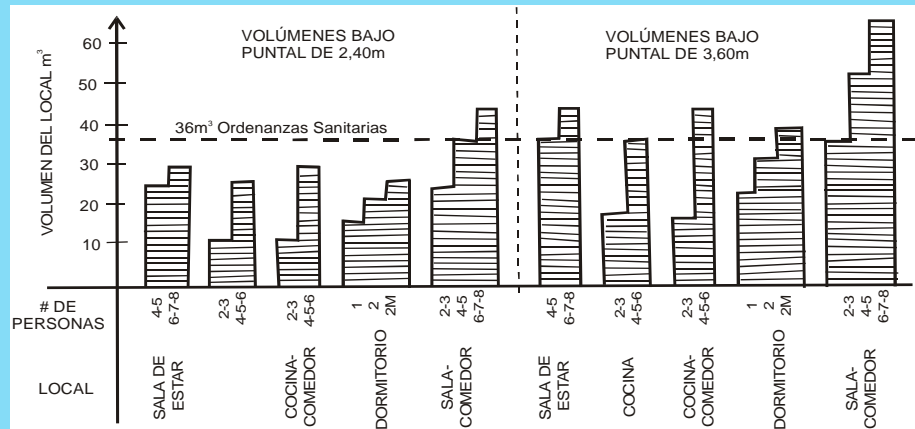
Para analizar el comportamiento microclimático de los interiores arquitectónicos se consideró necesario desarrollar un capítulo independiente que abordara con mayor detalle la interrelación microclima - espacio - envolvente; entendiéndose envolvente como el conjunto de elementos que limitan virtual o físicamente el espacio.

Entre los principales aspectos que intervienen en la regulación ambiental de los espacios se encuentran:

- las características geométricas (forma, proporciones y dimensiones).
- los componentes constructivos de la envolvente, tanto los vanos como los macizos (cubiertas, paredes, tabiques, entrepisos, etc.).

## DIMENSIONES Y PROPORCIONES DE LOS ESPACIOS.

En las Ordenanzas Sanitarias (77) de principios del siglo XX se establecía la recomendación de no construir locales con volúmenes menores de  $36 \text{ m}^3$ , para garantizar la higiene.



Análisis comparativo entre los volúmenes de los locales y los exigidos por las Ordenanzas Sanitarias.

Evidentemente, un mayor volumen de aire, tarda más en calentarse y exceder los límites permisibles de contaminación.

Lo anterior se vincula a los puntales, pues siendo éstos altos, la atmósfera del local puede estratificarse más fácilmente ascendiendo el aire más caliente hacia la parte superior de éste, manteniéndose fresca la zona habitable del volumen. Varios autores niegan la influencia que

tiene el puntal en el microclima térmico. El fenómeno de la convección es favorecido por los puntales altos especialmente en los pisos inferiores y medios en edificios de las zonas compactas de la ciudad donde el flujo transversal del aire es débil. Con un mismo flujo de calor o emisión de contaminantes un local con un volumen 1,5 veces mayor que otro tarda 1,5 más tiempo en calentarse o afectarse la composición del aire.

La restricción principal para el aumento del puntal en la actualidad es de carácter económico, aunque posibilite ambientes interiores más confortables.

Los locales que sobresalen del perfil urbano están sometidos a una fuerte acción del viento. En estos casos la tasa de recambio de aire es alta y no es tan importante la altura del puntal para mantener la masa de aire estratificada, pero sí para reducir el efecto radiante de la cubierta sobre los ocupantes mejorando ligeramente las condiciones térmicas de los interiores.

Las proporciones de las plantas de los espacios inciden en la ganancia de calor en dependencia del número, tamaño proporcional, orientación y ubicación relativa de sus cierres expuestos al exterior, especialmente si no están protegidos del sol. Si se orienta la pared más pequeña del local hacia el lado asoleado, el calor que recibe el espacio será menor que cuando la pared expuesta es la del lado mayor.

## **FUNCIONES DE LOS ESPACIOS.**

### **LOCALES DE SERVICIO**

Los locales de servicio son fuentes de contaminación de gases, humo y ruido. Además, en el caso de la cocina también de calor.

El tratamiento climático de estos tipos de locales exige un análisis particular en cuanto al intercambio de aire entre ellos mismos y el resto.

Los locales de servicio que tienen aberturas vinculadas a la calle permiten la evacuación, directamente al exterior, del calor y otros contaminantes pero, cuando se abren hacia patios, patinejos o conductos la propagación de contaminantes se produce hacia el resto de los espacios habitables del edificio debe evitarse o restringirse para amortiguar su efecto negativo.

En la vivienda, los locales de servicio más comunes son: el de lavar y secar la ropa, la cocina y el baño. El espacio de lavar y tender genera ruido por los equipos utilizados, además se requiere de aire y sol para el secado de la ropa. La cocina y el baño son fuentes contaminantes de gases y calor.



Cocina vinculada a un patinejo que en planta baja se utiliza para lavar y tender.

En muchos edificios en planta baja existen locales de servicio, restaurantes, mercados, etcétera; que por su función y características de diseño pueden ser generadores de contaminantes e inclusive los patios son utilizados con estos fines.

## LOCALES DE DESCANSO

Los dormitorios son locales que requieren de condiciones ambientales estables. La tranquilidad y privacidad son sus principales atributos. Conectarlos físicamente con locales de servicio o, abrirlos directamente hacia el entorno urbano, lo expondrían a la incidencia de la radiación solar, gases, humo, polvo y hollín. Además afectaría la privacidad visual y acústica, así como, sometería al local a limitaciones en el intercambio de aire con el exterior al tener que cerrarse durante las horas de la noche.

Cuando se abre a patios, la ganancia térmica es pequeña en correspondencia con la radiación solar incidente. El aislamiento con respecto al ruido urbano es mayor, sin embargo, pueden aparecer afectaciones por la propagación en ellos de los ruidos del propio edificio o de los locales de servicio ubicados en planta baja.



## LOCALES DE USO SOCIAL

No siempre es posible que el local de vestíbulo o sala de estar estén vinculados directamente a la calle o plaza, siendo los patios los encargados de cumplir esta función. En estos casos, los habitantes de estas viviendas no se sienten vinculados con el ambiente exterior, aunque desde el punto de vista climático sí lo están y en ambas situaciones, sobre la envolvente arquitectónica de estos espacios recae la función de amortiguar o modular las condiciones ambientales externas adversas para lograr microclimas interiores favorables, sin embargo, la iluminación natural y la sensación perceptiva del espacio urbano no es satisfactoria.

En los restaurantes, cafeterías o locales de servicios, las zonas de uso público son las que más se relacionan con el espacio urbano y su grado de confort depende de las características de éste.

# INFLUENCIA MICROCLIMÁTICA DE LA ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA

## EFFECTOS DE LOS VANOS

Las ventanas y huecos en los cierres constituyen una vía para el intercambio de aire, visuales y la entrada de luz, calor, ruido y contaminantes desde el exterior, por lo que se relacionan fuertemente con los requerimientos y posibilidades de ventilación, iluminación natural, aislamiento y privacidad de los locales.

### Ventilación

Los requerimientos internos de cada espacio y, su ubicación relativa dentro del volumen de las edificaciones compactas, son factores que determinan el sistema de ventilación natural a utilizar.

Desde el punto de vista de la ventilación natural se presentan como alternativas:

a-Ventanas y huecos que restringen o regulan el intercambio de aire con el exterior y preservan el microclima estable del local.

b-Ventanas y huecos que posibilitan y activan la renovación profusa del aire desde el exterior.

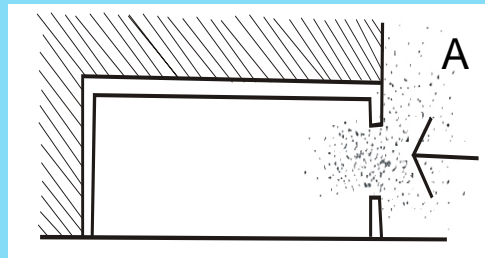
c-Casos que combinan ambos criterios de intercambio de aire.

d-Huecos y ventanas dando a patios y patinejos que permiten la renovación del aire y mantienen el microclima estable del local.

e-Casos especiales.

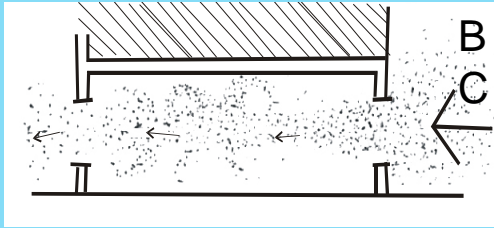
En los sistemas con ventanas que restringen la ventilación (caso A) el movimiento de aire interior es de tipo convectivo.

El uso de este tipo de ventilación es frecuente en locales que colindan con espacios con temperaturas altas, ambientes desfavorables y siempre que la ganancia térmica de los interiores no sea muy grande.



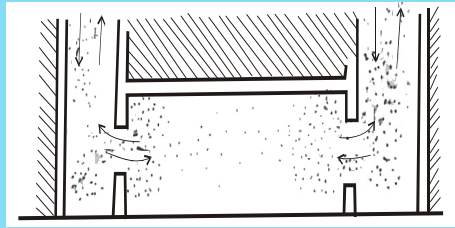
La velocidad del flujo de aire en el interior del espacio no tiene que ser necesariamente alta, pero sí debe bastar para evitar la sensación de «aire quieto», remover la tensión de vapor de la superficie del cuerpo de los ocupantes y proveer la renovación requerida para mantener la calidad higiénica de la atmósfera.

Los vanos en los locales de puntales altos con aberturas de reventilación en su parte superior facilitan la ventilación por gradientes térmicos en condiciones de calma de viento o en aquellos casos en que la ventana se cierre por razones de privacidad, seguridad, etc.



El caso B, con ventanas y huecos que posibilitan y activan la ventilación profusa, se aplica a locales de alta ganancia térmica más expuestos al viento, con la finalidad de evacuar el aire calentado por el flujo térmico que pasa a través de cierres y de las cubiertas expuestas al sol. Aquí importa tanto el volumen de aire caliente que es desplazado como la velocidad del aire en el local. Este caso es propio del edificios con ventilación cruzada.

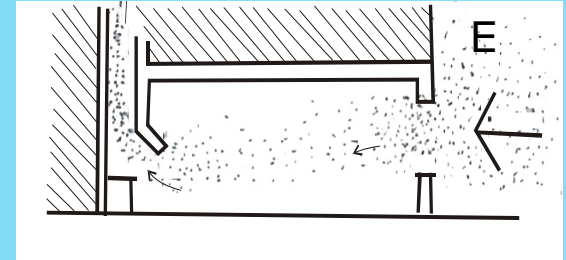
El caso C, combina ambos criterios, dependiendo directamente del diseño de la ventana y de su manipulación.



El caso de huecos y ventanas dando a patios y/o patinejos (caso D), es una alternativa que, teniendo baja ganancia térmica y escaso potencial eólico, permite mejorar el caso A. Se plantea como solución favorable en edificios compactos.

El caso E se aplica a la evacuación del aire. Es frecuente su uso en los espacios con fuentes internas emisoras de calor o contaminantes como son las cocinas y los servicios sanitarios donde se debe garantizar la evacuación forzada del calor y los contaminantes sin que se diseminen a otras zonas del local o del edificio.

D



La versatilidad en el funcionamiento de la ventana, su diseño y materiales empleados, permite ventilar adecuadamente el espacio interior una vez seleccionado el sistema más conveniente.



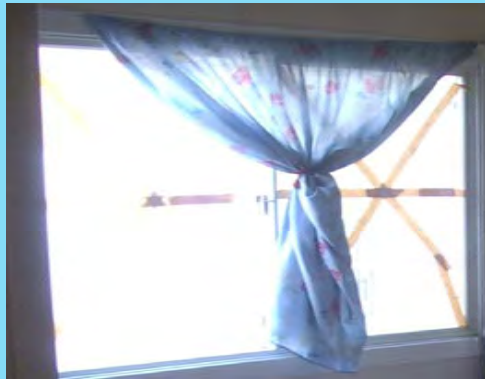
## Ganancia térmica

Cada hueco o vano abierto introduce cierta cantidad de calor dentro del local a causa de la penetración de la radiación solar, en dependencia de la orientación y del área de abertura. La reducción de esta ganancia térmica se puede lograr con una protección solar efectiva.

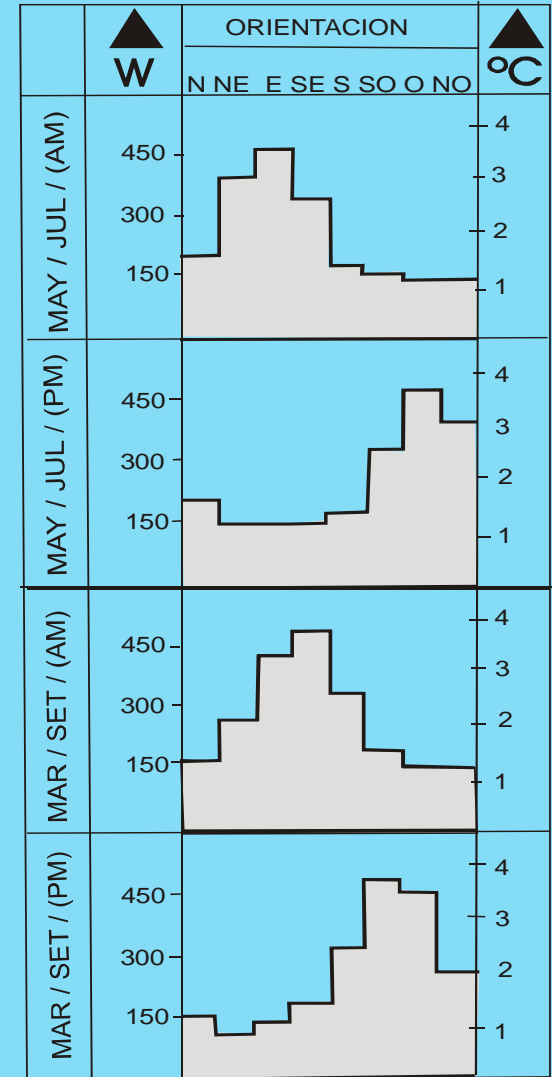
Por cada metro cuadrado de hueco vidriado o no, sin protección de la radiación solar directa, se produce un incremento de la temperatura ambiental del local. Al oeste, durante la tarde, en julio, la ganancia térmica del local sólo a causa del vano equivaldría a 466 Watt lo que es suficiente para una elevación potencial de la temperatura del aire en 3,5°C considerando un recambio de aire de 10 volúmenes por hora.

El área de vano o hueco cuando no recibe sol pero sí radiación solar difusa, también produce ganancia de calor aunque en menor cuantía. Mayores áreas de vanos o huecos vidriados que las requeridas para iluminar la habitación incrementarían la temperatura del aire.

La necesidad de protección solar se extiende inclusive a la parte opaca de los cierres de vanos. La superficie caliente de una ventana o una puerta ejerce sobre los ocupantes una influencia radiante de magnitud que pudiera llegar a ser similar, en determinadas condiciones, a la producida por un área equivalente de macizo cuya temperatura de superficie en su cara interior fuera igual a 4°C por encima de la temperatura interior. Esta influencia también es dependiente de la posición que ocupe la superficie opaca del cierre con respecto al individuo receptor.



Relación entre la ganancia térmica y la elevación potencial de la temperatura del aire.



## Iluminación natural

La calidad de la luz es función del área de vano, la profundidad del local y la penetración de la radiación solar directa, entre otros aspectos.

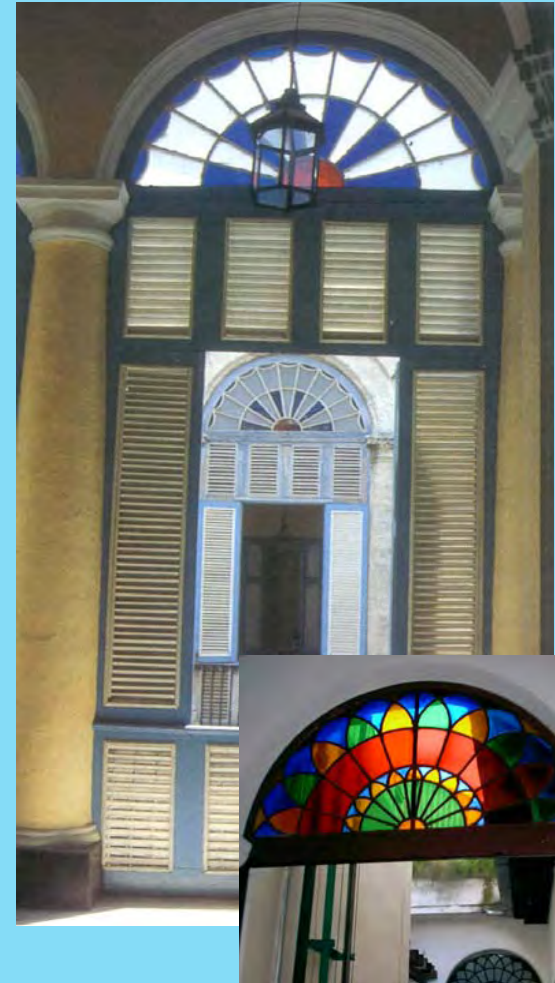
La luz solar para iluminar puede ser contradictoria con la ganancia térmica que acarrea, así como con el deslumbramiento directo cuando incide el sol sobre el vano.

Los niveles de iluminancia natural registrados en los pisos bajos y medios son más reducidos que en los altos, fundamentalmente en los espacios que dan a patinejos y patios. En estos casos la entrada de luz es indirecta, producida por las reflexiones en las superficies del patio. Una de las vías para compensar esta desigualdad consiste en el incremento del área de ventanas hacia los pisos inferiores para propiciar una mayor entrada de luz.

La iluminación procedente de los espacios exteriores abiertos sin obstrucciones puede ser fuente de deslumbramiento tanto por la incidencia directa del sol como por la dirección de las visuales del observador desde el interior hacia la bóveda celeste o hacia superficies asoleadas con altos coeficientes de reflexión.

En el caso de locales profundos o conectados a zonas con bajos niveles de iluminación, se produce falta de uniformidad. El deslumbramiento se incrementa con el contraste de luminancia entre la ventana y el exterior, efecto que puede evitarse aplicando colores claros en las tablillas, marcos y otros componentes de las ventanas incluyendo los derrames y elementos de control solar.

Las ventanas combinadas con una zona permeable a la luz de forma permanente (luceta o similar), mantienen la iluminación natural en el interior.



Resultan convenientes áreas permeables a la luz en la parte superior de la ventana.



La iluminación desde los puntos altos de la ventana, es más uniforme que si se produjera desde puntos más bajos. Sin embargo, en los puntos bajos se produce una iluminación localizada que puede ser favorable en zonas aledañas a la misma como es frecuente, por ejemplo, en la meseta de trabajo de la cocina.



Para locales vinculados al contexto urbano se puede determinar la cantidad de ventanas necesarias para garantizar la iluminación natural a partir de los gráficos que se encuentran en la próxima página.



Cada gráfico mostrado es independiente y cada uno corresponde a diferentes dimensiones del local en planta.

Para determinar la cantidad de ventanas requeridas por iluminación natural se tuvieron en cuenta dos grupos: uno sin protección solar adicional, en que el control al deslumbramiento es asumido por la ventana.

En el otro grupo el control del deslumbramiento directo es asumido por el alero o cualquier elemento horizontal proyectado desde la fachada, cuya dimensión dependerá de la orientación de la fachada.

Se analizaron cinco tipos o combinaciones de ventanas. En el caso de ventana con luceta de vidrio se consideró que ésta estaba ubicada en la parte alta de la ventana y fuera del campo visual del usuario.

Además, se consideró que cada ventana medía 0,70 m de ancho por 1,20 m de alto, o sea, cuatro ventanas equivalen a 2,80 m de ancho por 1,20 m de alto.

## Penetración del ruido

En Cuba, resulta difícil cumplir con las especificaciones de proyecto en cuanto a los niveles de ruido admisibles en los interiores de la vivienda, debido a que la permeabilidad de los cierres usuales para garantizar la ventilación de los locales dificulta alcanzar el aislamiento necesario.

Esto indica que las posibilidades de controlar el ruido serían reducidas si se dependiera solamente del aislamiento de los cierres. Resulta innecesario construir con gruesos muros, muy aislantes, si en dicha pared existe alguna abertura. Esto prácticamente anularía la efectividad del aislamiento.

Sólo con cierres herméticos al aire puede atenuarse la penetración del ruido. Una ventana de madera tipo Miami con suplemento, cerrada, lo puede reducir en 26 decibeles mientras que abierta la reducción es prácticamente nula.

## REDUCCIÓN EN dB(A) DEL RUIDO AÉREO EN LOCALES DE VIVIENDA DE ACUERDO A SU VOLUMEN, ABSORCIÓN Y AL TIPO DE VENTANA

TABLA 6.1- REDUCCIÓN EN dB(A) DEL RUIDO AÉREO EN LOCALES DE VIVIENDA DE ACUERDO A SU VOLUMEN, ABSORCIÓN Y AL TIPO DE VENTANA

SUPERFICIE DE VENTANA m <sup>2</sup>	V	VENTANA MAMI ABIERTA Rw = 2 dBA				VENTANA MAMI CERRADA Rw = 9 dBA				MAMI CON SUPLEMENTO Rw = 26 dBA			
		30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60
	A	5,2	6,7	8,0	9,5	3,5	4,5	5,4	6,3	3,5	4,5	5,4	6,3
6,72		1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	23,0	24,0	25,0	26,0
5,88		2,0	3,0	3,0	4,0	6,0	7,0	8,0	9,0	24,0	25,0	26,0	26,0
5,04		2,0	3,0	4,0	5,0	7,0	8,0	9,0	10,0	24,0	26,0	26,0	27,0
4,20		3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	9,0	10,0	11,0	25,0	26,0	27,0	28,0
3,36		4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	10,0	11,0	12,0	26,0	27,0	28,0	29,0
2,52		5,0	6,0	7,0	8,0	10,0	11,0	12,0	13,0	27,0	29,0	29,0	30,0
1,68		7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	13,0	14,0	15,0	29,0	30,0	31,0	32,0
0,84		10,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	32,0	33,0	34,0	35,0

Nota: Este valor se le resta al ruido de tráfico existente en la vía o cualquier otra fuente de ruido exterior.

V: Volumen del local, m<sup>3</sup>

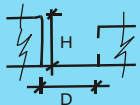
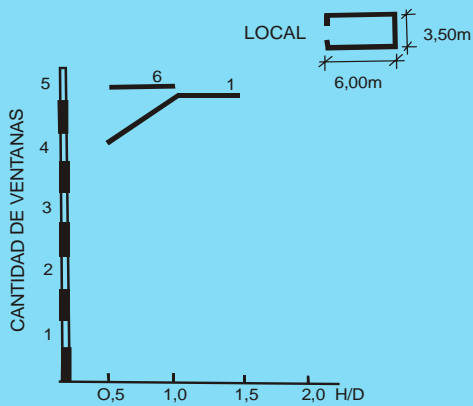
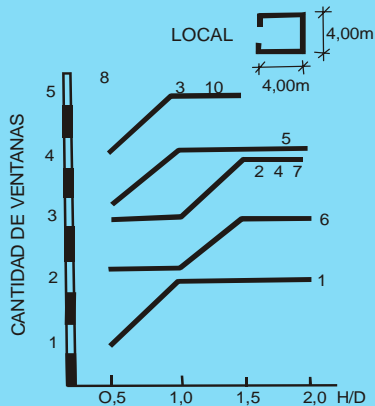
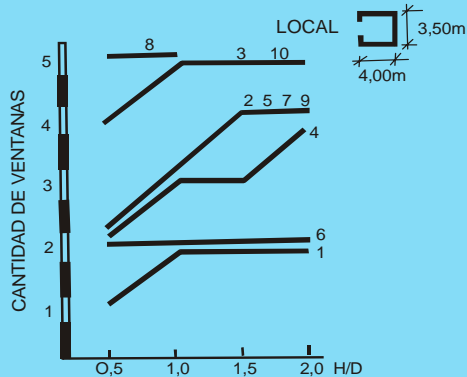
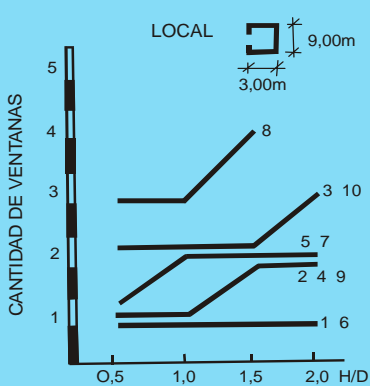
A- Absorción acústica promedio del local de vivienda, m<sup>2</sup>

Rw- Aislamiento acústico, dB(A)

Si se desea obtener el nivel de ruido que existirá en la vivienda bastará con restarle al nivel de ruido que llega a la fachada el aislamiento correspondiente, seleccionado a partir de la superficie de ventana del

local receptor expuesta al ruido.

La tabla puede ser utilizada para fachadas con otros tipos de ventanas de permeabilidad similar, sin que los resultados difieran mucho de la realidad.



NOTA: ventana de 0,70m x 1,20m

H= ALTURA DESDE EL NIVEL DE PISO DEL EDIFICIO UBICADO FRENTE A LA VENTANA EN METRO  
D= DISTANCIA ENTRE LAS FACHADAS EN METRO

#### VENTANAS QUE CONSTITUYEN PROTECCION SOLAR:

1. DE HOJAS
2. MIAMI DE ALUMINIO O DE MADERA DE COLOR BLANCO
3. MIAMI DE COLOR CLARO
4. MIAMI DE ALUMINIO O DE COLOR BLANCO CON LUCETA DE 0,60m.
5. MIAMI DE COLOR CLARO CON LUCETA DE 0,60m.

#### VENTANAS COMBINADAS CON ALERO.

6. ALERO DE 80° EN VENTANA DE HOJAS O VIDRIO.
7. ALERO DE 60° EN VENTANA DE HOJAS O VIDRIO.
8. ALERO DE 45° EN VENTANA DE HOJAS O VIDRIO.
9. ALERO DE 80° CON MIAMI DE ALUMINIO O DE COLOR BLANCO CON LUCETA DE 0,60m.
10. ALERO DE 80° CON MIAMI DE COLOR CLARO CON LUCETA DE 0,60m.

NOTA: recomendaciones del tipo de ventana según orientación de la fachada y el grado de obstrucción del contexto urbano (H/D) para evitar el deslumbramiento.

H/D	ORIENTACIÓN	TIPO DE VENTANA
2	NORTE	6
	NE-E-SE-S-SO-O-NO	7
1,5	NORTE	6
	NE-NO	7
	E-SE-S-SO-O-NO	8
1 Y 0,5	NORTE	6
	NE-NO	7
	SE-S-SO	8
	E-O	9 Y 10

Gráficos para determinar la cantidad de ventanas requeridas para la iluminación natural en locales vinculados directamente al contexto urbano.

## Penetración de la lluvia

La lluvia es un fenómeno común en los países tropicales y húmedos. Frecuentemente aparece combinada con el viento fundamentalmente a causa de las turbonadas de verano caracterizadas por chubascos intensos de corta duración con lluvia inclinada.

Los cierres protegen de la penetración de la lluvia a los interiores, sin embargo, al actuar sobre el propio cierre, ya bien de forma directa o por derrame, es causa de su deterioro en un período de tiempo que depende de la calidad de los materiales con que están contruidos. Resulta entonces conveniente dotar, especialmente a los cierres de vanos, de una protección apropiada que permita el escurrimiento y evite la acumulación del agua de lluvia.

Observaciones realizadas en zonas compactas de Ciudad de La Habana evidencian cuán favorables son las protecciones contra la lluvia cuando éstas han sido consideradas (portales, balcones, aleros, tejadillos, etc.).

Los portales balcones y aleros que se proyectan sobre la acera resguardan a los transeúntes e impiden la penetración de agua por las juntas y los mecanismos de la fenestración, fenómeno que se produce con más frecuencia en los edificios aislados que en los ubicados en contextos compactos por estar más expuestos los primeros con respecto a los últimos al efecto combinado de la lluvia y el viento.



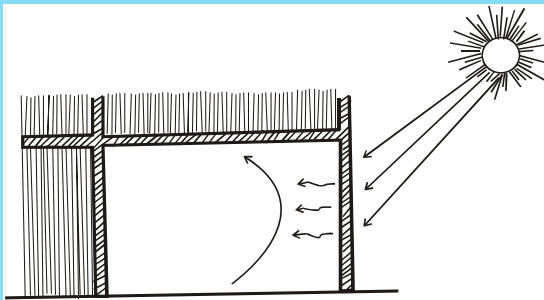
# EFECTOS DE LOS CIERRES MACIZOS.

## Ganancia térmica

La acción térmica de los cierres sobre el espacio interior se produce mediante el efecto radiante de las superficies -caliente o frío- y también por el incremento de la temperatura del aire del local a causa de la conducción-convección del calor.

Cuando una masa de aire es más caliente que la de los interiores o simplemente la radiación solar entra en contacto con una cara de la pared o cubierta, se produce un flujo térmico a través del cierre que tiende a equilibrar las condiciones térmicas en ambos lados del elemento. El flujo térmico es causante de la elevación de la temperatura del local y de las superficies interiores del elemento expuesto el cual se convierte en fuente de afectación térmica por radiación, conducción-convección.

Sobre los ocupantes del local actúan combinadamente los efectos radiantes de cada una de las superficies que lo conforman, por lo que el efecto radiante de una pared caliente está condicionado



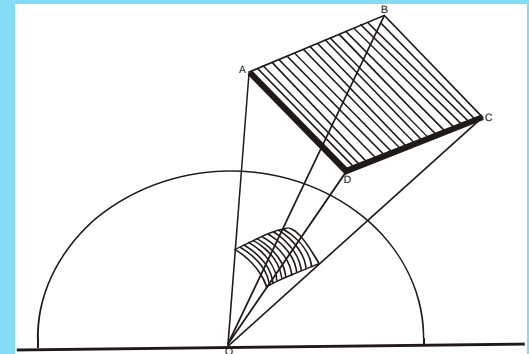
Esquema del proceso de calentamiento de un local.

por el peso relativo del ángulo sólido subtendido por el área de esa pared con respecto al total de las superficies (fig. 6.9).

El incremento del efecto radiante también depende de la temperatura de la superficie en una relación directamente proporcional, por lo que se puede afirmar que mientras mayor número de paredes calientes tenga el local, mayor será el efecto térmico integral desfavorable y más aún en la medida en que los valores de las temperaturas de superficie sean más altos. Este efecto se reduce solamente con las propiedades termofísicas de los elementos y no con la ventilación.

En un local de 4 m x 4 m x 4m, si una pared de bloques huecos de hormigón de 0,20 m repellada por ambas caras y orientada al Este estuviera expuesta a la radiación solar directa, el efecto radiante más desfavorable sería el incremento de 2oC de su temperatura de superficie que repercutiría en un incremento instantáneo máximo de 0,5o C en la temperatura radiante registrada a 1m de la pared, a causa de la radiación térmica.

Ángulo sólido subtendido por plano (a, b, c, d).



Si el cierre estuviera protegido de la radiación solar directa el efecto de ambos incrementos serían respectivamente de 0,7oC de temperatura de superficie y 0,2oC de temperatura radiante máxima instantánea. Con materiales pesados o aislantes el efecto radiante no es muy significativo.

En el caso de un espacio con dos de sus cierres expuestos simultáneamente a orientaciones distintas, el efecto térmico máximo de las superficies calientes en el interior no se refleja en el mismo momento porque depende del instante en que cada una de las paredes recibe la máxima intensidad radiante y del retraso térmico de cada pared. Por esta razón, los efectos radiantes máximos de cada una de las paredes no se considerarán aditivos y sí sus valores

radiantes parciales que coincidan en el mismo momento en el interior.

Las paredes que permanecen frías tienden a equilibrar el efecto radiante de las superficies calientes en los interiores. Si el gradiente de temperatura entre la pared y el aire del local es negativo como ocurre con frecuencia con la medianería de las construcciones compactas, por un lado la pared absorbería parte del calor del aire, enfriándolo, y por otro la acción radiante inversa (desde los ocupantes hacia la pared) contrarrestaría la influencia desfavorable de las otras paredes calientes. Ello implica la ventaja de utilizar la mayor cantidad de paredes medianeras, las cuales son una consecuencia del grado de compacidad de las edificaciones.

ORIENTACION	BLOQUE HUECO DE HORMIGON		LADRILLO MACIZO DE BARRO COCIDO			LADRILLO HUECO DE BARRO COCIDO		BLOQUE DE SIPOREX			HORMIGON ARMADO		
	e=0,15	e=0,20	e=0,09	e=0,14	e=0,24	e=0,08	e=0,12	e=0,10	e=0,15	e=0,20	e=0,04	e=0,08	e=0,10
NORTE	0,93	0,71	1,42	0,89	0,36	0,11	0,07	1,29	0,80	0,40	4,44	2,18	1,91
NE - NO	1,90	1,81	2,90	1,81	1,09	2,63	1,63	0,82	0,23	0,14	9,07	4,44	3,90
ESTE - OESTE	2,58	1,96	3,92	2,46	1,47	3,56	2,21	1,10	0,30	0,18	12,28	6,01	5,28
SE - SO	1,65	1,26	2,50	1,57	0,94	2,28	1,41	0,70	0,20	0,12	7,86	3,85	3,38
SUR	1,07	0,82	1,63	1,02	0,61	1,48	0,92	0,46	0,13	0,08	5,10	2,50	2,19

NOTA: Todos los muros tienen repello por las dos caras.

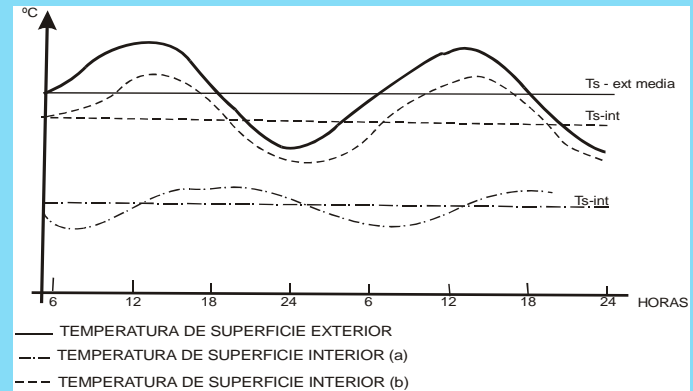
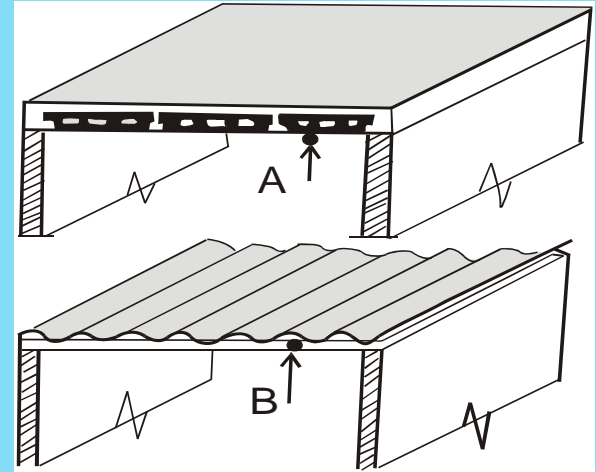
\* Sin repello

e: Espesor del muro

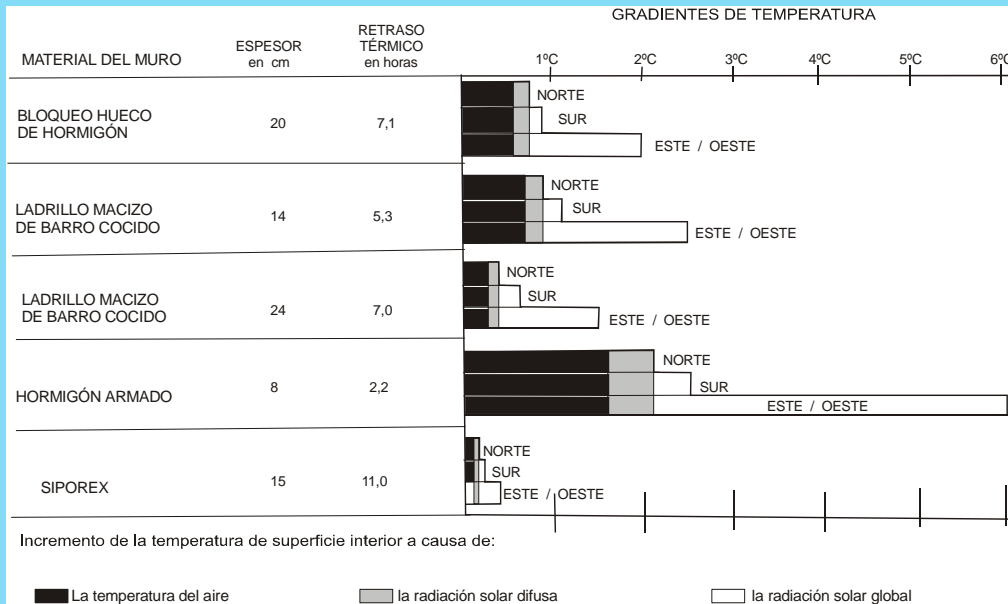
solar directa que a las superficies verticales.

Una cubierta plana horizontal caliente, irradia el calor de su superficie interior sobre los ocupantes del local, los cuales se encuentran a la misma distancia de ésta, ya que depende del puntal. Esto significa que a mayores puntales es menor el ángulo sólido subtendido por el área de la cubierta con respecto al receptor, sin embargo, la reducción del efecto térmico en función del incremento de la altura del puntal no es significativa en los espacios de la vivienda, por lo que no es esa una vía efectiva para atenuar el impacto térmico producido por la acción radiante de la cubierta.

Una cubierta ligera tiene temperaturas en su superficie interior mayores que una pesada bajo un mismo régimen térmico. Una cubierta de tejas de asbesto cemento por ejemplo, bajo condiciones medias de asoleamiento en julio, registraría



Temperatura de superficie interior en cubiertas



Gradientes máximos de la temperatura de la superficie interior de diversos tipo de muros según cuatro orientaciones para el mes de Julio

Cuando la pared que da al exterior está protegida de la radiación solar directa e incluso de la difusa, su efecto radiante es poco significativo, salvo excepciones. En la figura se analizaron diferentes muros teniendo en cuenta su orientación, propiedades termofísicas y espesor, en iguales condiciones de temperatura y humedad relativa del aire.

Esto permitió evaluar la importancia térmica de la radiación solar directa al demostrar que la diferencia entre la orientación sur y la norte para el mes de julio es poco significativa. También resultó evidente lo inapropiado del hormigón en tales condiciones. Conociendo el retraso térmico de cada uno de los muros, es posible determinar las horas en que ocurren las máximas temperaturas

en su superficie interior.

Una pared de citara con las dos caras repelladas y orientada hacia el sur transmite la mayor cantidad de calor (y su cara interior alcanza su mayor temperatura) 5 horas después del período de mayor intensidad solar sobre la cara exterior de esa pared, es decir, a las 17 horas, mientras que otra relativamente delgada de hormigón armado de 0,08 m de espesor transmite el flujo mayor a las 14:15 hs, lo que equivale a más de 2 horas antes que la de citara, pero tanto el flujo térmico transmitido como la temperatura de su cara interior será 1,35 veces menor en la de citara que en la de hormigón.

La cubierta tiene una repercusión especialmente importante en el acondicionamiento térmico a causa de la intensidad radiante que recibe y de su período de exposición, mientras que en los cierres verticales la recepción de calor es menor y generalmente durante un intervalo de tiempo más breve. Adicionalmente resulta más difícil proteger a la cubierta de la radiación



incrementos de temperatura en su cara inferior de 16,4°C que sería 11°C por encima de otra de viguetas y bovedillas, o de hormigón con enrajonado y soladura, pero el momento de máxima afectación radiante en cada una de ellas sería distinto.

En la cubierta ligera la transmisión de calor es inmediata mientras que en la pesada puede tardar varias horas para producirse el incremento máximo de la temperatura en la cara interior. De ello puede extraerse

Horas en que se produce la máxima temperatura de superficie (°C) en la cara interior de diferentes tipos y espesores de muros a consecuencia del asoleamiento de la cara exterior.

que en un local que no permanezca ocupado durante el día, sino durante la noche, es conveniente utilizar una cubierta ligera siempre que el calor ganado durante el período diurno pueda haber sido evacuado en el horario de uso nocturno. Si el local se utilizara también durante el día entonces podría ser preferible seleccionar una cubierta más aislante, tal vez pesada, que aunque desplazaría el momento de máximo efecto radiante hacia la tarde o la noche, éste sería de una magnitud significativamente menor.

ORIENTACION	BLOQUE HUECO DE HORMIGON		LADRILLO MACIZO DE BARRO COCIDO			LADRILLO HUECO DE BARRO COCIDO		BLOQUE DE SIPOREX			HORMIGON ARMADO		
	e=0,15	e=0,20	e=0,09	e=0,14	e=0,24	e=0,08	e=0,12	e=0,10	e=0,15	e=0,20	e=0,04	e=0,08	e=0,10
NORTE	16:10	19:10	15:20	17:30	19:00	15:50	16:00	15:10	17:00	7:00	12:00	14:15	15:00
NORESTE	12:10	15:10	11:20	14:30	15:00	10:50	12:00	13:10	17:00	3:00	8:00	10:15	11:00
ESTE	12:10	15:10	11:20	14:30	15:00	10:50	12:00	13:00	17:00	3:00	8:00	10:15	11:00
SURESTE	13:10	16:10	12:20	16:30	16:00	11:50	13:00	14:10	18:00	4:00	9:00	11:15	12:00
SUR	16:10	19:10	15:20	17:30	19:00	14:50	16:00	17:10	21:00	7:00	12:00	14:15	15:00
SUROESTE	19:10	22:10	18:20	20:30	22:00	17:50	19:00	20:10	24:00	10:00	15:00	17:15	18:00
OESTE	20:10	23:10	19:20	21:30	23:00	18:50	20:00	21:10	01:00	11:00	16:00	18:15	19:00
NORESTE	20:10	23:10	19:20	21:30	23:00	18:50	20:00	21:10	01:00	11:00	16:00	18:15	19:00

NOTA: Todos los muros tienen repello por las dos caras.

\* Sin repello

e igual al espesor del muro

El calor se transmite a través de los cierres en dependencia de sus propiedades termofísicas y de los gradientes térmicos existentes entre sus caras.

La transmisión de calor al aire del local por conducción-convección tiene algunos aspectos comunes y proporcionales con la elevación de la temperatura de superficie pues el calor que pasa a través de un cierre opaco hacia un ambiente determinado lo hace incrementando la temperatura del cierre y consecuentemente la superficie de éste que está en contacto con el ambiente.

La conducción del calor hacia la masa de aire se incrementa por el fenómeno de la convección que genera un movimiento interno en dicha masa,

homogeneizando su temperatura, al mismo tiempo que disminuye la resistencia al paso del calor que ofrece la capa superficial adyacente al muro.

Cuando el sol incide sobre la superficie de una pared o cubierta transmite a través de ella una parte del calor que será más o menos si el cierre tuviera una resistencia térmica menor o mayor. De esta manera, una pared delgada de hormigón armado de 0,08 m de espesor con una resistencia térmica de 0,21 (m<sup>2</sup> °C)/watt expuesta al sol del este en el mes de julio deja pasar un flujo de calor máximo de 48 watt/m<sup>2</sup>, mientras que otro de Siporex de 0,10 m de espesor con una resistencia térmica de 1,19 (m<sup>2</sup> °C) / watt bajo las mismas condiciones permitiría pasar 5,5 veces menos calor.

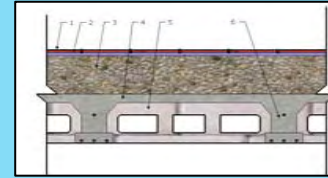
Flujo máximo de calor en watt hacia el interior a causa de la radiación solar exterior sobre distintos tipos de muros

ORIENTACION	BLOQUE HUECO DE HORMIGON		LADRILLO MACIZO DE BARRO COCIDO			LADRILLO HUECO DE BARRO COCIDO		BLOQUE DE SIPOREX			HORMIGON ARMADO		
	e=0,15	e=0,20	e=0,09	e=0,14	e=0,24	e=0,08	e=0,12	e=0,10	e=0,15	e=0,20	e=0,04	e=0,08	e=0,10
NORTE	7,40	5,70	11,40	7,10	2,90	0,90	0,56	10,30	6,40	3,20	33,50	17,40	15,30
NE - NO	15,20	14,50	23,20	14,50	8,72	21,00	13,00	6,60	1,84	1,12	72,60	35,50	31,20
ESTE - OESTE	20,64	15,70	31,40	19,70	11,80	28,50	17,70	8,80	2,50	0,44	98,00	48,00	42,20
SE - SO	13,20	10,00	20,00	12,60	7,50	18,20	11,30	5,60	1,6	0,96	63,00	31,00	27,00
SUR	8,56	6,56	13,00	3,20	4,90	11,80	7,40	3,70	1,04	0,64	41,00	20,00	17,50

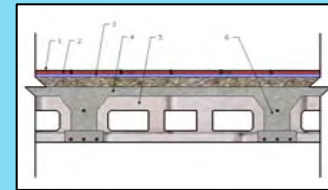
NOTA: Todos los materiales tienen repello por las dos caras.

- \*: Sin repello.
- e: igual al espesor del muro

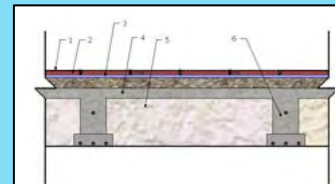
ELEMENTO/MATERIAL	ESPESOR (m)	FLUJO DE CALOR (watt/m <sup>2</sup> )	
		a=0,7	a=0,9 (*)
Losa hormigón armado	0,12		
Cámara de aire	0,05	17,6	22,0
Teja criolla	0,02		
Losa de hormigón armado	0,12		
Enrajonado	0,15		
Mortero	0,1	19,8	25,8
Loseta cerá mica	0,015		
Bovedilla de hormigón	0,16		
Enrajonado	0,15	18,7	25,5
Mortero	0,01		
Loseta cerámica	0,015		
Losa spiroll	0,20		
Enrajonado	0,15		
Mortero	0,01	19,5	26,9
Loseta cerámica	0,015		
Losa spiroll	0,30		
Enrajonado	0,15		
Mortero	0,01	18,5	26,9
Loseta cerámica	0,015		
Losa Precel (siporex)	0,20		
Enrajonado	0,15		
Mortero	0,01	11,0	19,0
Loseta cerámica	0,015		
Losa cajón	0,285 (total)		
Enrajonado	0,15		
Mortero	0,01	16,0	20,3
Loseta cerámica	0,015		
Losa doble T	0,30 (total)		
Enrajonado	0,15		
Mortero	0,01	17,5	22,0
Loseta cerámica	0,015		



Cubierta 1		Espesor 0.3675 m	
No.	Materiales	Espesor (m)	U (w/m <sup>2</sup> °C)
1	Rasilla	0.0125	1.4
2	Mortero	0.01	
3	Enrajonado	0.15	
4	Losa de hormigón	0.045	
5	Bloque de hormigón	0.15	
6	Vigueta de hormigón	0.15	



Cubierta 2		Espesor 0.2525 m	
No.	Materiales	Espesor (m)	U (w/m <sup>2</sup> °C)
1	Rasilla	0.0125	1.82
2	Mortero	0.01	
3	Enrajonado	0.035	
4	Losa de hormigón	0.045	
5	Bloque de hormigón	0.15	
6	Vigueta de hormigón	0.15	



Cubierta 3		Espesor 0.245 m	
No.	Materiales	Espesor (m)	U (w/m <sup>2</sup> °C)
1	Rasilla	0.0125	0.96
2	Mortero	0.01	
3	Enrajonado	0.0275	
4	Losa de hormigón	0.045	
5	Bloque de siporex	0.15	
6	Vigueta de hormigón	0.15	

(\*) Alta suciedad ambiental

## ELEMENTOS DE CIERRE MEDIANEROS Y TABIQUERIA INTERIOR








Las medianeras y los tabiques interiores son los cierres que no se exponen al exterior. La medianería delimita unos edificios de otros y unas viviendas de otras mientras que la tabiquería interior divide los locales. Como regla carecen ambos de vanos y huecos.

La masa de los muros interiores de las construcciones actúa como equilibrante de calor o de frío que amortigua y compensa las fluctuaciones y cambios

térmicos del local tendiendo su temperatura a la media diaria del aire interior.

La elevación de temperatura en un metro cuadrado de un muro de bloques huecos de hormigón de 0.20 m con ambas caras repelladas equivale a la elevación similar de temperatura de una masa de aire de 266 m<sup>3</sup>. Esto significa que gran parte del incremento de la temperatura de un considerable volumen de aire en el interior del local puede ser compensado por los muros interiores.

*Aislamiento acústico y resistencia térmica de muros.*

materiales	densidad ( Kg/m <sup>3</sup> )	espesor ( ca )	Aislamiento Acústico en dB (A)										Resistencia Termica ( m <sup>2</sup> . oC/W )
			42	44	46	48	50	52	54	56	58		
ladrillo ceramico hueco	1200	11											0.19
		15											0.29
ladrillo ceramico macizo	1800	12											0.13
		27										0.31	
bloque de hormigon hueco	1200	18										0.21	
		23										0.24	
pedra	2000	30										0.35	

La acción térmica de las divisiones interiores depende de sus dimensiones y de los valores de inercia térmica, propiedad esta última que implica la capacidad aislante y de retraso térmico, las cuales están muy vinculadas al peso del muro y a las características físico-térmicas de los materiales.

Los muros pesados (bloques, ladrillos, argamasa, etc.) en general cuando están frente a variaciones bruscas de la temperatura del aire tienden a compensarlas absorbiendo o desprendiendo parte del calor. Con los tabiques ligeros no ocurre de esa manera.

Los tabiques ligeros cuando no son aislantes transmiten de forma inmediata el calor hacia otros locales, su masa no lo absorbe en magnitudes que resulten importantes o significativas. Ellos son más dependientes de la temperatura interior del local, influyendo menos sobre ella, pero permitiendo una mayor interacción con los ambientes térmicos contiguos.

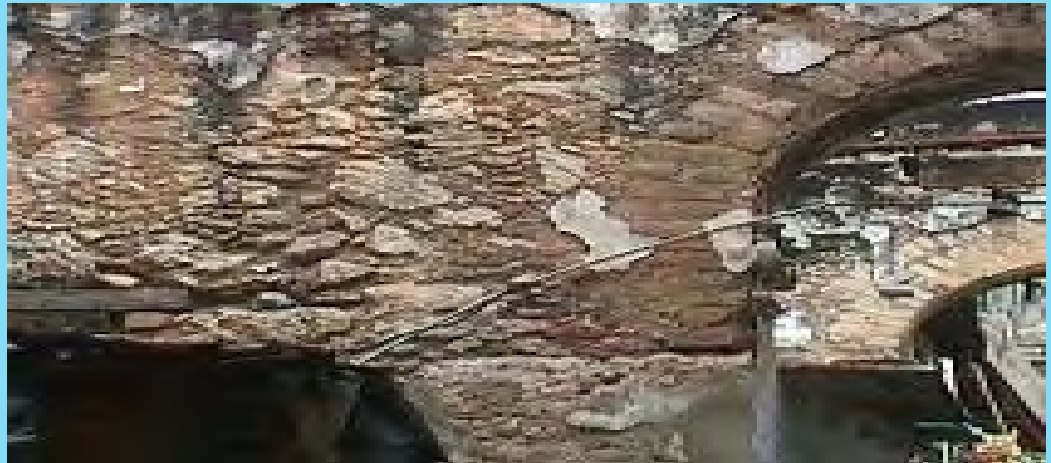
El muro pesado produce mayor estabilidad térmica, mientras que los

tabiques ligeros, menos aislantes, transmiten con más facilidad las variaciones de temperatura. El primero desplaza el momento de máxima intensidad térmica en el interior del local, el segundo tiene poco retraso térmico, y el tiempo que transcurre entre la máxima intensidad térmica en ambas caras es breve.

Los muros pesados se caracterizan no sólo por sus propiedades de estabilizantes térmicos sino también por su capacidad de aislamiento del ruido, contribuyendo a la privacidad auditiva.

No es conveniente que los tabiques y medianeras tengan un alto contenido de humedad en su masa pues ello no mejora las condiciones térmicas de los locales y sin embargo puede ser causa de afectaciones a la habitabilidad y a la higiene debido a lo limitado de la ventilación en los interiores.

La interrupción del paso de la humedad por capilaridad hacia el muro se logra aplicándole un sello impermeable en toda su longitud, lo que se hará por encima del nivel de piso (primera hilada). En el caso de muros ya construidos se aplicarían otras técnicas apropiadas al caso.



## Humedad

Una forma de atenuar la temperatura radiante de los cierres en general, es a partir de la evaporación, en virtud de lo cual el aire en contacto con una superficie húmeda puede reducir el calor y la temperatura en ésta.

J. M. Makhzoumi y A. J. Jaff encontraron que la humedad producida por coberturas verdes sobre entramados ligeros separados de paredes producían una reducción de la temperatura de la superficie exterior de 8,2°C como valor medio y 17°C como máximo, a causa de la humedad y el sombreado. Efectos similares se producen también en el caso de otros tipos de cierres como las cubiertas.

Los repellos que permiten la transpiración de la humedad también contribuyen al descenso de la temperatura de las superficies.

La humedad superficial de los cierres no es conveniente aunque, en el caso del piso, puede considerarse favorable siempre que no sea fuente de molestias o alteraciones funcionales del espacio ni ocasione efectos



secundarios que puedan atentar contra las condiciones higiénicas del local, y producir algún efecto nocivo. Es causa también, en paredes y techos, de manchas y deterioro de la pintura y del elemento constructivo.

En locales con poca ventilación la humedad permanente puede condicionar

la aparición de biocontaminantes que pueden actuar como alérgenos de efecto dañino sobre los ocupantes. Las personas asmáticas o alérgicas, en general, son frecuentemente vulnerables a los locales con tales condiciones.

Ante el riesgo de una ventilación insuficiente en un espacio, se requiere evitar la humedad de los muros, impidiendo en primer lugar la penetración de agua por capilaridad desde el suelo o la cubierta.

En locales con poca ventilación la humedad permanente puede condicionar la aparición de biocontaminantes que pueden actuar como componentes de efecto dañino sobre los ocupantes. Las personas asmáticas o alérgicas, son frecuentemente vulnerables a los locales con tales condiciones.

Ante el riesgo de una ventilación insuficiente en un espacio, se requiere evitar la humedad de los muros, impidiendo en primer lugar la penetración de agua por capilaridad desde el suelo o la cubierta.

# CIUDAD, ARQUITECTURA Y MICROCLIMAS

## PATIOS



ALFONSO ALFONSO GONZÁLEZ  
GISELA DÍAZ QUINTERO  
ANA MARÍA DE LA PEÑA GONZÁLEZ

# EFECTOS MICROCLIMÁTICOS DE PATIOS, PATINEJOS Y CONDUCTOS

## ADECUACIÓN MICROCLIMÁTICA

El comportamiento climático de los patios depende fundamentalmente de su vínculo con el exterior. En este proceso intercambia calor, luz, ruido, olores, entre otros aspectos. Esta relación se produce a través de diversos componentes de su envolvente – paredes, vanos y otros elementos físicos-- que influyen en sus características microclimáticas.

Los principios de regulación térmica más importantes a seguir en los patios de los climas cálido húmedos están dirigidos a aprovechar la luz natural y la ventilación, así como a proteger del ruido excesivo, de la humedad, de la penetración del sol y de contaminantes.

Por ello el estudio de los patios requiere del conocimiento de cómo se comporta cada uno de estos factores en los edificios, especialmente en el caso complejo de los ubicados en los contextos urbanos.

Los patios y patinejos constituyen un significativo recurso para la regulación natural de tipo ambiental en los espacios de las edificaciones a los cuales se vinculan.

El sistema regulador presenta un comportamiento diferente al existente en cada una de las zonas en dependencia de la tipología.

La efectividad de dicho sistema varía en dependencia de:

- Geometría (forma, dimensiones y proporciones.)
- Orientación
- Permeabilidad (en qué medida intercambia con el medio contiguo)
- Tratamiento de sus superficies
- Presencia de agua
- Presencia de vegetación.
- Componentes externos que influyen en su funcionamiento.

El diseño de los patios y patinejos guardan una estrecha dependencia con respecto a los requerimientos funcionales desde los puntos de vista físico-motor, sico-perceptivo y físico-ambiental, lo que es válido también con respecto a los locales contiguos.

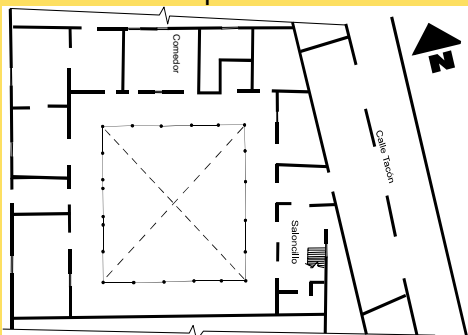




# CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE PATIOS, PATINEJOS Y CONDUCTOS.

## LOS PATIOS INTERIORES

Los patios interiores son espacios limitados o cerrados por sus lados y generalmente descubiertos. En sus proporciones su lado menor puede llegar a ser aproximadamente igual o el doble de su altura o profundidad.



Planta del Seminario de San Carlos, Habana Vieja.

## LOS PATINEJOS

Los patinejos son espacios de secciones horizontales (plantas) pequeñas con relación a su profundidad, que es varias veces mayor que la dimensión de los lados de la planta (entre cuatro y diez veces aproximadamente), en general descubiertos, propician un vínculo físico mínimo con el exterior (principalmente iluminación y ventilación natural)

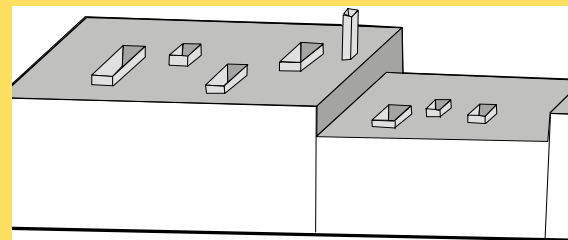
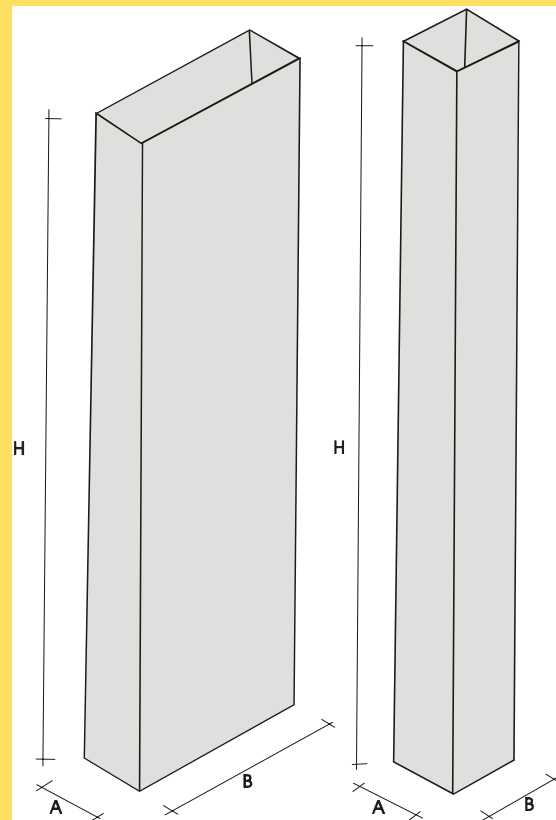
## LOS CONDUCTOS

Los conductos son componentes destinados a complementar las condiciones de iluminación o de ventilación con una mínima ocupación del espacio.

Es también un recurso de diseño válido cuando no son factibles otras formas de relación con el ambiente exterior. Idóneos para la evacuación del aire contaminado o caliente de locales estancos y como lámparas de luz.

Requieren colectores y difusores de luz en sus extremos, generan poca área de construcción y pueden disponerse de forma vertical, horizontal e incluso inclinada.

Son efectivos a pesar de que sus secciones transversales son pequeñas, oscilando entre  $0,3 \text{ metro}^2$  hasta algo más de un  $\text{metro}^2$ . La proporciones de su sección transversal con respecto a la longitud o profundidad oscilan entre 1:12 a 1:20 pudiendo alcanzar longitudes de hasta más de 20 metros de largo.



## TEMPERATURA Y HUMEDAD

La fuente más frecuente del incremento de calor es la radiación solar. Los patios y patinejos son espacios de relativa estabilidad térmica que resulta alterada principalmente por esta causa. En menor medida influye sobre los conductos.



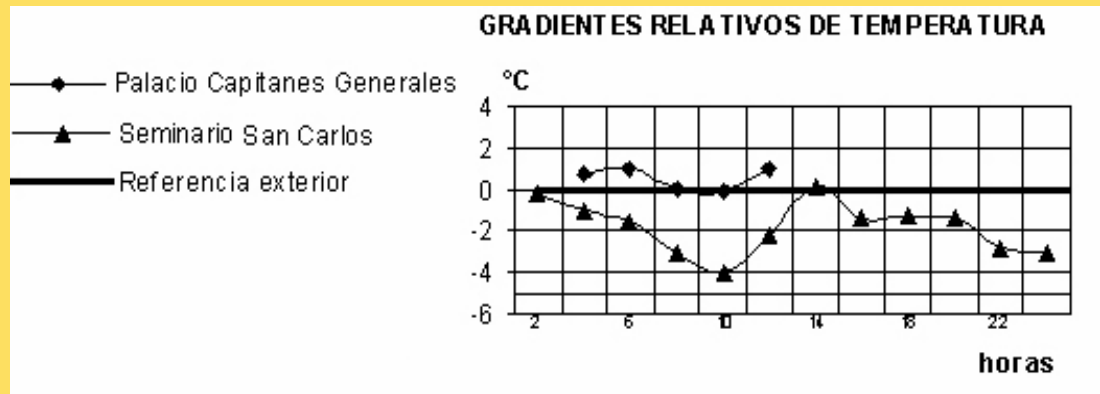
La penetración de los rayos solares por un breve espacio de tiempo es capaz de elevar sensiblemente la temperatura del aire y de la de las superficies hasta que cesa su acción. Por ello los patios profundos donde penetra menos el sol son los más favorables térmicamente.

Cuando se produce un intercambio de la masa de aire con otra más caliente, se incrementa la temperatura a causa de la mezcla.

La existencia de una cocina u otra fuente emisora de calor origina este

efecto, por lo que este tipo de local no debe ventilar directamente al patio sino a través de conducto compartimentado con tiro de aire propio, de tipo térmico, mecánico o dinámico que evite la propagación del calor y los olores.

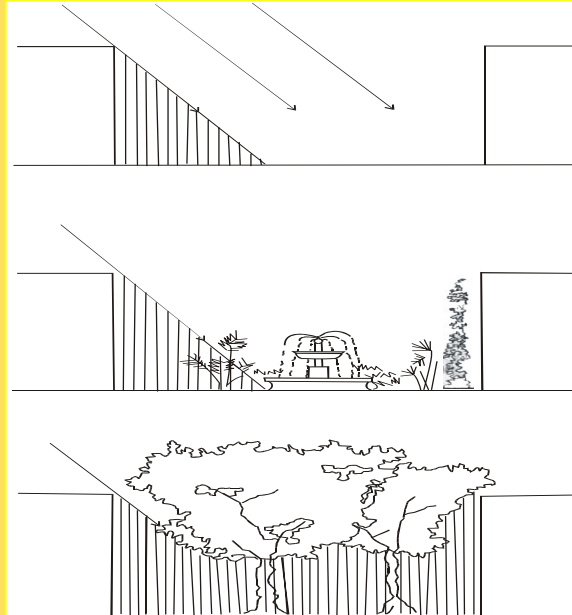
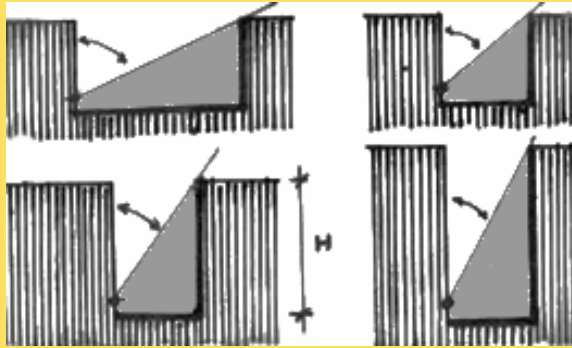
No siempre el aumento de la temperatura en patios y/o patinejos induce de manera inmediata un ascenso equivalente en los locales contiguos, ya que esto depende del volumen del intercambio del aire y de calor entre ellos.



Diferencia de temperatura del aire en patios de distintos edificios de La Habana Vieja con respecto a la estación de referencia en Casablanca.

La penetración de la radiación solar en los patios grandes es mayor que en los pequeños y mucho más que en los patinejos, por lo que también son superiores los valores medios de temperatura, aunque ello depende de la presencia de agua o humedad, de la vegetación, del arbolado, del tratamiento de las superficies, que pueden contribuir a un significativo descenso.

En patios grandes con estanques o fuentes de agua y áreas verdes con arbolado copioso las temperaturas del aire son inferiores a otros en los cuales no se presenten tales condiciones. Los valores de humedad ambiental no resultan, sin embargo, tan extremos como para opacar las ventajas térmicas de la vegetación y zonas húmedas, que propician la evacuación del calor por evaporación. La evaporación de la humedad de aire se refleja en el descenso de la temperatura seca.



La entrada de calor radiante en los patios frondosos, protección vegetal y elementos húmedos.

Como en los patios grandes el asoleamiento de sus superficies es elevado, el calor, si fuera absorbido por los materiales de construcción de sus cierres, se almacenaría y tendría una disipación lenta en dependencia de la emisividad, afectando el microclima de los espacios contiguos y del suyo propio. La colocación de coberturas vegetales o enredaderas sobre las paredes también contribuye a mejorar el ambiente térmico.



F. Wilmers ha encontrado una fuerte reducción de la temperatura de las paredes de hormigón y ladrillos de barro cocido que rodean a los patios, cuando se protegen con enredaderas verdes, analizando este comportamiento para diferentes orientaciones.

La aplicación de colores muy reflectantes en el caso de los patios grandes no arbolados, no es recomendable debido a los posibles deslumbramientos que puede generar. Sin embargo, el flujo inverso de calor que produce la baja temperatura radiante en los patios protegidos del sol favorece a las sensaciones térmicas, en especial durante el verano, en que el flujo radiante de calor desde el cuerpo humano hacia las paredes y superficies más frías resulta agradable. La inercia térmica contribuye a mejorar las condiciones térmicas, al mantener las superficies de los muros más frías

La sensación de humedad excesiva en algunos de ellos es originada por el efecto perceptivo combinado de la

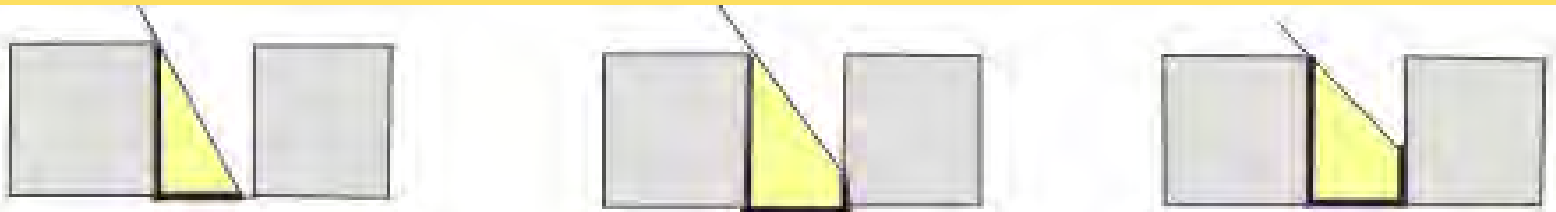
humedad de las paredes, por la acción radiante inversa que produce desprendimiento del calor humano.



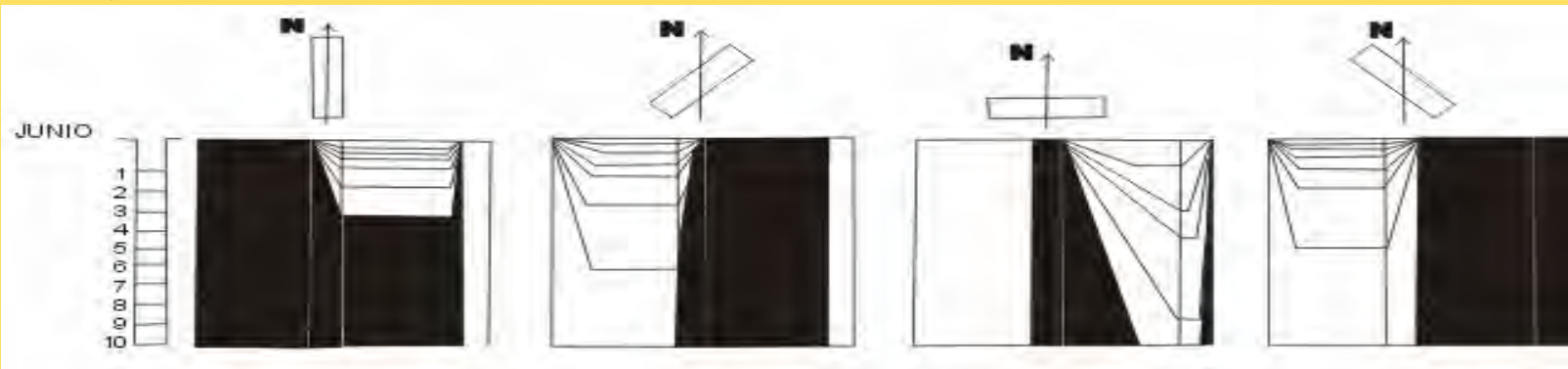
## RADIACIÓN SOLAR

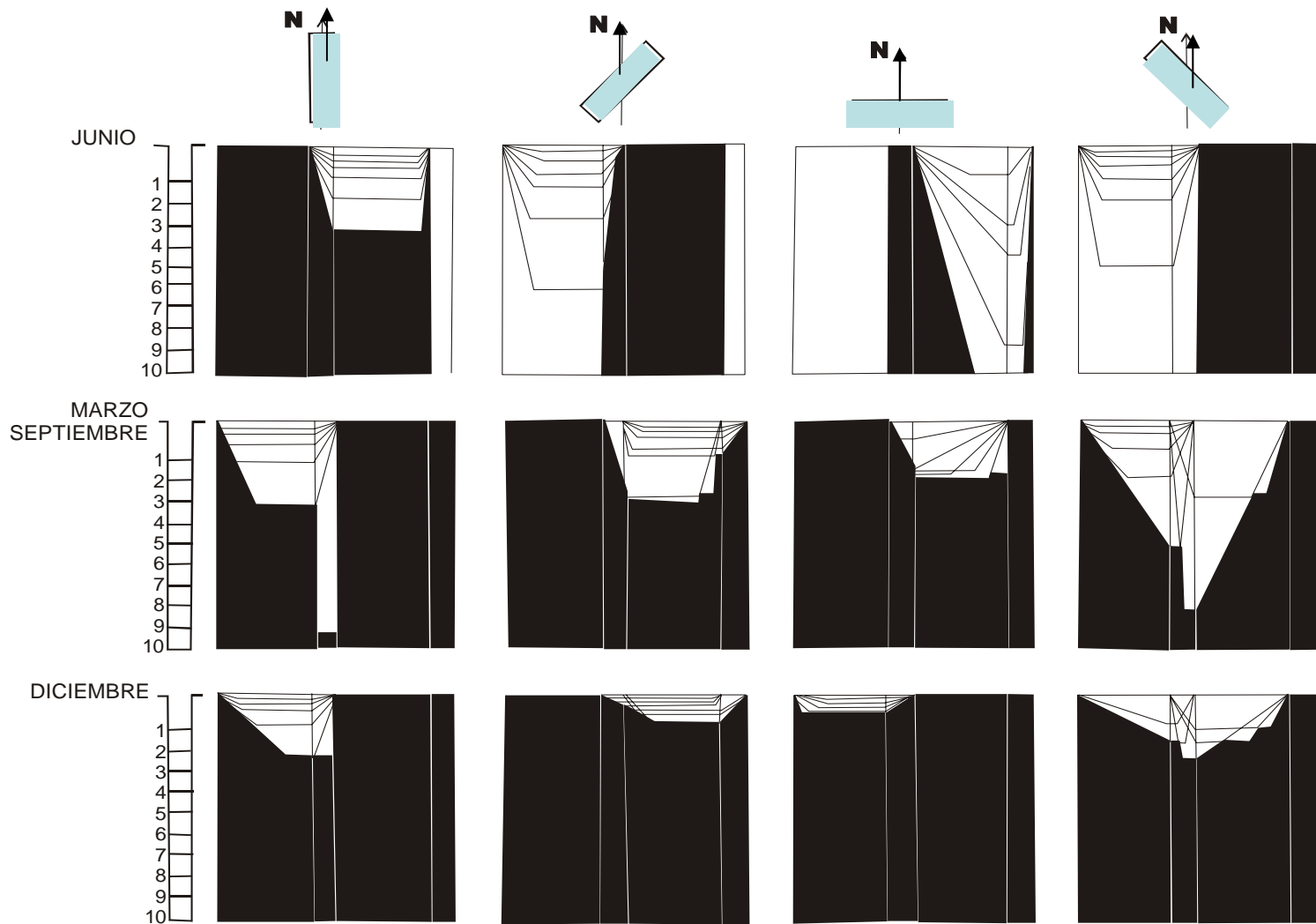
El calor acumulado en el patio a causa de la penetración de la radiación solar se disipa con mayor o menor lentitud en dependencia del nivel de intercambio del aire con las zonas contiguas más calientes o más frías. En climas cálidos, el confinamiento de la masa de aire en los patios es favorable cuando es más fría que en las zonas contiguas, y a la inversa cuando es más caliente.

Las proporciones entre los lados del patio cuando éste es alargado y convenientemente orientado con respecto al sol redundan en una mayor o menor penetración de los rayos solares, por lo que las proporciones y orientaciones de las plantas atendiendo a la penetración del sol, se encuentran directamente relacionadas con su geometría y orientación .



Sombras y penetración del sol en patios



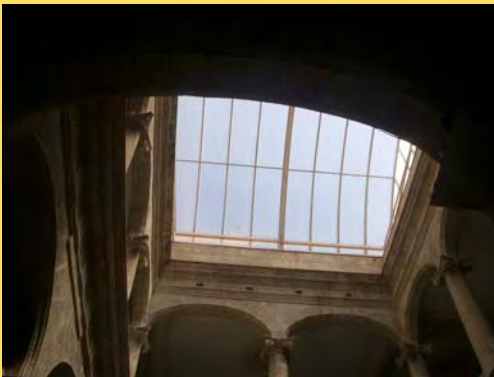


Penetración del sol en diferentes horas de la mañana dentro de un patinejo de proporciones 1:4:10, según cuatro orientaciones notables en cuatro meses significativos del año. El gráfico es aplicable a patios o patinejos con iguales proporciones horizontales y alturas variables.

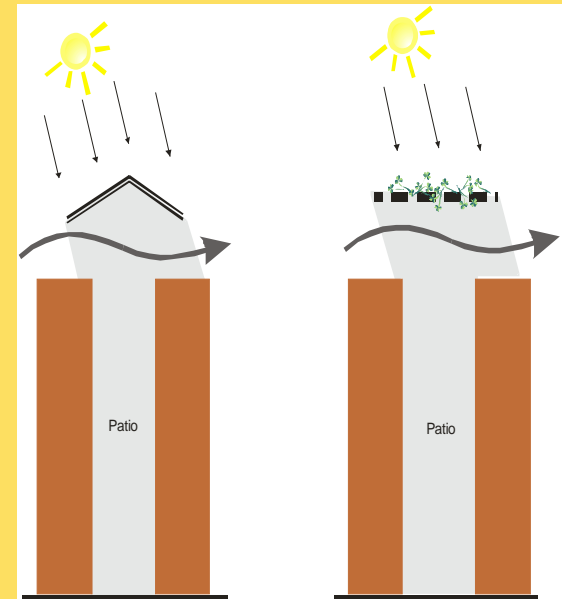


Entramados de vidrios transparentes sobre los patios permiten la entrada de sol e impiden la salida del calor generando un efecto de invernadero de manera similar a un gran colector solar. Por otro lado, si los patios se cubren con elementos opacos o selectivos, no deben constituir una protección estanca al aire, pues no se comportarían como espacios abiertos sino como techados.

La protección contra la acumulación del calor solar en tales espacios puede obtenerse colocando algún elemento de sombreado por encima del borde superior de la abertura superior del patio, separándolo de la superficie de la cubierta para permitir una buena circulación de flujo de aire hacia el interior del patio y no utilizando materiales opacos para garantizar la iluminación natural apropiada. Es conveniente atenuar o tamizar los rayos solares con planos altos permeables a la luz y al aire sobre la azotea o la cubierta.



Rejillas, celosías u otros entramados, pintados de colores claros o blancos y colocados sobre patios pequeños y patinejos, resultan efectivos contra el sol. Si se le añaden coberturas vegetales, el efecto termoprotector se enfatiza.

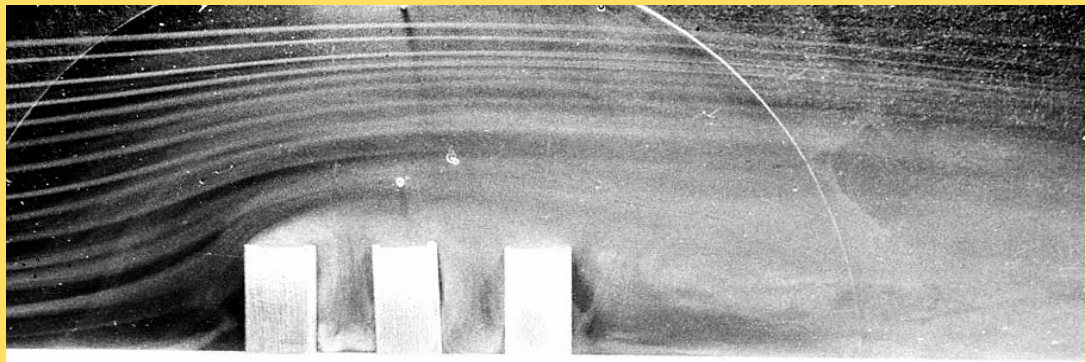
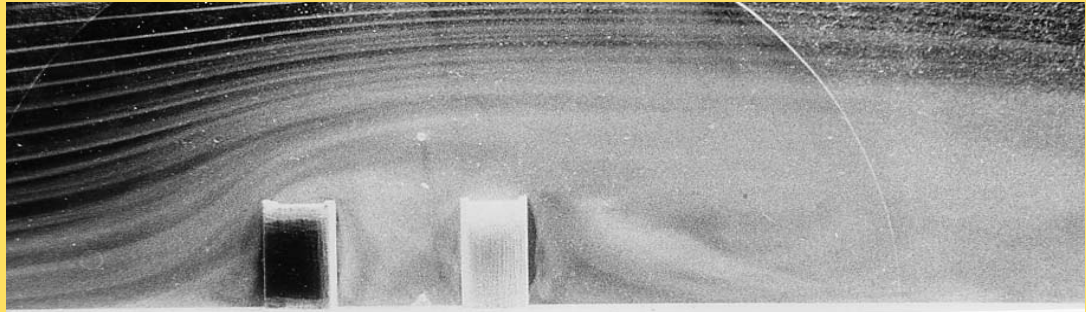
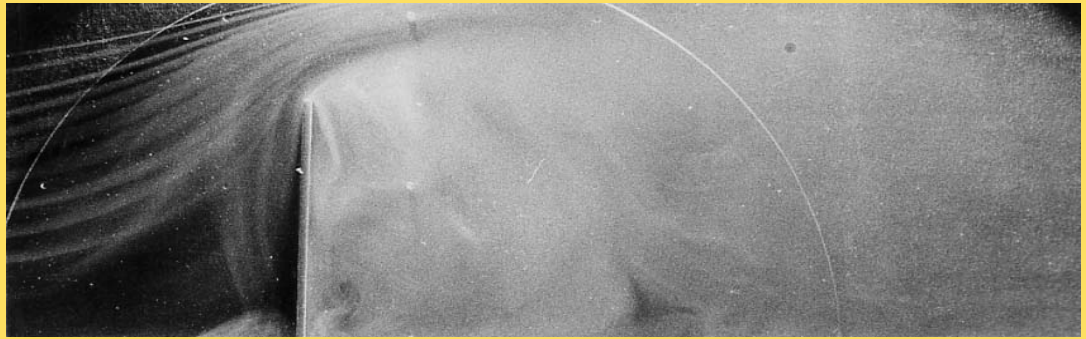
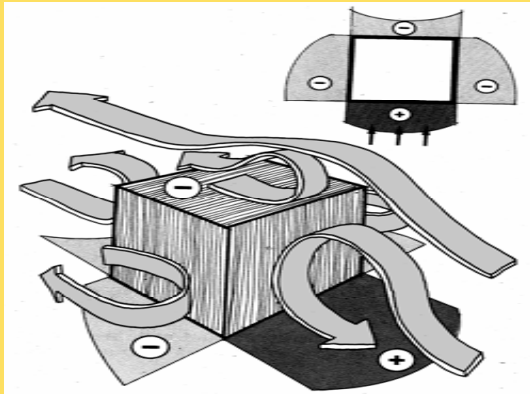


Si se instalan elementos opacos para impedir la penetración solar, deben colocarse separados de la abertura superior del patio para permitir el intercambio de aire con el exterior e impedir la acumulación del calor,.

## LA VENTILACIÓN A TRAVÉS DE PATIOS Y PATINEJOS.

La ventilación en los patios presenta diferencias esenciales en dependencia de los componentes externos urbanos y arquitectónicos así como de la dirección relativa del viento.

La compacidad y extensión de los volúmenes de las construcciones urbanas modifica la incidencia y estructura del flujo del aire urbano, una de las fuentes que accionan la ventilación natural en estos tipos de espacios descubiertos. El viento, entre otras causas, es afectado por la volumetría de las construcciones y por otras obstrucciones diversas tales como: muros, aleros, vallas, árboles, etc.

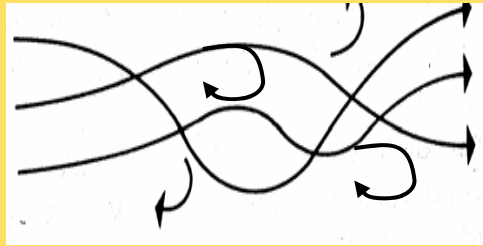


Distribución de isolíneas de presiones dinámicas unitarias del viento sobre volúmenes aislados y flujo laminar del aire, según Baturin referido por Alfonso(5)



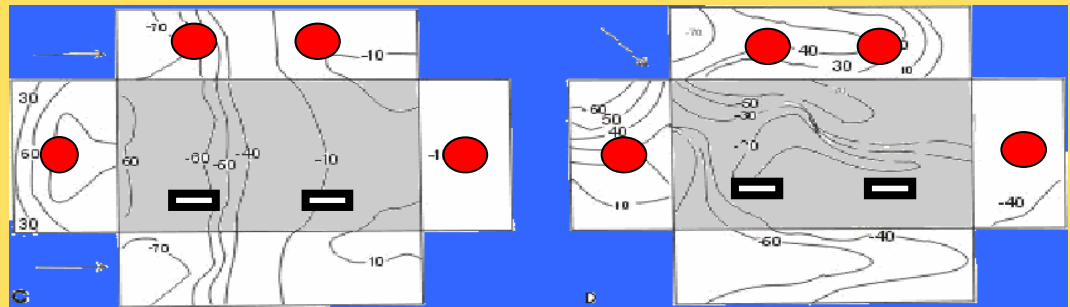
Las tasas de renovación del aire que se requieren para la regulación térmica en locales de los climas cálidos húmedos, son superiores a las requeridas para mantener la higiene.. El intercambio que se requiere para la renovación higiénica y las velocidades de aire necesarias para la regulación térmica se obtienen a partir de la acción del viento, pero durante los períodos de calma de viento esta posibilidad se reduce, quedando como recurso la que se genera por los gradientes térmicos, que aparecen desde los estratos superiores a los inferiores.

El desplazamiento del flujo dentro de los patios y patinejos puede ser indistintamente ascendente o descendente, pues el aire puede entrar al edificio, retornar o salir en dependencia de las características de la morfología urbana, la volumetría exterior, la forma del edificio, la ubicación y permeabilidad de la envolvente (vanos) y de la estructura del flujo de viento.



FLUJO TURBULENTO

La estructura turbulenta del flujo de aire sobre la ciudad produce presiones con intensidades y direcciones variables sobre la envolvente de los edificios, huecos de las ventanas, puertas y patios, de manera similar al efecto de un fuelle, provocando entradas y salidas parciales alternas de la masa de aire en el edificio.



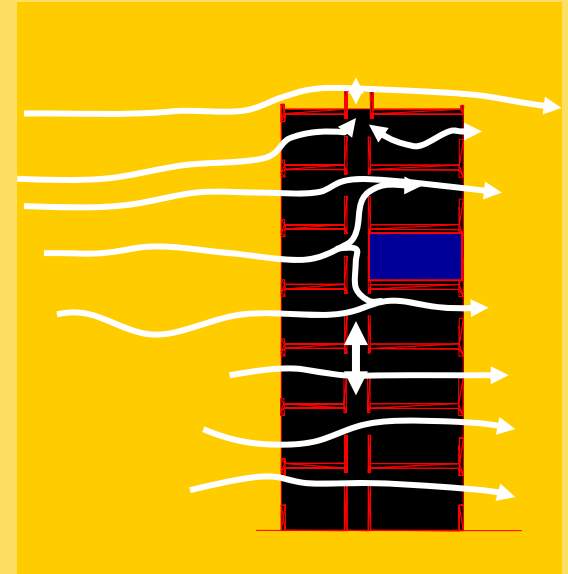
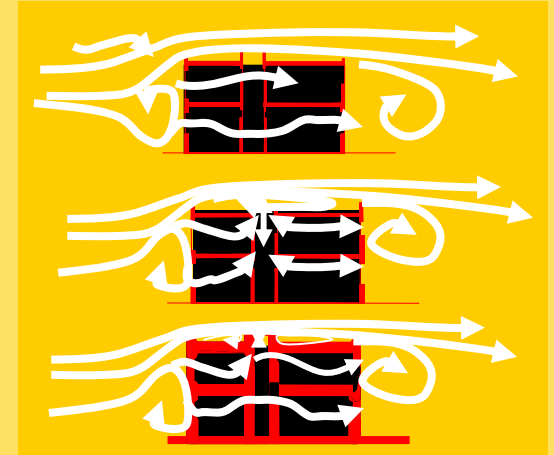
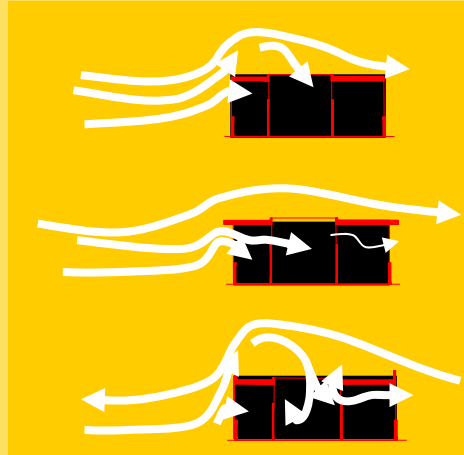
Variaciones de las isoclinas de presiones dinámicas unitarias sobre la envolvente de un volumen en dependencia de la dirección del viento



Las tasas de renovación del aire que se requieren para la regulación térmica en locales de los climas cálido húmedos, son superiores a las requeridas para mantener la higiene.. El intercambio que se requiere para la renovación higiénica y las velocidades de aire necesarias para la regulación térmica se obtienen a partir de la acción del viento, pero durante los períodos de calma de viento esta posibilidad se reduce, quedando como recurso la que se genera por los gradientes térmicos que aparecen entre los estratos superiores e inferiores.

El flujo del aire que es promovido por el viento dentro de los patios y locales de un edificio puede ser sensiblemente modificado por componentes de la propia construcción. En ocasiones, algunos componentes aparentemente insignificantes como pueden ser pequeños aleros perimetrales del edificio, pretilos, muretes de borde en la salida del patio hacia la cubierta, salientes, volúmenes colindantes, u otros, ocasionan entre otros efectos, desvíos del flujo de aire, remolinos, incrementos o reducciones de la velocidad del flujo.

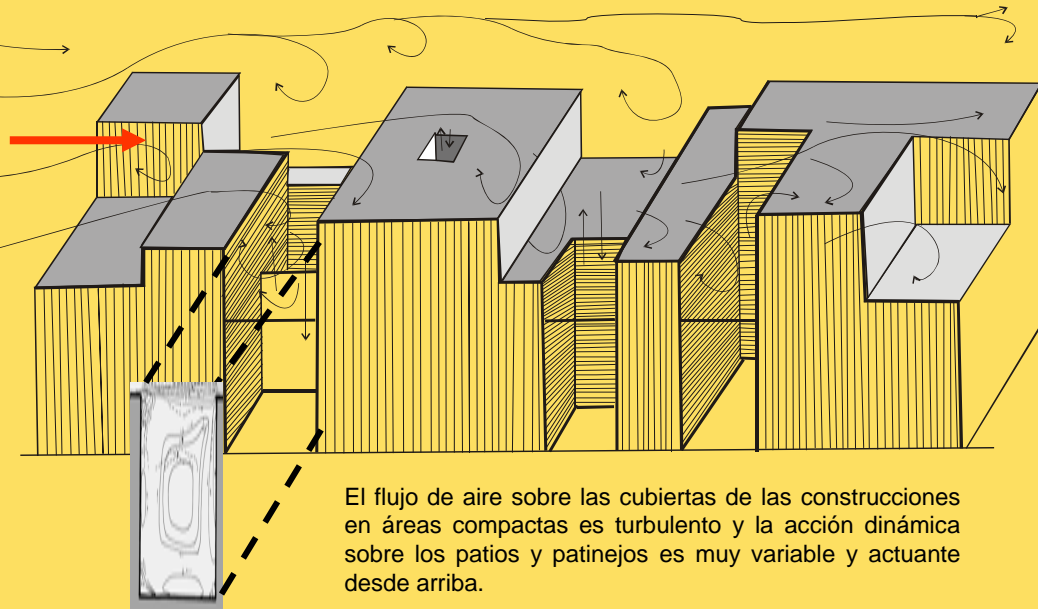
En el caso de edificios altos se produce una combinación diferenciada de los desplazamientos del flujo debido a las influencias de la altura. En los espacios próximos a la cubierta predominan los movimientos fluctuantes irregulares debido a las variaciones de las presiones dinámicas sobre ellos, mientras que en los niveles inferiores el flujo de aire atraviesa transversalmente al edificio, utilizando al patio como un conector intermedio. Dentro del patio las presiones y movimientos del aire cambian frecuentemente su sentido.



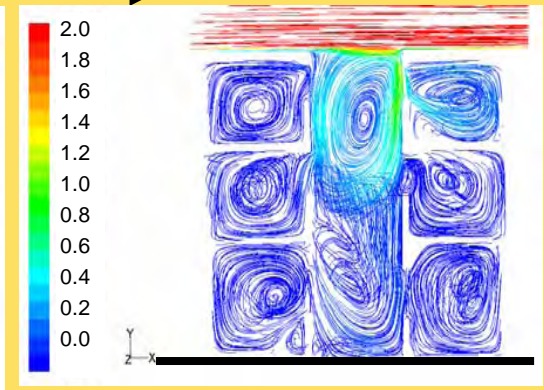
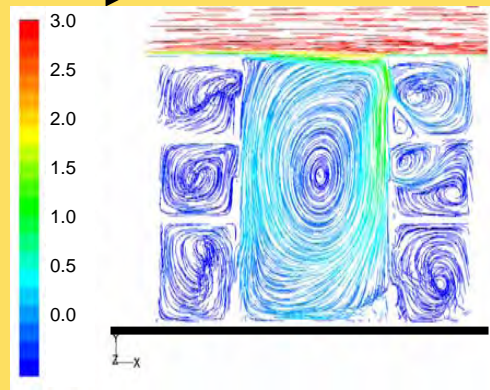
El régimen del movimiento de aire es más fácil de predecir cuando los patios y patinejos corresponden a edificios de geometría simple en zonas abiertas y sin obstáculos al viento. En edificios aislados el sistema de gradientes de presiones dinámicas hace predominar la ventilación natural transversal al edificio, es decir desde una fachada a otra y los patios interiores actúan como homogenizadores de las presiones y conectores intermedios del flujo transversal.

Sin embargo, en patios de tipologías arquitectónicas y urbanas compactas, con un perfil irregular, el viento actúa principalmente sobre las azoteas y cubiertas ya que el flujo se desplaza por encima de los edificios y adopta una estructura turbulenta, tomando un rol importante el sistema de aberturas que en cubiertas y azoteas determinan los patios, patinejos y/o conductos.

En este caso, la ventilación natural no se logra de la manera tradicional (cruzada transversal), sino activándose el movimiento del aire en los patios y patinejos desde arriba -desde la cubierta- con sentido intermitentemente reversible y con una renovación de la masa de aire relativamente reducida con respecto al viento exterior.

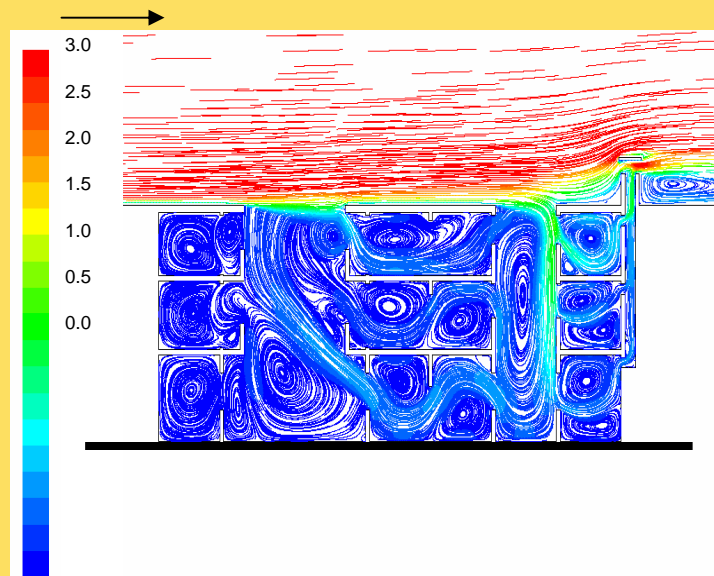


El flujo de aire sobre las cubiertas de las construcciones en áreas compactas es turbulento y la acción dinámica sobre los patios y patinejos es muy variable y actuante desde arriba.

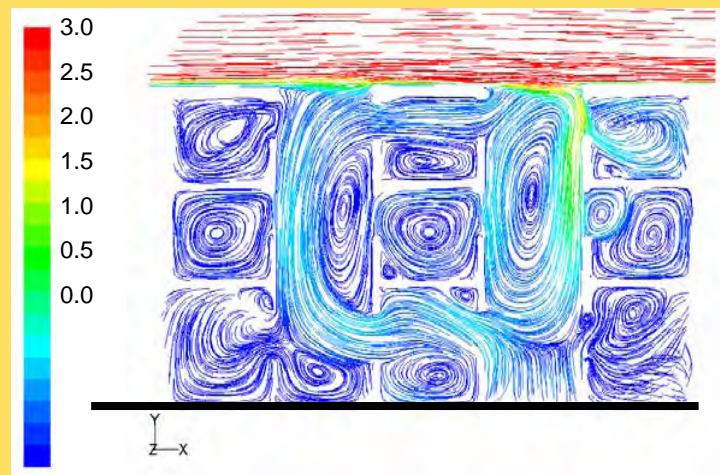
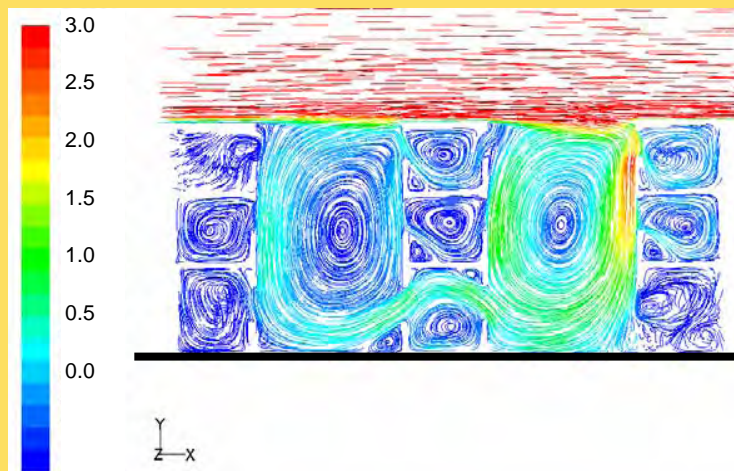


Comportamiento del flujo de aire en el interior de patios pequeños y grandes de zonas compactas simulando una sección transversal ante un flujo de viento turbulento. Las áreas rojas indican las áreas más activas seguidas de las amarillas, verdes y azules, éstas últimas las más quietas. Resultados obtenidos por A..E..Tablada (2006)

El flujo de aire que se produce dentro de los patios y locales como resultado de la acción del viento sobre la cubierta, genera intercambios internos entre la masa de aire de las habitaciones así como entre éstas y los patios. Los movimientos de un flujo simulado en patios y locales contiguos de una zona urbana compacta, obtenidos por Abel E. Tablada (2006) se expresan en los esquemas que se adjuntan. Se observa que, frecuentemente, los circuitos de estos intercambios son cerrados, es decir, fundamentalmente se intercambia el aire internamente, con un mínimo de incorporación de aire desde el exterior, lo que favorece la preservación de condiciones microclimáticas en caso de que existan. El comportamiento anterior ha podido ser constatado por los autores en mediciones y registros realizados en condiciones reales en edificios y contextos similares de la Habana Vieja.



Resultados obtenidos por A..E..Tablada (2006)



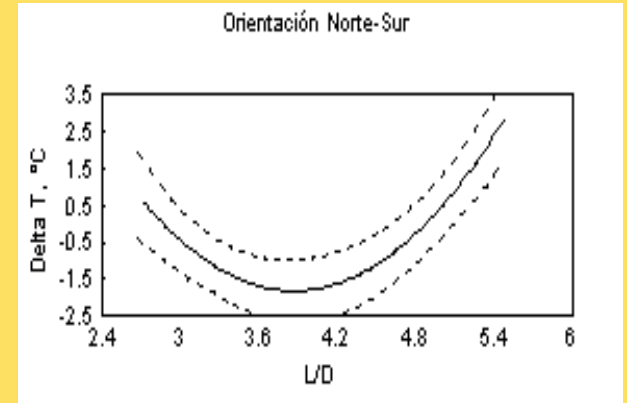
Numerosas mediciones realizadas en patios descubiertos evidencian un comportamiento térmico diferenciado en dependencia de la orientación y proporciones de sus plantas.

En patios alargados, se ha observado que el gradiente térmico (temperatura del aire) con respecto a una estación externa de referencia, desciende. Las menores diferencias con respecto a un punto de referencia cercano corresponden a proporciones en planta alrededor de 1:4, con orientación norte-sur.



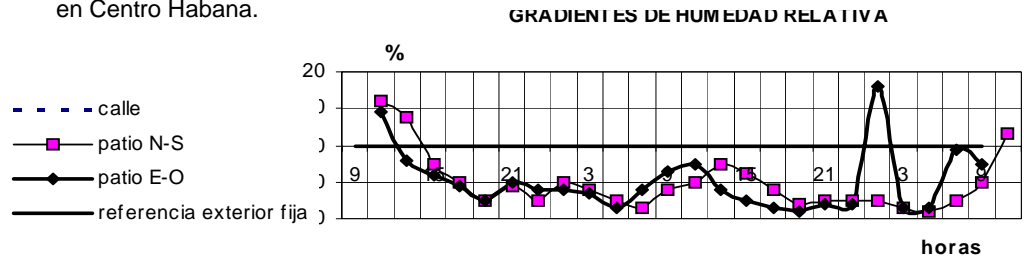
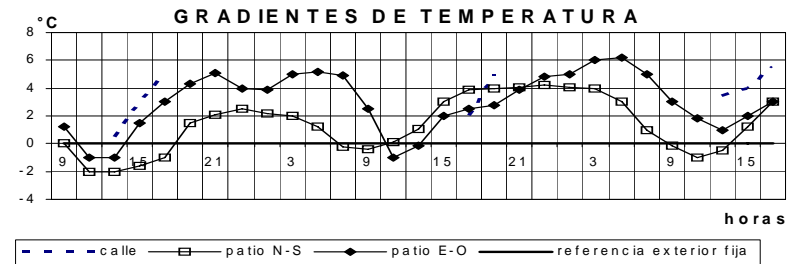
Esta tendencia también se percibe al incrementarse el volumen, con temperaturas del aire en el patio, incluso, más bajas que el punto de referencia utilizado. Esta correlación aún es mayor en las que tienen su eje longitudinal orientado Norte - Sur.

Cuando las proporciones de la planta son alargadas y su eje mayor coincide con la dirección del viento, las temperaturas son superiores en locales ubicados hacia el lado menor que bate frontalmente el viento.



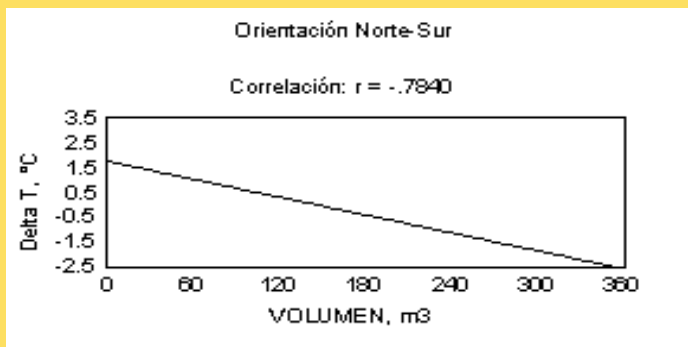
Diferencia de temperatura del aire en patios interiores rectangulares con respecto a la estación de referencia. Los valores tienden a decrecer para proporciones 1:4.

Gradientes de temperatura y humedad relativa del aire con respecto a las condiciones exteriores de dos patios rectangulares con dos orientaciones distintas en Centro Habana.



Las proporciones tridimensionales de los patios repercuten en sus condiciones térmicas, tanto en lo referido a las proporciones de su planta, como a su profundidad.

Si bien se ha indicado que los patios grandes no protegidos del sol reciben más calor que los pequeños, recientemente G. Díaz ha encontrado una relación peculiar de los valores de los gradientes térmicos entre las temperaturas del aire de patios con distintas profundidades. Es decir, patios con idéntica forma y dimensiones de sus plantas, presentan comportamientos térmicos distintos al variar su profundidad. Como quiera que el cambio de profundidad se refleja en una variación volumétrica, para los patios con plantas similares, el comportamiento de la variable *gradiente de temperatura* se ha expresado en volumen.



**Diferencia de temperatura del aire en patios interiores rectangulares de iguales proporciones de la planta según incrementos de su profundidad, con respecto a la estación de referencia. Los valores tienden a decrecer al aumentar la profundidad.**

En la tabla que se adjunta se reflejan los valores de los gradientes térmicos encontrados en patios con similitudes de tamaño, forma y orientación de sus plantas.

	h/d	$\Delta t_{pf}$	$\Delta t_{pf_{max}}$
<b>ESPACIO ABIERTO</b>			
Patios pequeños o patinejos (*)			
Águila 707	8	-0.8	1.8
Estrella 59	14.5	-2.0	0.6
Patios medianos rectangulares (*)			
Maloja 24-26	5.4	-	-1.7
Maloja 117	2.25	2.1 2.9	4.2
Patios grandes (*)			
Capitanes Generales	0.64	-	0.6
Palacio Aldama	1.52	1.5 - 1.9	-0.4
Patios traseros			
57 A e/ 92B Y 92D	1,25	2,6	4,6
59 e/ 92B Y 92D	0,41	2,5	4,1

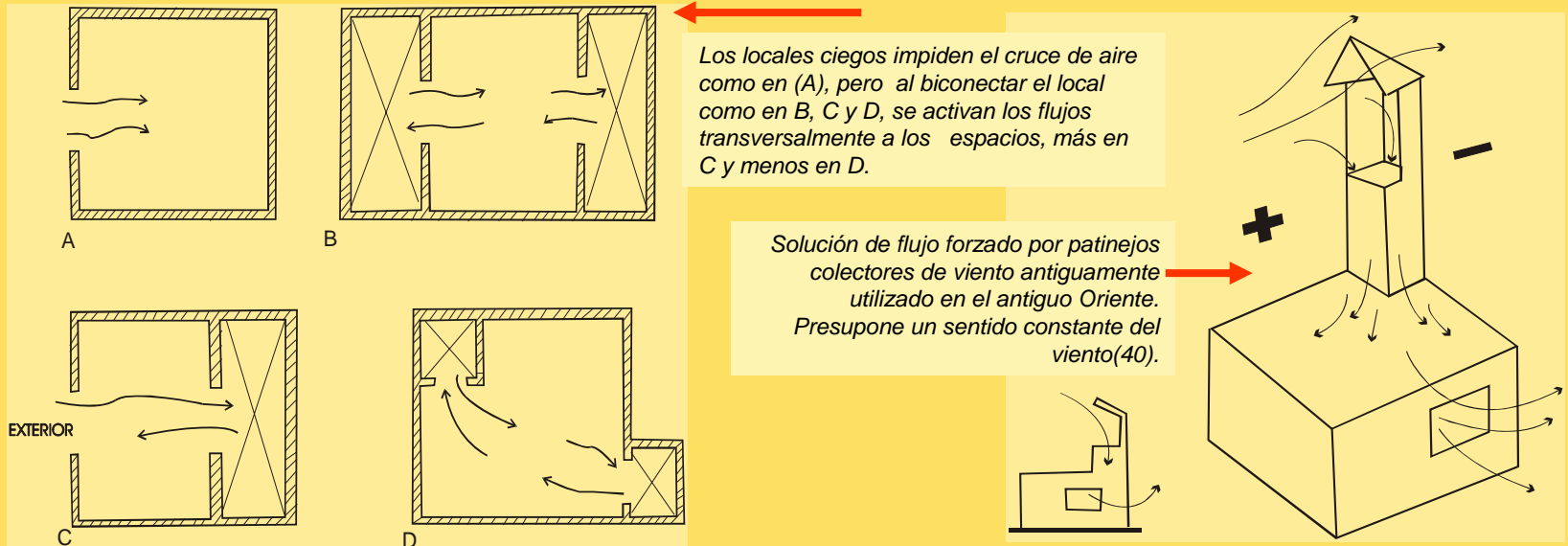
Comparación entre patios ubicados en zonas compactas y de pasillos perimetrales a partir de las diferencias entre la temperatura media del aire y la referencia exterior.

## PATIOS Y SU RELACIÓN CON LOCALES

Es conveniente que las aberturas por donde intercambian los locales no estén ubicadas exclusivamente hacia la fachada, o a un patio o a un patinejo, sino que lo hagan con más de un punto de conexión para propiciar en los interiores el movimiento del aire entre dichos puntos de intercambio. Ello suministraría no sólo la tasa de renovación mínima del aire requerida para mantener la higiene y la salud, sino también proporcionaría el movimiento de aire necesario para el confort térmico.

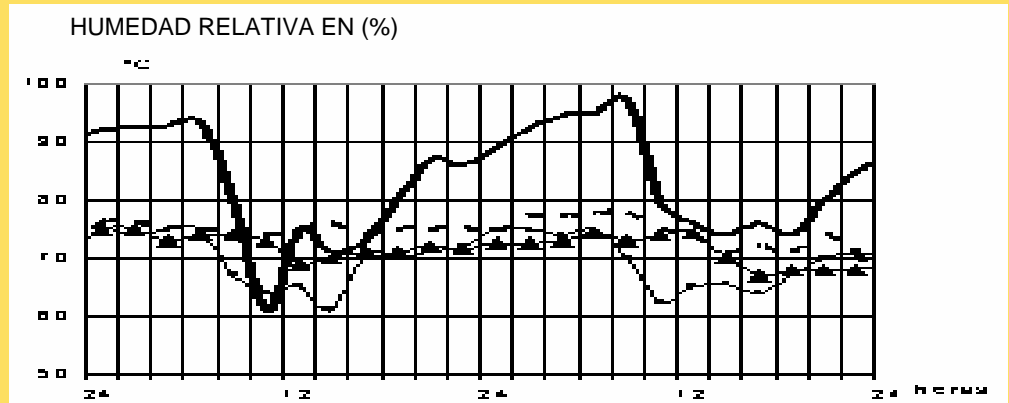
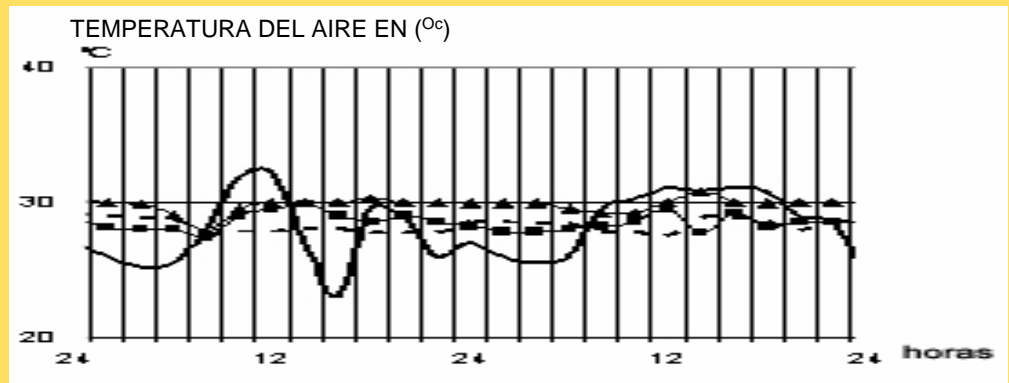
Como es conocido, cierta restricción de la renovación del aire puede favorecer la conservación del microclima interior dentro de los locales y patios, por ello es conveniente que el aire que se recambia no exceda mucho al requerido para la higiene del local, ya que de esta manera podría preservarse durante un tiempo más prolongado el microclima térmico favorable que pudiera existir en sus interiores.

En las partes de una edificación que se encuentren expuestas a la incidencia del sol, en general no puede ser fácilmente contrarrestada la ganancia térmica a partir de un sistema de ventilación restringida, sino que hay que recurrir a una ventilación más activa, lo cual sólo es posible en las zonas de alto potencial eólico. De no contar con un potencial eólico suficiente no es muy factible evacuar el calor que puede absorber la edificación.



En los locales vinculados exclusivamente a patios -en dependencia de las características de éste- la temperatura del aire tiende a ser más estable que los que se vinculan a las fachadas que dan a la calle, aunque varía.

En el caso de los que dan a patios rectangulares pavimentados los valores registrados de la temperatura del aire fueron superiores que las de los vinculados a patios pequeños o grandes con estanque de agua y vegetación,



- LOCAL DANDO A UN PATIO PEQUEÑO (2m X 2m)
- ▲— LOCAL DANDO A UN PATIO RECTANGULAR
- LOCAL DANDO A UN PATIO GRANDE CON VEGETACIÓN Y ESTANQUE DE AGUA
- REFERENCIA EXTERIOR (Casablanca)

*Magnitudes de la temperatura y la humedad relativa del aire registradas en locales en planta baja vinculados a patios de características diferentes.*

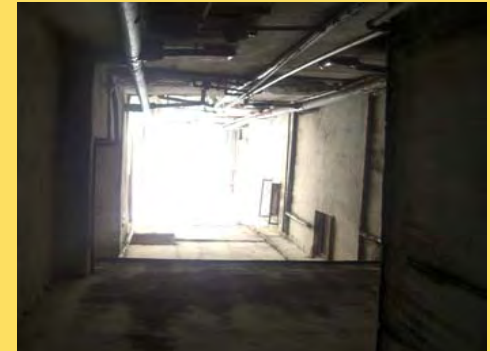


## ILUMINACIÓN NATURAL

Los patios, patinejos y conductos de luz son fuente de iluminación natural de diferentes locales en las tipologías compactas siempre que sean diseñados correctamente.

Desde el punto de vista de la iluminación natural la profundidad de los patios y patinejos guarda relación con las dimensiones y proporciones de sus lados en planta, así como con el coeficiente de reflexión de sus superficies interiores.

En la medida en que un patio es más profundo con respecto a la sección en planta, la iluminación natural se reduce en los niveles inferiores por ser menor la penetración de la luz, lo que se acentúa en los patinejos y en patios pequeños y profundos, pero eso puede ser contrarrestado con el incremento de los valores de los coeficientes de reflexión de sus superficies.

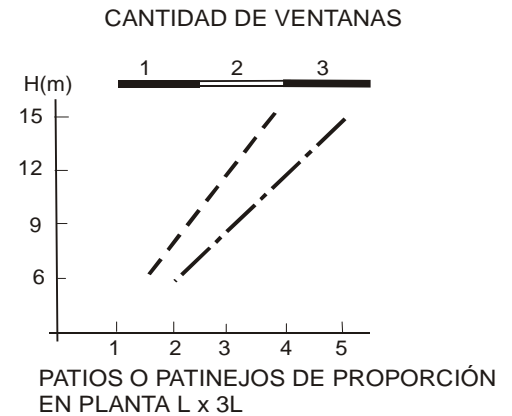
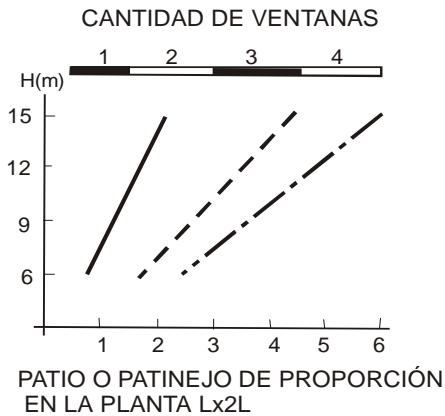
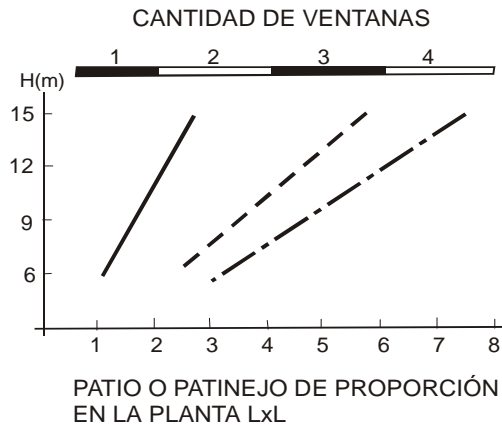


*Dimensiones de los patinejos de iluminación natural.*

profundidad (m)	coeficiente de reflexión	dimensiones en planta ( m )	
		L * L	L * 2L
6,00	8.80	0.35 * 0.58	0.70 * 1.40
	0.36	1.10 * 1.10	0.90 * 1.80
9,00	8.80	1.30 * 1.30	1.10 * 2.20
	0.36	1.65 * 1.65	1.30 * 2.60
12,00	8.80	1.70 * 1.70	1.40 * 2.80
	0.36	2.20 * 2.20	1.75 * 3.50
15,00	8.80	2.15 * 2.15	1.80 * 3.60
	0.36	2.75 * 2.75	2.40 * 4.40

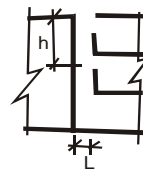
*L: Lado del patinejo en planta.*

# ILUMINACIÓN NATURAL: PATIO Y PATINEJOS



- . PARA LOCALES CON MENOS DE 3,00M DE PROFUNDIDAD.
  - . PATINEJO PINTADO DE BLANCO O AMARILLO CLARO.
  - . VENTANA DE HOJA, MIAMI DE VIDRIO NEVADO O TRANSLUCIDO.
- - . PARA LOCALES CON MENOS DE 3,50M DE PROFUNDIDAD.
  - . PATINEJO PINTADO DE COLOR CLARO.
  - . VENTANA MIAMI DE ALUMINIO O BLANCA CON LUCETA DE VIDRIO DE 0,60M

- · - . PARA LOCALES HASTA CON 4,00M DE PROFUNDIDAD.
  - . VENTANA DE PERSIANA CON LUCETA DE VIDRIO.



H= distancia desde el antepecho hasta la boca del conducto.

L= dimensión en planta del lado del conducto de sección cuadrada

*Cantidad de ventanas requeridas para la iluminación natural en locales que dan a patios y patinejos.*

# CONDUCTOS

Las dimensiones requeridas para ventilar por conductos puede ser variable. Resulta predominantemente importante lo relativo a los extremos, con el objetivo de garantizar la captación efectiva del flujo y la protección contra roedores, insectos y otros vectores.

En la tabla se brindan las dimensiones de los conductos de luz con planta de sección cuadrada. Los conductos de ventilación tendrán un área pequeña en su sección transversal pero tomando valores por encima de 0,10 m<sup>2</sup> ta. el nivel de iluminancia natural o factor de día tanto en el plano vertical como en el horizontal o fondo del conducto.

La profundidad de los conductos o distancias desde la boca hasta el difusor es la misma tanto en los que se ubican en forma horizontal como vertical.

Dimensiones de los lados del conducto de luz natural de sección cuadrada (lado A)

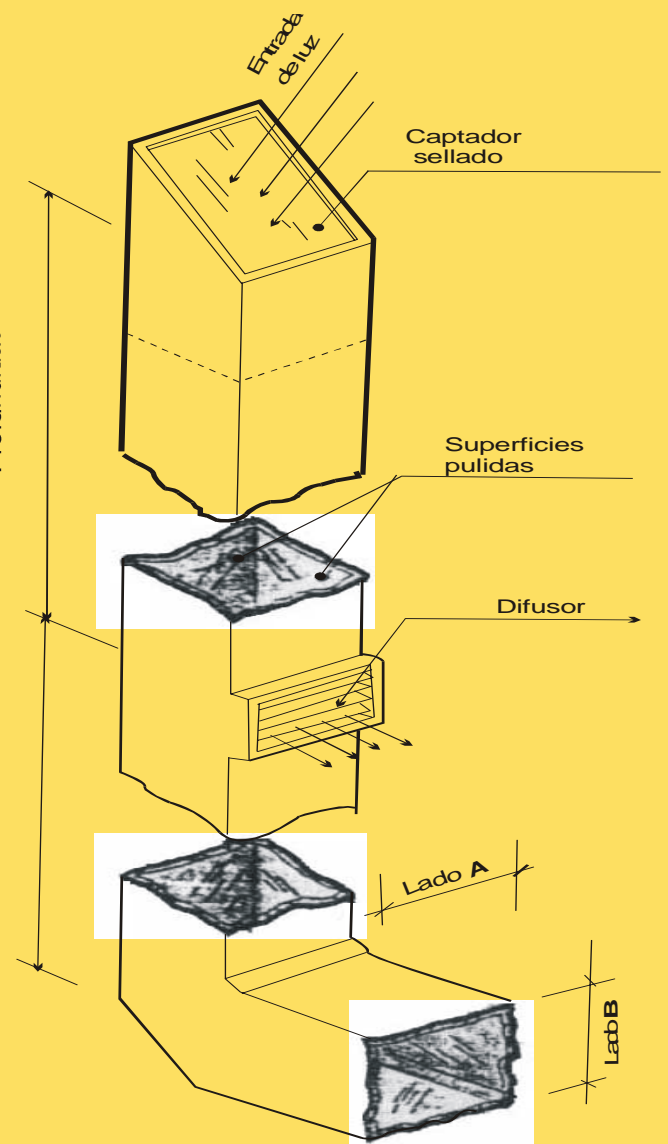
FACTOR DE DIA		profundidad del conducto en metro				
eH	ev	6,00	9,00	12,00	15,00	18,00
1,5	0,6	0,35	0,55	0,70	0,90	1,05
2,0	0,8	0,40	0,60	0,80	1,00	
3,0	1,2	0,50	0,80	1,05		
4,0	1,6	0,70	1,05			
5,0	2,0	1,00				

Nota:

eH: entrada de luz al local por superficie horizontal (cubierta).

ev: entrada de luz al local por superficie vertical (pared).

Profundidad



## RUIDO

Los patios, patinejos y conductos constituyen vías de propagación de los ruidos interiores. Problema de difícil solución en el cual los hábitos y cultura de la población tienen un rol fundamental.

Las dimensiones y formas de los patios, así como los materiales de terminación de las superficies, son factores que influyen en la intensidad de propagación del sonido.



El efecto del ruido que se produce dentro de las viviendas vinculadas a patios grandes es mucho más leve que el que generan las actividades que en ellos se desarrollan.

Esta situación se incrementa mucho más cuando en estos patios se encuentra el motor del agua. Si en ellos, además, se ubican los equipos de aire acondicionado afectan el nivel de ruido interior del edificio y adicionalmente contribuyen a calentar el patio.

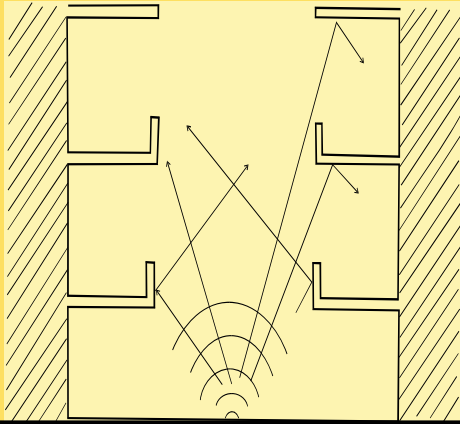
En encuestas realizadas en edificios con patios medianos y pequeños se encontró que más del 50 % de los habitantes consideran que el patio afecta la privacidad..

En la medida que el tamaño de los patios aumente, el efecto de confinamiento del ruido será menor, pero una fuerte presencia de personas en el espacio lo puede convertir en una fuente muy ruidosa.

Terminaciones duras y reflectantes en sus superficies incrementan la intensidad y propagación del ruido.



Los balcones que sobresalen hacia el patio, en algunos casos, ayudan a amortiguar las reflexiones del sonido y en otros lo dirigen precisamente hacia los pisos superiores, lo que debe tenerse en cuenta para el tratamiento de sus superficies y diseño.



El ruido se refleja en balcones y aleros y puede penetrar en los locales que dan a los patios pero también con un buen diseño pueden desviarlos favorablemente.

Los patinejos, al disponer de tratamientos superficiales que favorezcan la entrada de luz y utilizarse simultáneamente como recurso de ventilación se convierten en eficaces transmisores de los ruidos propios del edificio.

La luz y el sonido tienen los mismos principios y leyes de propagación, por lo tanto, las superficies lisas y reflectantes tan necesarias para obtener niveles apropiados de iluminación resultan un inconveniente para el control de ruidos.

La utilización de superficies resonadoras como material absorbente resulta una posible solución para ambos aspectos, como por ejemplo, láminas y membranas perforadas.

Si los locales que se vinculan al patinejo corresponden a viviendas diferentes se producen afectaciones a la privacidad, por lo que es conveniente que este tipo de patio con dimensiones pequeñas sea propio o interno de cada vivienda al menos por nivel.

Al separarse las funciones de ventilar e iluminar pueden obtenerse mayores ventajas desde el punto de vista del control de ruido.

Las superficies interiores de los conductos de ventilación pueden ser tratadas para reducir la propagación del ruido. La sección de estos conductos puede diseñarse para amortiguar el sonido.

Los conductos de iluminación cuyas superficies interiores son lisas y de alta reflectividad pueden ser totalmente estancos al paso del aire y por lo tanto al ruido, sin interferir su funcionamiento.

*NIVELES DE RUIDO DE ACTIVIDADES QUE SE TRANSMITEN FRECUENTEMENTE POR LOS PATIOS.*

**INTENSIDAD DE ALGUNOS FOCOS SONOROS EN VIVIENDAS EN dBA (55)**

Lavadora:	
Lavado	60
Centrifugado	74
Maquina de coser	69
Refrigerador	36
Audiciones de radio	60-85
Conversación normal	5570
Conversación en voz alta	70-85
Gritar alto	80-100

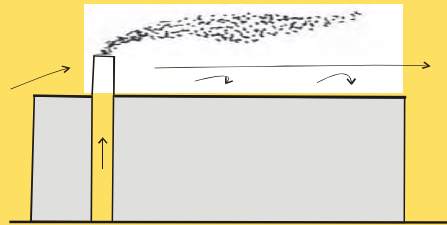
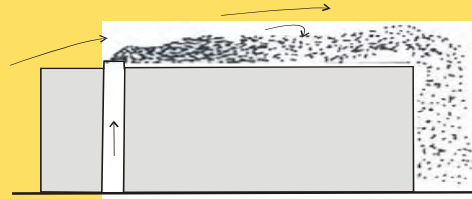
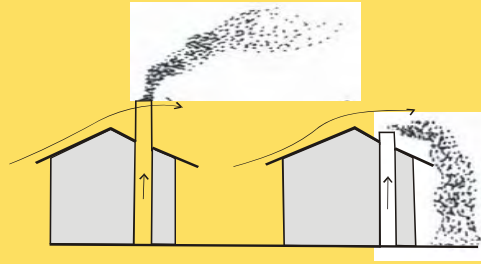
## CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

La contaminación depende de las fuentes emisoras y de la tasa de renovación del aire del local.

Las fuentes emisoras pueden desprender polvo, humo, gases, olores, vapores o sustancias nocivas, aunque este último caso no es propio de la tipología habitacional, pero sí del ambiente urbano. Convenientemente dispuestos y conectados los patinejos constituyen un recurso eficaz para garantizar la renovación requerida.

Para evaluar los contaminantes de un local y evitar que se propaguen hacia otros espacios con diferentes funciones y requerimientos, resulta conveniente individualizar los patinejos y conductos que ventilen los locales donde se generen estos agentes.

Este es el caso de los servicios sanitarios, donde la ventilación conviene que sea por conductos independientes. De forma similar sucede con la cocina que desprende vapores, olores y calor durante el proceso de cocción.



*La altura de los patinejos y conductos de ventilación sobre la cubierta o azotea produce un comportamiento similar al de una chimenea, que si no sobresale lo suficiente puede propiciar la acumulación de olores, humo y otros contaminantes sobre la cubierta y la zona de sotavento introduciéndolos de nuevo al edificio.*

Como la masa de aire contaminado puede ser disipada una vez que se llegue al exterior del edificio, la salida de los conductos debe sobresalir por encima de los niveles de azotea o cubierta con el objetivo de sobrepasar la zona de aire estancado o recirculante que se establece generalmente sobre la parte superior de las construcciones.

Si la salida del aire contaminado ocurre dentro de esta zona estancada, es muy probable que éste penetre de nuevo hacia los locales habitados a través de los patios e incluso de las fachadas (45).

A veces en los patinejos y/o conductos sin acceso fácil pueden acumularse desperdicios y basuras arrojadas por los propios vecinos, que constituyen fuente de contaminación y de falta de higiene. En las plantas bajas una puerta de acceso hacia los patios, patinejos o conductos, es indispensable para mantener su limpieza.

La acumulación del agua pluvial, que constituye un foco antihigiénico, se evita disponiendo convenientemente tragantes ubicados en el piso.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Alemaný, Alba y Gisela Díaz. Cubiertas para el Trópico Húmedo. Manual de Consideraciones Climáticas. Tomo 1: Cubiertas planas pesadas. Facultad de Arquitectura. ISPJAE. 1998. Cuba.

Alemaný, Alba y otros, "Climatología, Iluminación Natural y Acústica", Ediciones ISPJAE, Ciudad de La Habana, 1986.

Alfonso, A "¿Transpira la ciudad compacta?", Arquitectura y Urbanismo, No.1,. pp 60 - 69, Ciudad de La Habana, 1985.

Alfonso, A "Condiciones admisibles del ambiente térmico en edificios de viviendas", Ciencias Técnicas, Arquitectura y Urbanismo, No5, Ciudad de La Habana 1979.

Alfonso, A "Las sombras de vientos en el diseño de conjuntos urbanos", Arquitectura y Urbanismo, No2, pp 14 - 31, Ciudad de La Habana, 1982.

Alfonso, A. "Clima Urbano", Conferencia en la Dirección Provincial de Planificación Física de la Ciudad de La Habana, 1983

Alfonso, A. "Soluciones arquitectónicas a edificios de vivienda en relación con las condiciones climáticas de Cuba", Trabajo de Disertación, FA. VUT. Brno, enero 1978.

Alfonso, A., Díaz, G. y de la Peña, A. "Consideraciones climáticas para intervenciones constructivas en zonas urbanas compactas", Boletín Poder Popular, Ciudad de La Habana, 1989.

Alfonso, A., Díaz, G. y de la Peña, A. "Por el rescate de la tradición", Informes de la Construcción, Instituto Eduardo Torroja, Volumen 41, No.402, julio-agosto, España, 1989.

Alfonso, A: "El calor en La Habana". Arquitectura y Urbanismo, No. 4, ISPJAE, La Habana 2000 Pgs:7-14

Álvarez, Arnoldo, "Diagnóstico y regulaciones del ambiente térmico en espacios urbanos y exteriores en el trópico-húmedo", Trabajo de Disertación, Facultad de las Villas, Santa Clara, 1993.

Amador, S y otros, "Investigaciones sobre el comportamiento del clima interior de las viviendas de edificios multifamiliares con patinejo y su influencia en el confort térmico", Trabajo de Diploma, Fac. Construcciones, La Habana, 1977.

Ambou, Aida, "Nomograma acústico para el pronóstico del ruido de tráfico automotriz en Cuba", Informe Final de Investigación, MICONS, Cuba, marzo 1983.

Andersen, Ib. & Koragaard, J.: "Asthma and the Indoor Environment". Assessment of the Health Implications of Air Indoor Air Humidity. In Indoor Air. Recent Advances in the Health Sciences and Technology. Swedish Council for Building Research, Stockholm, Swedwn, 1984, (pgs. 79 – 86)

Antón, R., "Comportamiento de los parámetros físico-ambientales en patios menores de 2,00 x2,00m", Trabajo de Diploma, Facultad de Arquitectura, ISPJAE, 1988.

Aróztegui, J.M. "Desempenho térmico de Janelas: Contribuicao para o estudo de uma regulamentacao de conforto", Porto Alegre, set. 1983.



Barceló, Carlos y otros: "El ruido como problema higiénico en microdistritos de Ciudad de La Habana. Parte I. Fenómeno físico", Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, Vol,25, No.1, enero-marzo, pp. 5-20, Ciudad de la Habana, 1987.

Bens. J.M "La Habana Republicana", Revista Arquitectura, pp 497-504, La Habana, 1954.

Bens. J.M "La Grande Habana. Contribución al estudio de las Ordenanzas de la Construcción", Revista Arquitectura, pp 497-504, La Habana, 1949.

Bens. J.M "La Grande Habana. Los problemas de la zonificación". Arquitectura/Cuba, 1960.

Bens. J.M "La Gran Habana de1950", Arquitectura, Cuba, 1935.

Bens. J.M.. "La Grande Habana. Contribución al estudio de las Ordenanzas de la Construcción", Revista Arquitectura, pp. 260-267, La Habana, 1948.

Broadbent, Geoffrey. "Emerging Concepts in Urban Space Design". Van Nostrand Reinhold , New York, 1990.

Brown, G.Z, "Sun, Wind and Light", New York, Editora John Wiley, 1985.

Brüel & Kjaer. "Control de ruido industrial y pruebas de audición". Folleto. Dinamarca.s/f

Cajaraville y otros, "Investigación sobre el clima en la macroescala, escala local y microescala, con relación al bienestar térmico", Trabajo de Diploma, Facultad de Construcciones, La Habana, 1977.

Campos, Aida y otros, "Comportamiento diurno de las componentes del balance de radiación en las condiciones de Cuba", Trudy, Observatorio de Geofisica de Leningrado.1990.

Carles, José Luis y Cristina Palmese. "Identidad sonora urbana". Abril 2004  
<http://www.eumus.edu.uy/ps/txt/carles.html>

Centre Scientifique et Technique du Batiment (CSTB), "Acoustique-Reef " -Volume II, Science du Batiment, Francia, 1984.

Chateloin, Felicia, "La Habana de Tacón", Editorial Letras Cubanas, La Habana, Cuba, 1989.

"Climatic Design of Building - An Overview" , www. Passive Cooling in Tropical Climates.

Commission International de L'Eclairage, CIE, "Daylight International Recommendations for the Calculation of Natural Daylight ", Publication No.16 E-3.2, 1970.

Dantsig, A. "Norma Higiénica de Iluminación de Viviendas y Edificios Comunales, Moscú, 1948.

De Cubas, G. y Valdés, P."Recomendaciones de diseño para las viviendas en zonas montañosas", Trabajo de Diploma, Facultad de Arquitectura, Ciudad de La Habana, julio 1989.

De la Peña, Ana M. " El régimen térmico en espacios abiertos intraurbanos de Ciudad de La Habana. Trabajo para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas, ISPJAE, Ciudad de La Habana, 1998.

De la Peña, Ana M. "Iluminación natural en la vivienda cubana", Arquitectura y Urbanismo, No 3, pp 54 - 59, ISPJAE, Ciudad de La Habana, 1980.

De la Peña, Ana M. " Iluminación natural en edificios bajo las condiciones de Cuba ", Trabajo de disertación, ISPJAE, Ciudad de La Habana, 1989, (manuscrito).

De la Peña, Ana M: “Patios, patinejos y conductos como fuente de luz natural”, Ponencia a la VI Conferencia de Arquitectura e Ingeniería, ISPJAE, Ciudad de La Habana, nov-dic 1889.

Díaz, Gisela, “Evaluación del clima acústico en una zona de Centro Habana”, Orientaciones para la confección de proyectos urbanísticos de renovación”, Anexo 4, Análisis de las condiciones ambientales, IPF, Ciudad de La Habana, 1988.

Dirección de Planificación Física y Arquitectura, “Esquema del Plan Director del año 2010”, Ciudad de La Habana, 1990.

Dirección Nacional de Salud Pública, “Higiene del medio”, Capitulo 89, pp. 811, Ed. Pueblo y Educación, Tomo III, 2da.reimpresión, Ciudad de La Habana, 1984.

Dodd, J. “Greenscape: 1, The Place of Building”, A.J./12, pp 67-71, April 1989.

Dodd, J. “Greenscape:2, Climate and Form”, A.J.?12, pp 81 - 85, April 1989.

Dufton, A. F.” “Protractor for the Computation of Daylight Factors”.D.S.I.R. Build. Res. TEch. Paper No.28. London: H. M. S. O. 1946.

Ed. D. C. Luzzatto Ltda., Porto Alegre, Brasil, 1986.

El Telbany, M.M. y otros, “Single-sided Ventilation, Part I, The Flow between a Cavity and External Air Stream”, Building and Environment, Vol.20, No. 1, pp 15-24, G.B. 1985.

El Telbany, M.M. et al “Single-sided Ventilation, Part III, Further Considerations”, Building and Environment, Vol. 20, No.I, pp 25,32, G>B. 1985.

Evans, B. "Letting Fresh Air Back into Buildings. The evolving state of the art of natural ventilation", FACA, Architecture, pp 72-77, march 1989.

Fernández, E "Clima Urbano", Arquitectura y Urbanismo, No.3, Ciudad de La Habana, 1986.

Fernández, E., "Una tipología para la renovación urbana", Revista Arquitectura/ Cuba, No.372, 1988.

Ferrer-Vidal y U. Solé-Sugrañes. "Caracterización de emisiones térmicas en áreas suburbanas mediante imágenes " Thematic Mapper. Revista de Telesselección, España, 1995.

Garbayo, Mario."Metodología para las intervenciones en demoliciones". Tesis de Master. Facultad de Arquitectura.ISPJAE, Ciudad de La Habana, 2004.

García, O., y otros, "Influencia de los pasillos perimetrales en el régimen térmico de las viviendas", ISPJAE, Ciudad Habana, 1990.

Gauld, Bryan, J.B., "Architectural Aerodynamics ", The Architect, No.7, 1972.

Givoni, B: "Urban Design Guidelines for Hot Dry Regions", Proceedings of the 2nd. International Symposium, New Developments in Building Climatology, Tomo 3, Moscú, URSS, 1987.

Givoni, B. "Man, Climate and Architecture", London, Elsevier Publishing, 1969.

Graham, E., Landin L., "Trascendencia de la arquitectura moderna en Cuba", Trabajo de Diploma, Facultad de Arquitectura, ISPJAE, Ciudad de La Habana, 1990.

Green, G.H.: "The Health Implications of the Level of Indoor Air Humidity In Indoor Air." Recent Advances in the Health Sciences and Technology. Swedish Council for Building Research, Stockholm, Sweden, 1984, (pgs. 71 – 78)

Grimberg, Donald J. "Housing in the Netherlands". Delf U.N. Press, 1977.

Grupo para el Desarrollo Integral de la Capital, "Estrategia", Ediciones Plaza Vieja, junio de 1990.

Habana, 1979. (Tomos I y II).

Hammad, R.N.S., Gibbs B.M., "The Acoustic Performance of Building Façades in Hot Climates: Part III-Conventional Screens", Applied Acoustics no.20, Elsevier Applied Science Publishers Ltd., pp 183-194, England, 1987.

Hardoy, J.E., "Las formas de las ciudades coloniales en hispanoamérica", Historia Urbana No.4, Universidad Politécnica de Valencia, 1997.

Hernández y Roger, Miguel A. "Proyecto de Código de Construcción para la Ciudad de La Habana, Bases para el Concurso de Reforma de las Ordenanzas de la Construcción", La Habana, 1930.

Hobaica, M.E. y otros, "Diseño Térmico de Edificaciones en Venezuela", Tecnología y Construcción, Caracas, 1988.

Holm, D. "The Thermal Effect of Leaf Cover on Outside Walls in Hot Climates: A validated Computer Simulation. Third Int. Congress on Building Energy

Hopkinson, R., Longmore, J. and Petherbridge, P. "Daylighting", London, 1966.

Hoyano, A. "Climatological Uses of Plants and the Sun Control Effects", Plea'86, International Conference on Passive and Low Energy Architecture in Housing, Vol. II, Pécs, Hungría, set. 1986

Humboldt, A.: "Ensayo Político sobre la Isla de Cuba", Colección de Libros Cubanos, Edit. Cultural, S.A., La Habana, 1930.

ISO: 1996, "Assessment of Noise with Respect to Community Response", may 1971.

Kendrich, J. "Daylight Variability in Rooms With Different Orientations. International Daylighting Conference General Proceedings, pp 21-27, Arizona, USA, February 16-18, 1983.

Kenworthy, A.T., "Winds as an Influential Factor in the Orientation of the Orthogonal Street Grid", Building and Environment, vol,20, No.1, pp.33-38, Pergamon Press, Gran Bretaña, 1985.

Koenigsberger, O. - "Roofs in the Warm Humid Tropics", Architectural Association, London, 1965.

Koenigsberger, O. "Manual of Tropical Housing and Building" Vol. I. Climatic Design, Hong Kong, 1974.

Kurtze, Günther, "Física y técnica de la lucha contra el ruido", Ediciones URMO. España, 1969.

"La Città del Sole". Proceedings Mostra-Convegno internazionale. Trieste, noviembre 1985.

Landsberg, H. "Microclimatology" Architectural Forum, 83, (3) 1947.

Leal, Eusebio,: "La Habana, Ciudad Antigua", Editorial Letras Cubanas, La Habana, 1988

Lecha, L. "Introducción a la Climatología", Impresiones Ligeras, Santa Clara, 1988.

Lemaire, R.R., "Influencie du Climat Tropical sur le Comportement Physiologique de l'homme", I, Sec. Bioc. and Biomet, Firth Bioclimatological Congress, Viena, set.1957.

Makhzoumi, J. M.& Jaff, A. J., "Application of Trellises in Retrofitting Building in Hot Dry Climates", in Third Int. Congress on Building Energy. Management, ICBEM'87, Lausanne, Switzerland, set-oct, 1987.

Microsoft ® Encarta ® 2006. © 1993-2005 Microsoft Corporation.

Ministerio de protección del Trabajo. " Medición y valoración de la influencia del ruido y las vibraciones en el hombre", Serie I. Comité Estatal de Trabajo y Seguridad Social, Cuba, 1982.

Missenard, A. "Curso Superior de Calefacción, Ventilación y Acondicionamiento del aire", 4ta edición, Tomo 1, Eyrolles, París, 1963.

Moore, J.E., "Design for Good Acoustics and Noise Control", The Macmillan Press Ltd, Gran Bretaña, 1983.

Munn, R.E., "El flujo de aire en las áreas urbanas", W.M.O., No.254, T.N.108, 1970.

NBE-CA-82, "Norma Básica de la Edificación sobre condiciones acústicas en los edificios ", España, 1982.

NC-1990. "Protección del medio ambiente: atmósfera, ruido en zonas habitables ". Requisitos higiénico-sanitarios, Cuba.

Nelson, P.M., Abbott P.G., "Low Noise Road Surfaces", Applied Acoustics no.21, Elsevier Applied Science Publishers Ltd., pp. 119-137, England\_ 1987.

Nieves, M.E., P. Prilipko G., Sardiñas M.E., “Algunos aspectos del clima de la Ciudad de La Habana”, Instituto de Meteorología, Ciudad Habana, 1989.

Nieves, María E. y G. Prilipko: “Urbanismo y Régimen Térmico”, Arquitectura y Urbanismo, Vol.IX, No.3, pp 8-12, Ciudad de La Habana, 1988.

“Nuevas Ordenanzas de Construcción para la Ciudad de La Habana “, JUCEI Municipal de La Habana, 1963, 114 pp.

Observatorio de Belén. “Datos climatológicos de 1873 a 1925”, La Habana, 2004

Olensen, B.W. “Local Thermal Discomfort”, Technical Review, Brüel & Kjaer, No.1, Denmark,1985.

Olgay, V. “Design with Climate”, 4ta.ed., Ed. Princeton University Press, New Jersey, 1963.

“Ordenanzas de la Construcción para la Ciudad de La Habana. Hoy aplicables para toda la Nación”, Imprenta P. Fdez. y Cia., Habana, 1920. Comentarios Manuel Cobreiro.

“Ordenanzas Sanitarias para el Régimen, de Ayuntamientos de la República” publicada en la Gaceta Oficial del 12 de enero y 27 de febrero de 1906, Editora Imprenta y Papelería de Rambla y Bouza, La Habana, 1906.

“Ordenanzas Sanitarias, Código Sanitario”, Biblioteca Liliputiense, Imprenta de Ramile, Bouza y Ca., Habana, 1927.

Ortiz, R. y Ortiz, R. ”¿Dónde hace más calor en La Habana? Microclima de la ciudad”, Diario de la Marina, suplemento rotograbado, La Habana, martes 21 de junio de 1955.



Paz, L. -"El complejo Temperatura-Humedad Relativa del aire en las condiciones climatológicas de Cuba y sus aplicaciones", Tesis de Candidato a Doctor en Ciencias Geográficas, Ciudad de La Habana, 1987.

Paz, L. "La temperatura de la ciudad bajo condiciones de clima tropical húmedo", Arquitectura y Urbanismo, vol. VII, No.3, pp 34-37, Ciudad de La Habana, 1986.

Penwarden, A. D., "Corrientes de aire alrededor de los edificios altos", RIBA Journal, No.5, BRS Digest 141, Gran Bretaña, may 1972.

Penwarden, A. D., "Acceptable Wind Speeds in Town", BRE Current Paper, Gran Bretaña, CP 1/1974.

Pfretzschner, J. "Condicionantes acústicos en recintos hospitalarios", Ponencia, XII Congreso Panamericano de Arquitectos, Cuba, 1988.

Pleijel, G. "The Computation of Natural Radiation in Architectural and Town Planning". Meddelande No. 25. Stockholm. 1954. p. 92.

Poler, M., "Clima y Arquitectura", Banco Obrero, México, 1968.

Prilipko, G.I, Nieves, M.E. Y . Pimentel, R., "Principales resultados científicos del cumplimiento del tema: Clima de La Habana", Instituto de Meteorología, Ciudad de La Habana, 1987.

Puppo, E. y Puppo, G., "Acondicionamiento Natural y Arquitectura, Ecología en Arquitectura", Barcelona, 1972.

Radwan. M. M. Oldham. D. J.. "The Prediction of Noise from Urban Traffic under Interrupted Flow Conditions", Applied Acoustics No.21, Elsevier Applied Science Publisher Ltd., pp 163-185, England, 1987.

Rallo, J. y Segre, R., "Introducción Histórica a las Estructuras Territoriales y Urbanas de Cuba 1519-1959", Impreso por Unidad de Producción y Servicio del MES., La Habana, 1978.

Rallo, J., "Sombrigramas para La Habana", Ed. Ligeras, La Habana, 1963.

Rapoport, E. y otros, "Aspectos de la ecología urbana en la Ciudad de México", Ed. Limusa S.A., México, 1983.

RC-I020 "Control del ruido urbano (tráfico), Especificaciones de proyecto, MICONs.

RC-I029 "Clima acústico en las viviendas", Especificaciones de proyecto. MICONs.

Recopilación de Leyes de los Reynos de las Indias, Cuarta impresión. Hecha de Orden del Real y Supremo Consejo de Las Indias, Gráficos Ultra S.A., Alcalá, Madrid, 1943.

Reed, Ch. E., & Swanson, M.C.: "Indoor Alergens: Identification and Quantification. In Indoor Air". Recent Advances in the Health Sciences and Technology. Swedish Council for Building Research, Stockholm, Sweden, 1984, (pgs. 99 – 107)

"Regulaciones urbanísticas, Municipio Centro Habana", Ed. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, Ciudad de La Habana, 1990.

Revista Arquitectura Cuba, No.340, 1971.

Revista Comunidad, No. 7/96, Instituto de Planificación Física, La Habana, 1996.

Rivero, R., "Acondicionamiento térmico natural, Arquitectura e clima",

Rodríguez Urrutia, F. "Declaraciones, Programas y Manifiestos de Urbanismo del Siglo XX". Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Nuevo León, División de Estudios de Postgrado, (Fotocopia)

Rodríguez, S. y Rodríguez, L. "Comportamiento de los parámetros físicos-ambientales en patios rectangulares" Trabajo de Diploma, Facultad de Arquitectura, ISPJAE, Ciudad de La Habana, 1988.

Sachs, P., "Wind Forces in Engineering", 1era Ed., Pergamon Press, N.Y., 1972.

SAHOP, " Disposiciones legales y recomendaciones internacionales para la protección del patrimonio monumental y urbano". Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, Más, México, 1982.

Sánchez Roca, M. y otros, "Edificación, Urbanismo e Higiene", Ed. Lex, La Habana, 1956.

Santana, E. y Rodríguez, D. "Comportamiento de los parámetros físicos ambientales en patios grandes", Trabajo de Diploma, Facultad de Arquitectura, ISPJAE., Ciudad de La Habana, 1988.

Segre, R, et al. "Historia de la arquitectura y del urbanismo: América, Latina y Cuba". Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1986, 354 pp.

Sharma, M.R. & Sharafat, A. "Tropical Summer Index. A Study of Thermal Comfort of Indian Subjects", Building and Environment vol.21, N-I, pp 11-24, G.B. 1986.

Torrance, M.C., "Wind profiles over a suburban site and wind effects on half full scale model building", Building Science, vol.7, march 1972.

"Transcripción de las Ordenanzas del Descubrimiento, nueva población y pacificación de las Indias", Ministerio de la Vivienda, España, Servicio Central de Publicaciones, 1973.

Trusov, 1.1. y otros “Características espaciales y temporales de las precipitaciones atmosféricas en Cuba”, Ed. Academia de Ciencias de Cuba, Ciudad de La Habana, 1983.

Universidad Autónoma Metropolitana, “Arquitectura Bioclimática y Energía Solar”, UAM. Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño, México D.F., 1989.

US Environmental Protection Agency. Information on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect Public Health and Welfare with an Adequate Margin of Safety. Washington DC, 1974.

Usle, J. “Clima Y Urbanismo”, Dpto de Publicaciones de Arquitectura S.A., Madrid.

Valladares y Morales, Angel L. "Urbanismo y construcción". P. Fernández y Cía, 2da. Edición, La Habana, 1954, 671 pp.

Van Eirmen et al, “Wind Breaks and Shelterbelts”, WNO, Mo.147, TP.70, T.N.-59, 1964.

Vega, R. y otros, “Características estadísticas de la variable precipitación total máxima en 24 horas para la estación meteorológica de Casablanca”, Instituto Nacional de Meteorología , Ciudad de La Habana, 1988.

Venegas, Carlos. “La vivienda colonial habanera”, Revista Arquitectura y Urbanismo, No.2, Ciudad de La Habana, Cuba, 2002.

Vitruvio, Marco Lucio. "Los Diez Libros de Arquitectura", traducción del latín Agustín Blánquez, Colección Obras Maestras, Editorial Iberia S.A., Barcelona, 1955.

Waldram, P. J. and Waldram, J.M. Window Design and the Measurement and Predetermination of Daylight Illumination, Illum. Engr. Lond. 16, 90 . 1923.

Weiss, J. "La Arquitectura Colonial Cubana". Editora Letras Cubanas, Ciudad de La Habana, 1979.

Weiss, J., -"Historia de las Grandes Culturas", Ed. Minerva, La Habana, 1957.

Werner, Hans-Ulrich. Tres instantáneas sobre el paisaje sonoro. Agosto.2002.  
<http://www.eumus.edu.uy/ps/txt/werner.html>.

Wilmers, F. "Vegetation in Architectural Courtyards Affecting Human Bioclimate Recognized by Air-scanning of Surface Temperature", Building Climatology'87, 2nd Int. Symposium, Moscú, 1987.

Yañez, Guillermo, "Arquitectura solar. Aspectos pasivos, bioclimatismo e iluminación natural" Monografías de la Dirección General para la Vivienda y el Urbanismo, MOPU, España, 1988, 192 pp.

Yudin, E. Y. y otros, "Guía del Projectista. Protección contra el ruido", Ed. Stroizat, Moscú, 1974.

Zawisza, L. "Fundación de las ciudades hispanoamericanas", Boletín del Centro de Investigaciones Históricas y Estéticas, Universidad Central de Venezuela, No.13, Caracas, 1972.