

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author



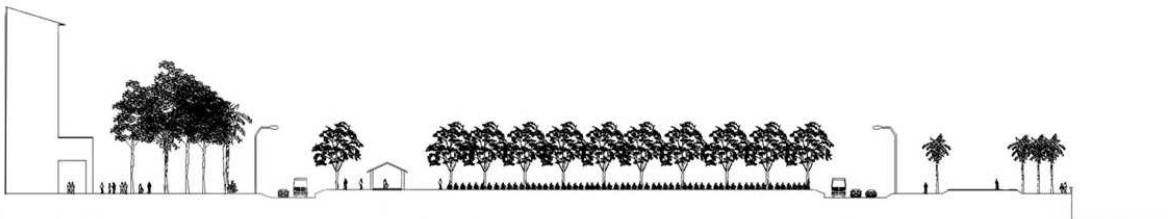
UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Departament de Construccions Arquitectòniques I.

**Doctorado “Ambits de recerca en l’energia i el medi ambient
a l’arquitectura”.**

**Tesis presentada para obtener el título de Doctora por la
Universitat Politècnica de Catalunya.**

**El confort ambiental de las circulaciones peatonales
en el litoral costero de Barcelona, España.**



Doctoranda:
Mireya Alicia Rosas Lusett

Director de Tesis:
Dra. Helena Coch Roura

Barcelona, 2010

INDICE

RESUMEN

CAPITULO I INTRODUCCION

1.1	Introducción	1.3
1.2	Objetivos	1.7
1.3	Hipótesis	1.8
1.4	Importancia del estudio	1.9
1.5	Descripción del problema y planteamiento	1.11
1.6	Justificación	1.13
1.7	Antecedentes	1.15
1.8	Limites	1.20

CAPITULO II EL ASPECTO SOCIAL

2.1	Las circulaciones peatonales a través del tiempo	2.3
2.2	La Villa Olímpica del Poblenou	2.23
2.3	El aspecto social de las circulaciones peatonales	2.28
2.4	Elementos bioclimáticos tradicionales en espacios urbanos	2.30
2.5	Protección bioclimática y usos de espacios urbanos	2.35

CAPITULO III LA RELACIÓN ENTRE EL MEDIO FÍSICO Y EL ENTORNO AMBIENTAL

3.1	Características ambientales	3.3
3.2	Clima	3.7
3.2.1	Clima del litoral costero	3.16
3.3	Contexto y clima urbano	3.18
3.3.1	Materiales	3.21

3.3.2	Vegetación	3.25
3.3.3	Configuración espacial	3.29
3.3.3.1	Tipología del espacio peatonal	3.31
3.4	La configuración espacial y los elementos del clima	3.36
3.4.1	La radiación solar y su repercusión en el espacio construido	3.37
3.4.2	La radiación solar y la vegetación	3.53
3.4.3	El viento y su efecto en la configuración espacial	3.58
3.4.4	El viento y la vegetación	3.65
3.4.5	La humedad en los espacios exteriores	3.70
3.4.6	La humedad y la vegetación	3.71
3.5	Confort	3.71
3.5.1	Confort térmico en los espacios abiertos	3.75

CAPITULO IV METODOLOGÍA

4.1	Tipo de estudio	4.3
4.2	Instrumento de recolección	4.9
4.2.1	Planteamiento de recolección de datos	4.12
4.2.2	Técnica de recolección de datos	4.21
4.3	Análisis de resultados	4.25

CAPITULO V ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1	Procesamiento	5.4
5.2	Análisis de los datos del Trayecto Uno, Port Olímpic	5.12
5.2.1	Trayecto Uno. Port Olímpic en primavera	5.14
5.2.2	Trayecto Uno. Port Olímpic en verano	5.19
5.2.3	Trayecto Uno. Port Olímpic en otoño	5.25
5.2.4	Trayecto Uno. Port Olímpic en invierno	5.30
5.2.5	Resumen del Trayecto Uno, Port Olímpic	5.37
5.3	Análisis de los datos del Trayecto Dos, Nova Icària	5.39
5.3.1	Trayecto Dos. Nova Icària en primavera	5.41
5.3.2	Trayecto Dos. Nova Icària en verano	5.46

5.3.3 Trayecto Dos. Nova Icària en otoño	5.53
5.3.4 Trayecto Dos. Nova Icària en invierno	5.58
5.3.5 Resumen del Trayecto Dos, Nova Icària	5.65
5.4 Comprobación de la hipótesis	5.66
5.4 Análisis conclusivo	5.71

CAPITULO VI CONCLUSIONES

6.1 Comentarios metodológicos operativos	6.3
6.2 Consideraciones generales	6.5
6.3 Conclusiones	6.8
6.4 Recomendaciones	6.13

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

INDICE DE GRÁFICAS, IMÁGENES Y TABLAS

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

Tablas

1.1	Límites de la Investigación.	1.21
-----	------------------------------	------

CAPITULO II EL ASPECTO SOCIAL

Imágenes

2.1	Diversas circulaciones peatonales en el parque Güel y el paseo litoral costero, de Barcelona.	2.3
2.2	Diversas circulaciones peatonales en Malta y Túnez.	2.4
2.3	Reconstrucción hipotética del poblado Neolítico Çatal HüYuk, Anatolia.	2.5
2.4	Calzada de los Muertos y la Pirámide del Sol, desde la cúspide de la Pirámide de la Luna.	2.6
2.5	Vista de la Antigua Roma.	2.7
2.6	Vía Appia Antica. Importante calzada de la antigua Roma.	2.8
2.7	Escena de calle en el Cairo. Ilustración de la portada de libro Egipto & Nubia.	2.9
2.8	La mezquita de Córdoba, alrededores de la mezquita.	2.9
2.9	Escena de la plaza de Siena.	2.11
2.1	Espacios privados y públicos en Florencia.	2.12
2.11	Castillos en la época del romanticismo.	2.13
2.12	Perspectiva de bloques de vivienda de Le Corbusier.	2.14
2.13	Colonia Güell, en Santa Coloma de Cervelló.	2.15
2.14	Tráfico en el centro de Buenos Aires, Argentina. Edificios comerciales, circulaciones de tranvías, vehiculares y peatonales.	2.19
2.15	La peatonalización de Embankment Road.	2.20
2.16	Terraza frente a National Gallery.	2.21
2.17	Zonas de estancia y coberturas de la EXPO'92.	2.22
2.18	Mapa ubicación de la Villa Olímpica del Poblenou en el barrio de Sant Marti.	2.23
2.19	Fotografía aérea Villa Olímpica del Poblenou, 1970.	2.24
2.2	Fotografía aérea del Parque del Litoral.	2.25
2.21	Zona de yates. Playa Nova Icària. Zona Comercial.	2.25
2.22	Vialidades principales de la Villa Olímpica y ubicación de edificios relevantes.	2.26
2.23	Torre Mapfre. Instituto Nacional de Meteorología al fondo de la zona de yates. Circulación peatonal y ciclista.	2.26
2.24	Avenida Icària. Calle Marina prolongación del Ensanche. Circulación peatonal con arbolado.	2.27
2.25	Maqueta del centro comercial llamado " El Centre de la Villa Port Olímpic. Tipología de manzana cóncava.	2.27
2.26	Distintos microclimas en los espacios exteriores.	2.32
2.27	Variación diaria y estacional.	2.32

2.28	Plaza España. Sevilla. Ámsterdam.	2.33
2.29	Plazas en Florencia.	2.33
2.3	La vegetación como recurso de diseño bioclimático.	2.34
2.31	Espacio de uso múltiple.	2.34
2.32	Circulación peatonal en Villa Icària.	2.36
2.33	Espacios cubiertos con cerramiento lateral en uno y ambos lados.	2.36
2.34	Espacios exteriores Sevilla.	2.37
2.35	Espacios exteriores Colombia.	2.37
2.36	Playa de Barcelona.	2.38
2.37	Espacio soleado.	2.38
2.38	Espacio con elemento vertical de protección.	2.39
2.39	El parque Güell y paredes verdes.	2.39
2.4	Espacios abiertos en zonas desérticas.	2.40

Tablas

2.1	Recursos bioclimáticos de diseño a escala urbana.	2.31
2.2	Alternativas de techos y muros en espacios exteriores e intermedios.	2.40

CAPITULO III LA RELACIÓN ENTRE EL MEDIO FÍSICO Y EL ENTORNO AMBIENTAL

Gráficas

3.1	Porcentaje de humedad en la estación de Tarragona.	3.18
-----	--	------

Imágenes

3.1	Brisas marinas y terrestres.	3.14
3.2	Viento de valle y montaña.	3.15
3.3	Sectores con modificación urbana en horizontal y vertical.	3.19
3.4	Tramas.	3.30
3.5	Cañón urbano.	3.32
3.6	Factor de vista de cielo SVF (Sky view factor).	3.32
3.7	Ejemplos de circulaciones peatonales por tipologías de cañón.	3.33
3.8	Calle peatonal en Barcelona.	3.34
3.9	Rambla de Barcelona.	3.34
3.10	Boulevard.	3.34
3.11	Paseo peatonal, la Barceloneta.	3.35
3.12	Aceras anchas.	3.35
3.13	Aceras estrechas.	3.36
3.14	Orientación de circulación peatonal Este-Oeste.	3.38
3.15	Orientación de circulación peatonal Norte-Sur.	3.38
3.16	Orientación de circulación peatonal Suroeste-Noreste y Noroeste-Sureste.	3.39
3.17	Orientación de edificios Norte-Sur.	3.39
3.18	Orientación de edificios Este-Oeste.	3.40
3.19	Jardín en patio de manzana.	3.40
3.20	Esquema de proporción de secciones.	3.41

3.21	Esquema de proporción de secciones.	3.42
3.22	Fachada Norte.	3.43
3.23	Fachada Noreste.	3.43
3.24	Fachada Este.	3.44
3.25	Fachada Sur.	3.45
3.26	Fachada Suroeste.	3.45
3.27	Fachada Oeste.	3.46
3.28	Fachada Noroeste.	3.46
3.29	Flujos de calor en una cubierta.	3.47
3.30	Coberturas simples.	3.49
3.31	Fotografías de cobertura doble.	3.49
3.32	Fotografías de pérgolas.	3.50
3.33	Pórticos, Villa Icaria.	3.51
3.34	Geometría del follaje.	3.54
3.35	Disposición del follaje.	3.55
3.36	Transmisividad del follaje.	3.55
3.37	Diferencia de absorción de la radiación solar, entre un ciprés y un olivo.	3.57
3.38	Movimiento de aire horizontal, zonas de presión positiva y negativa.	3.60
3.39	Nomenclatura de la edificación.	3.60
3.40	Profundidad de la sombra.	3.61
3.41	Profundidad y altura de la sombra aerodinámica.	3.61
3.42	Relación altura con la profundidad de la sombra.	3.62
3.43	Relación de la longitud con la profundidad de la sombra.	3.62
3.44	Relación de la orientación con la profundidad de la sombra.	3.62
3.45	Sombra de viento en los edificios en hilera, a 45 ° en dirección del viento.	3.63
3.46	Sombra de viento en los edificios en hilera, perpendiculares a la dirección del viento.	3.63
3.47	Sombra de viento en los edificios en hilera, perpendiculares a la dirección del viento.	3.64
3.48	Distribución alternada aprovechando las brisas.	3.64
3.49	Edificios altos que se anteponen al viento provocan ventilación deficiente.	3.65
3.50	Sombra de viento de hilera de árboles.	3.67
3.51	Diversos tipos de barreras verdes con indicaciones cualitativas del flujo del viento.	3.68
3.52	Flujo de aire ante diversas formas de barreras.	3.69
3.53	Barrera sólida, abierta e incompleta.	3.69
3.54	Intercambio de energía calorífica.	3.74

Tablas

3.1	Características ambientales que inciden en el confort del peatón	3.4
3.2	Estándar óptimo del tipo de forma verde urbana.	3.26
3.3	Proporción entre cantidad de zonas verdes y calidad en un espacio urbano.	3.27
3.4	Propiedades radiantes de materiales de cubiertas.	3.48
3.5	Coeficiente de sombreado de diversas especies en las estaciones de verano e invierno.	3.56
3.6	Velocidades de viento en el espacio exterior.	3.58
3.7	Balance de confort exterior.	3.78

3.8	Interpretación del resultado del balance térmico de una persona como sensación de confort térmico en un espacio exterior.	3.78
-----	---	------

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

Imágenes

4.1	Imagen original tomada de "Vuelo Virtual BCN 4D".	4.4
4.2	Imagen tomada de "Pla Especial d'Ordenació Urbana de la façana al mar de Barcelona".	4.5
4.3	Imagen tomada de "Pla Especial d'Ordenació Urbana de la façana al mar de Barcelona".	4.6
4.4	Imagen tomada de "Pla Especial d'Ordenació Urbana de la façana al mar de Barcelona".	4.6
4.5	Imagen original tomada de "Vuelo Virtual BCN 4D".	4.7
4.6	Ficha de recolección de datos. Trayecto Uno Port Olímpic.	4.13
4.7	Ficha de recolección de datos. Trayecto Dos Nova Icària.	4.15
4.8	Factor de vista de cielo (Sky View Factor).	4.27
4.9	Alturas solares en invierno y verano sobre una dirección norte-sur.	4.28
4.10	Carta solar estereográfica de 41°30'N.	4.29

Tablas

4.1	Escala de la fuerza del viento de Beaufort.	4.11
4.2	Actividad metabólica.	4.19
4.3	Tipo de ropa.	4.20
4.4	Albedo del suelo.	4.26

CAPÍTULO V ANÁLISIS DE RESULTADOS

Gráficas

5.1	Temperatura del aire y temperatura de radiación en primavera. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.15
5.2	Temperatura del aire y temperatura de radiación en verano. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.20
5.3	Temperatura del aire y temperatura de radiación en otoño. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.25
5.4	Temperatura del aire y temperatura de radiación en invierno. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.31
5.5	Temperatura del aire y temperatura de radiación en primavera. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.42
5.6	Temperatura del aire y temperatura de radiación en verano. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.47
5.7	Temperatura del aire y temperatura de radiación en otoño. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.53

5.8	Temperatura del aire y temperatura de radiación en invierno. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.59
-----	---	------

Imágenes

5.1	Circulación peatonal D, sobre arena , del Trayecto Uno Port Olímpic.	5.60
5.2	Datos de la persona.	5.60
5.3	Datos del sitio.	5.80
5.4	Hoja para escoger la captura de los valores.	5.80
5.5	Icono heliodon.	5.10
5.6	Heliodon Virtual.	5.10
5.7	Heliodon Ciudades.	5.10
5.8	Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.13
5.9	Corte del Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.14
5.10	Viento en primavera del Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.16
5.11	Planta y alzado del punto de medición de la circulación peatonal y ciclista B. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.18
5.12	Circulación peatonal y ciclista B. Mayor Confort en primavera. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.18
5.13	Circulación peatonal y ciclista B. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.19
5.14	Viento en verano. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.21
5.15	Planta y alzado circulación peatonal C, con cubierta de teja. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.22
5.16	Circulación peatonal cubierta de teja C. Confort en verano. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.22
5.17	Circulación peatonal C cubierta de teja. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.23
5.18	Planta y alzado circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.24
5.19	Circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Disconfort en verano. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.24
5.20	Circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.24
5.21	Dirección del viento en otoño. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.26
5.22	Alzado circulación peatonal E, entre dos hileras de árboles. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.27
5.23	Circulación peatonal E, entre dos hileras de árboles Confort en otoño. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.28
5.24	Circulación peatonal E, entre dos hileras de árboles. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.28
5.25	Alzado circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.29
5.26	Circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Disconfort en otoño. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.29
5.27	Circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.30
5.28	Dirección del viento en invierno. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.32
5.29	Alzado circulación peatonal y ciclista B. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.34

5.30	Circulación peatonal y ciclista B. Mayor confort en invierno. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.34
5.31	Circulación peatonal y ciclista B. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.35
5.32	Corte y alzado de la circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.36
5.33	Circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Disconfort en invierno. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.36
5.34	Circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.37
5.35	Circulaciones peatonales en primavera. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.38
5.36	Árboles de las circulaciones B, E y F en otoño. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.39
5.37	Trayecto Dos, Nova Icària.	5.40
5.38	Corte Trayecto Dos, Nova Icària.	5.41
5.39	Dirección del viento en primavera. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.43
5.4	Planta y corte de la circulación peatonal B. Frente a fachada Sureste. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.45
5.41	Circulación peatonal B, frente a fachada Sureste. Disconfort en primavera. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.45
5.42	Circulación peatonal B, frente a la fachada Sureste. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.46
5.43	Sombras en planta, circulación B, frente a la fachada Sureste. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.46
5.44	Dirección del viento en verano. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.48
5.45	Planta y alzado circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.50
5.46	Circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles. Confort en verano Trayecto Dos, Nova Icària.	5.50
5.47	Circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles, en verano. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.51
5.48	Planta y alzado circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.51
5.49	Circulación peatonal B, frente a fachada Noreste. Disconfort en verano. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.51
5.5	Circulación peatonal A, fachada Noreste en verano. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.52
5.51	Circulación peatonal A, frente a la fachada Noreste, en verano. Trayecto 2, Nova Icària.	5.52
5.52	Dirección del viento en otoño. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.54
5.53	Planta circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles en el litoral costero.	5.56
5.54	Circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles. Confort en otoño del Trayecto Dos, Nova Icària.	5.56
5.55	Circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles en litoral.	5.57
5.56	Circulación peatonal A, frente a la fachada Noreste. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.57
5.57	Circulación peatonal A, frente a la fachada Noreste. Disconfort en otoño de Trayecto Dos, Nova Icària.	5.57
5.58	Circulación peatonal A, frente a la fachada Noreste. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.58
5.59	Circulación peatonal A, frente a la fachada Noreste, en otoño. Trayecto 2,	5.58

	Nova Icària.	
5.60	Dirección del viento en invierno. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.60
5.61	Alzado circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.62
5.62	Circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles. Confort en invierno de Trayecto Dos, Nova Icària.	5.62
5.63	Circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles.	5.63
5.64	Alzado circulación peatonal C, frente a la fachada Sur. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.63
5.65	Circulación peatonal C, frente a la fachada Sur. Disconfort en invierno del Trayecto Dos, Nova Icària.	5.63
5.66	Circulación peatonal C, fachada Sur.	5.64
5.67	Circulación peatonal C, frente a la fachada Sur, en invierno. Trayecto 2, Nova Icària.	5.64

Tablas

5.1	Actividad metabólica.	5.7
5.2	Tipo de ropa.	5.7
5.3	Valores de los parámetros.	5.9
5.4	Cálculo balance de energía de la persona en verano. Circulación peatonal D, sobre arena. Trayecto Uno Port Olímpic.	5.11
5.5	Ejemplo de balance de energía de una persona en verano. Circulación peatonal D, en suelo de arena. Trayecto Port Olímpic.	5.11
5.6	Balance de confort de una persona.	5.12
5.7	Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.13
5.8	Balance de energía de una persona en primavera. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.17
5.9	Balance de energía de una persona en verano. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.22
5.10	Balance de energía de una persona en otoño. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.27
5.11	Balance de energía de una persona en invierno. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.33
5.12	Balance de energía de una persona en invierno. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.33
5.13	Confort-disconfort del Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.37
5.14	Trayecto Dos, Nova Icària.	5.40
5.15	Balance de energía de una persona en primavera. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.44
5.16	Balance de energía de una persona en verano. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.49
5.17	Balance de energía de una persona, en otoño. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.55
5.18	Balance de energía de una persona en invierno. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.61
5.19	Confort-disconfort del Trayecto Dos, Nova Icària.	5.65
5.20	Modificación de la cubierta, balance de energía de una persona en primavera, del Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.66
5.21	Modificación de la cubierta, balance de energía en verano. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.67
5.22	Modificación de la cubierta, balance de energía en otoño. Trayecto Uno, Port Olímpic.	5.67
5.23	Modificación de la cubierta, balance de energía en invierno. Trayecto Uno,	5.68

	Port Olímpic.	
5.24	Modificación de la cubierta, balance de energía de una persona en primavera. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.68
5.25	Modificación de la cubierta, balance de energía de una persona en verano. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.69
5.26	Modificación de la cubierta, balance de energía de una persona en otoño. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.70
5.27	Modificación de la cubierta, balance de energía de una persona en invierno. Trayecto Dos, Nova Icària.	5.70

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES

Imágenes

6.1	Trayecto Uno Port Olímpic y Trayecto Dos Nova Icària.	6.5
6.2	Circulaciones peatonales en primavera, Trayecto Uno Port Olímpic.	6.10
6.3	Circulaciones peatonales en verano, Trayecto Uno Port Olímpic.	6.10
6.4	Espacios soleados y sombreados, frente al litoral costero.	6.11
6.5	Circulaciones peatonales en invierno.	6.11

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Las ciudades como ecosistemas consumen y transforman grandes cantidades de materia y energía, constituyendo metabolismos complejos, de forma tal que sus conexiones se extienden por todo el planeta reestructurando espacios lejanos de los que se obtiene los productos que necesitan.

A medida que el hombre se multiplica y su tecnología domina la tierra, la organización del suelo se hace más importante para la calidad de vida. Se teme que la tecnología pueda amenazar la continuidad de la vida, la técnica es capaz de conseguir vergeles en los desiertos, temperaturas tropicales en viviendas polares, bajo un costo muy alto a nivel planetario.

Las áreas urbanas han necesitado realizar un cambio en la estructura de los flujos naturales de la materia. Frente a la translación en vertical propia de los ecosistemas naturales, producen un transporte de materiales en horizontal. Trayendo consigo un cambio en el equilibrio térmico, materializado en forma de isla térmica urbana, aumento de residuos urbanos, basuras, aumento de la contaminación aérea, acuática y terrestre.

Se trata de construir un nuevo tipo de interrelación más armoniosa entre la naturaleza y lo urbano, valorando las repercusiones que las actividades tienen sobre su entorno, entendiendo que la calidad ambiental de la ciudad depende en gran medida de las características de su ambiente.

El conjunto de condiciones climáticas que se manifiestan en un contexto, en los cuales se encuentran insertas las ciudades, se particularizan por los macrofenómenos climáticos en función de las características locales, dando diferentes mesoclimas como los de valle, costa o montaña, por mencionar algunos.

Las características morfológicas propias de una ciudad, además de la trama y las diferentes características intraurbanas, en el que se haya situada la misma, condicionan el confort térmico de la localidad, reaccionando de un modo diferente ante el viento, a causa de sus diferencias topográficas. El área urbana, según los estudios efectuados de islas de calor, según el trabajo realizado por Moreno (1993) en Barcelona, presenta temperaturas más altas que comparativamente con otras áreas, tales como la periferia o las zonas semiurbanas o rurales, tienen temperaturas relativamente más bajas; destacando que la distribución espacial y las características morfológicas y estructurales de los barrios, así como la presencia de masas acuáticas influyen significativamente en las temperaturas de aquellas áreas urbanas que están bajo su influencia.

Así también, al estar inmersa en un territorio donde el sostenido crecimiento del tráfico, al menos en las ciudades europeas de tamaño poblacional elevado, se produjo sobre una trama urbana y vial de características similares a las existentes en décadas anteriores, trayendo como consecuencia, la congestión circulatoria, un alto índice de accidentes y la falta de aparcamientos. Esto derivó en una transformación del contexto urbano, creando condiciones medioambientales diferentes a las originarias, alterando profundamente los elementos físicos ambientales de su territorio. Así el calor producido por la quema de combustibles, alcanza en las ciudades un peso importante, originando alteraciones climáticas locales.

Actualmente la ciudad tiende a ocupar el territorio mediante urbanizaciones extensivas de baja densidad, propiciadas por la generalización en el uso del automóvil privado.

Inmersa en un territorio con un suelo, donde los edificios, las personas y el medio ambiente, deben considerarse conjuntamente para un desarrollo más armónico del planeta, es prioritario no poner en peligro la supervivencia de las siguientes generaciones, legándoles el patrimonio natural que nosotros hemos recibido; no consumiendo recursos sobre su tasa de renovación; no produciendo

recursos sobre la tasa de absorción del medio. El espacio urbano está sometido a una gran cantidad de ruidos y contaminación que reducen la flora y fauna, disminuyendo su vitalidad, acabando con los espacios naturales que le dan vida a la ciudad.

Una de las propuestas es la generación y/o creación de espacios verdes que consiguen un mayor equilibrio y biodiversidad en la ciudad, son la implantación de anillos y pasillos verdes, dándoles un tratamiento a los márgenes de la ciudad, que permiten integrar la naturaleza con la misma de forma transversal, favoreciendo la conexión entre los espacios verdes y los espacios naturales, por ejemplo, la integración del litoral costero en la ciudad.

El espacio urbano debiera constituir a decir de López de Asiaín (1997) un espacio de circulación personal a escala y dimensión del peatón, siendo un lugar de convivencia y encuentro donde el sentido social y colectivo adquieran plenitud, lugar donde se pueden intercambiar mercancías, donde se produzcan un espectáculo humano, para ver o ser visto, observar o actuar, aprender o enseñar, disfrutar o hacer disfrutar.

Los recorridos, nodos, hitos urbanos y bordes, constituyen el esqueleto de la imagen urbana que termina de rellenarse con áreas menos diferenciadas. La diferencia entre esqueleto y tejido se hace evidente. El tejido urbano se organiza en barrios, que abarcan fragmentos de ciudad de diversos tamaños. A su vez estas zonas están formadas por sendas, las cuales es necesario redefinir en el interior la ciudad, así como proporcionar espacios para la expansión de la población y favorecer el contacto de ésta con la naturaleza.

Las zonas verdes y espacios libres constituyen la espina dorsal de cualquier intervención en favor del bienestar ambiental, siendo su localización y cuantificación los elementos que articulan toda la propuesta de organización espacial para las actividades relacionadas con los usos recreativos y las dotaciones de equipamientos.

Las áreas verdes en la ciudad están presentes de diversas formas: áreas de juego y estancia, jardines, parques urbanos, parques supra locales, plazas, áreas naturales como, cementerios, jardines ornamentales, patios urbanos, tejidos ecológicos, huertos de ocio, terrenos agrícolas, fachadas verdes de los edificios, entre otros.

El enlace de estas áreas verdes son las circulaciones peatonales; las cuales deben ser consideradas con criterios de sostenibilidad. Tratando de conseguir reducir los desplazamientos que consumen energía en transporte y fomentar los recorridos peatonales seguros y confortables, por lo que se considera al peatón como protagonista del espacio en donde la red viaria de la ciudad ha sido acaparada por el automóvil.

Caso interesante lo representan las ciudades ubicadas en los litorales costeros, y que convenientemente han generado espacios verdes con vista a los mismos, de los cuales se puede destacar el caso particular de Villa de Icaria en Barcelona, España. De ellos se pueden hacer una importante investigación analizando los siguientes aspectos:

- Estudio tipológico de los elementos diferenciales que se refieren a la refrigeración pasiva, en los espacios exteriores; tales como bulevares, galerías, toldos, pórticos, jardines, pérgolas, lo que llevará a un conocimiento más profundo y completo de las posibilidades de control y diseño de los espacios urbanos, en este caso de las circulaciones peatonales.
- Definiendo y caracterizando el microclima, del lugar estudiando la influencia del sol: temperatura del aire, temperatura de radiación, reflexión y radiación solar; acumulación y disipación del calor; el viento y las brisas, direcciones predominantes y turbulencias; humedad en los materiales que forman las circulaciones peatonales, sus orientaciones, definiendo la influencia de sus límites tanto verticales (fachadas, muros y vegetación)

como horizontales (cubiertas y suelo); para conseguir espacios microclimáticamente adecuados al clima del lugar.

Al finalizar este estudio, se podrá plantear en otras ciudades con litorales costeros, donde el clima sea semejante al del Mediterráneo, para que las localidades tengan una integración ambiental adecuada a sus fronteras con el mar.

En base a lo anteriormente descrito se hacen los siguientes cuestionamientos: ¿qué es lo que sucede en los espacios exteriores frente al litoral costero, para lograr un lugar confortable para el peatón?, ¿cómo influyen las brisas en el confort?, ¿existe una diferencia en los espacios con o sin vegetación?, en verano los espacios sin sombras ¿son confortables?, ¿dependen de los materiales? en este sentido y para tratar de responder a las mismas se tomara como caso de estudio el de Villa Icaria ubicada en Barcelona, España; las cuales estarán indicadas en el capítulo VI.

1.1 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el conjunto de variables clave entre las que se cuentan temperatura del aire, temperatura de radiación, viento y humedad que producen el confort ambiental en el peatón, frente a las fachadas costeras.

Se llevará a cabo, estudiando el efecto que tendrán las brisas; determinando cuales son los elementos decisivos tanto horizontales como verticales. De los horizontales pavimentos, suelos, cubiertas o techumbres, de los verticales vegetación, muros, fachadas, entre otros.

De esta priorización de elementos decisivos, servirá para generar una propuesta de parámetros, para proyectos en litorales costeros con climas templados. Estos climas se caracterizan por tener inviernos fríos y húmedos con veranos calurosos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Obtener información urbanística y de campo sobre uso de suelo, soleamiento, viento y vegetación propia del lugar.
2. Determinar el tipo de trama urbana y tipologías de circulaciones peatonales entre el litoral costero y la primera fachada construida.
3. Detectar los recursos naturales de que se dispone para la modificación y adecuación al microclima:
 - Vegetación
 - Protección de sombra
 - Ventilación
4. Analizar el comportamiento ambiental de las circulaciones peatonales exteriores entre la primera fachada y el litoral costero.
5. Determinar cuáles son los niveles de confort en circulaciones peatonales en las diversas estaciones del año.

1.3 HIPÓTESIS

En climas templados, el confort ambiental de los peatones que transitan sobre las circulaciones horizontales en los espacios exteriores de las costas, está

determinado por su ubicación, trama urbana, la morfología edificatoria, la distancia al litoral y las constantes brisas.

Los factores del clima, temperatura del aire, temperatura de radiación, viento y humedad, son las variables clave que al ser modificadas por el contexto inmediato generaran diversos microclimas.

De sus límites verticales (vegetal o construido, que pueden estar en uno o ambos lados) y horizontales (con o sin techo, vegetal o construido); pareciendo la cubierta como el elemento principal que permite el generar un microclima determinado en un sendero.

1.4 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

Los nuevos emplazamientos en la costa han multiplicado por dos el espacio ocupado, han degradado las aguas y han transformado el paisaje. El acelerado desarrollo de las actividades de explotación del mar y sus costas, han sustituido el espacio que es esencial para las necesidades de descanso y esparcimiento.

El litoral, sometido a la presión de múltiples usuarios, se convierte en un bien escaso. Es una necesidad fundamental preservar para cada uno la misma libertad de acceder al mismo y utilizarlo para el disfrute del tiempo libre, para la salud o para el turismo.

La utilización de un espacio natural de gran valor, hace necesaria la toma de conciencia de la doble vocación recreativa de los espacios más frágiles: es decir, el poder disfrutar del contacto con la naturaleza, la cual debemos preservar.

Por lo cual, se hace necesario el estudio sobre el confort en el litoral costero; le otorga un especial interés por su posible interrelación marina y sus diferencias

con el área interior; no existen estudios de confort en circulaciones peatonales frente al mar Mediterráneo.

En él los dos ecosistemas, la ciudad y el mar, se integran armónicamente; el litoral costero, posee unas propiedades específicas, las cuales mantienen tierra dentro durante algunos kilómetros. Se producen brisas marinas y terrestres debidas a la diferencia de calentamiento y enfriamiento entre el mar y la tierra, además de ser un regulador de las temperaturas; el aire marino se carga de sales – cloruros, que mantienen la pureza y la luminosidad del aire, circunstancias que se deben aprovechar en el diseño de las circulaciones peatonales para el confort del peatón.

El estudio se desarrolla entre la primera fachada de Villa Icaria y el litoral costero de Barcelona, España. Este espacio exterior está formado por una diversidad de funciones, cuenta con áreas comerciales, áreas para juegos, lugares de esparcimiento como los parque de Icaria y el de la Ciudadela , es utilizado por ancianos, adultos, jóvenes y niños, ofrece características de seguridad, visibilidad, iluminación y variedad.

La primera fachada está formada por pórticos, donde las actividades comerciales en planta baja se benefician de la interacción con el entorno y contribuyen a la vitalidad del espacio público. Dando la sensación del refugio con sus pórticos los cuales abrigan al peatón.

Presenta circulaciones peatonales cruzadas en diferentes direcciones, por lo cual permite su uso tanto en sus áreas centrales como en los bordes y periferias. Generando espacios que permiten diversas actividades, dinámicas y pasivas, como los juegos, deportes, conversación, paseos y descanso.

Posee un paseo peatonal de 30 m de ancho bordeando las playas y el malecón que se integra, por medio de parques y jardines, con circulaciones peatonales con el área habitacional.

Se han clasificado las circulaciones peatonales para tener un conocimiento más profundo y completo de las posibilidades de confort y diseño, con lo cual se propone aplicar en otros proyectos de integración del mar con la ciudad. Con esto se quiere decir que la recuperación del espacio público, como respuesta no solamente a los déficit de espacio y equipamientos de uso colectivo sino a la concepción especializada del mismo, donde las circulaciones peatonales proporcionan seguridad al barrio ofreciendo un espacio confortable al público donde la gente puede disfrutar sin tener miedo. Es un lugar de esparcimiento para la población, de convivencia y encuentro, donde el aspecto social y colectivo adquieren importancia.

1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO

El amplio movimiento urbano nos pone de manifiesto que los litorales se han transformado para el veraneante en lo contrario de la ciudad, aunque con el paso del tiempo, esta “anti ciudad” se está urbanizando hasta el punto de perder su naturalidad.

La intensidad de la presión urbana, puesta de manifiesto a través de diversas formas de construcción relativas a la multiplicidad de funciones ligadas con el mar, han conducido a una continua ocupación de la franja costera por hábitats individuales o colectivos, a los que se incorporan los diversos equipamientos inducidos por el mar y la urbanización, provocando la especialización de los espacios y la segregación rápida y generalizada de la urbanización.

La vida cotidiana, las situaciones corrientes y los espacios en los que se despliega la vida diaria es donde se deben concentrar la atención y el esfuerzo.

A decir de Gehl (2006); los modelos familiares han cambiado, siendo que el tamaño medio de la familia ha disminuido, en Escandinavia ha descendido a 2,2 persona. En consecuencia, está creciendo la demanda de oportunidades

sociales fácilmente accesible fuera del hogar. La composición de la población también está cambiando, en general hay menos niños y más adultos la situación en la que el 20 por ciento de la población está compuesto de personas mayores, con buena salud, con diez, veinte o incluso treinta años para disfrutar después de la jubilación, es cada vez más habitual en muchos países industrializados. En Escandinavia, este grupo de población, que tienen gran cantidad de tiempo libre, es el usuario más frecuente de los espacios ciudadanos.

El alcance y el carácter de las actividades exteriores están muy influidos por la configuración física. Se puede influir en los modelos de actividades, mediante decisiones en el proyecto. La forma de vida en los espacios abiertos dependen de manera especial de la calidad de los espacios exteriores con las actividades recreativas, es decir las actividades sociales. La incidencia de las mejoras cualitativas en la actividades cotidianas y sociales de las ciudades se puede observar donde se han establecido calles peatonales o zonas libres de tráfico rodado en áreas urbanas.

Las ciudades necesitarán una planificación a mediano plazo elaborando planes estratégicos donde se definirá las ciudades del futuro. Las zonas verdes son un componente significativo de la visión estratégica de la ciudad

Teniendo en cuenta que el potencial de uso de las circulaciones peatonales depende de distintas variables, entre las que gira el confort del peatón. El balance térmico en el espacio urbano está condicionado por el clima, las configuraciones espaciales del espacio, de las superficies de los pavimentos, fachadas, cubiertas y vegetación existente.

La planificación de las nuevas urbanizaciones, requiere de una serie de criterios de diseño, por lo que es necesario el estudio del confort, en un caso único como el de Villa Icaria, para nuevas aplicaciones en otros litorales con climas templados de forma que sirva como generador de una metodología para la creación de las mismas.

1.6 JUSTIFICACIÓN

En todo el mundo la gente se está mudando a las ciudades y a las costas. Timmerman (1997), pronosticaba que para el año 2000, por primera vez en la historia, más del 50% de la población del mundo estaría viviendo en ciudades, y el 50% de esta población lo estaría haciendo en ciudades costeras.

Las principales ciudades del mundo están entrando en un periodo de convergencia con otras de todo el mundo. A pesar de ello, las necesidades y prioridades especiales de las ciudades costeras aun no están bien representadas en lo ecológico, donde son el punto de convergencia de dos ecosistemas intensamente complejos; el ecosistema natural de la zona costera, y el dinámico ecosistema urbano de las ciudades.

Se trata de prevenir o minimizar la presión sobre los ecosistemas naturales críticos, promover la renovación a través de la regeneración del litoral costero y asegurar el valor de las playas como punto de veraneo.

El litoral costero de Barcelona, en su microclima costero presenta características ambientales singulares, si bien, el clima es variable, donde prevalecen los inviernos fríos y húmedos, los veranos calurosos, con ausencia de temperaturas extremas debido a la influencia del mar, las cuales deben ser consideradas en el diseño de los espacios exteriores.

La forma y orientación de los edificios, son fundamentales para un buen aprovechamiento del sol directo durante el invierno y los regímenes de viento para el enfriamiento pasivo en verano.

Con el aprovechamiento de los recursos renovables en el clima mediterráneo, se busca una interrelación más armoniosa, aprovechando las brisas del mar frente a la primera fachada de la ciudad, favoreciendo el contacto con la naturaleza, utilizando la sombra como elemento fundamental de refrigeración pasiva y el

mar con su valor paisajístico. El beneficio que supone para la calidad de vida, hace necesario incorporar la estructura de cambio en la construcción del litoral costero.

Es importante el estudio del confort en los espacios exteriores, no es un caso nuevo, más sin embargo en los litorales, es algo que no se ha estudiado, por lo que lo hace interesante el estudio de Villa Icaria, la cual está formada por un paseo peatonal a lo largo del litoral, formada además con un conjunto de parques y paseos peatonales que integran las tipologías de vivienda con el mar.

La calidad de los espacios públicos repercute en el uso por parte de los de las personas permitiendo el uso del espacio público para el peatón.

Dando lugar a mejorar las condiciones de habitabilidad desde el punto de vista térmico y visual, integrando la escala humana en el litoral.

Existen estudios sobre el confort en los espacios exteriores, donde hay programas de evaluación, estos estudios se han realizado en la ciudad de Barcelona en parque, jardines, en fachadas verdes, más estos no se han contemplado en un estudio frente a la costa, donde las condiciones climáticas son diferentes al interior de la ciudad.

Los límites que imponen las ciudades al estar cerca de un litoral, esta integración hace necesario hacer un estudio sobre la manera de acoplar estos dos ecosistemas, donde se debe preservar la flora y fauna, propia del lugar, sin que interfiera el automóvil, como el mayor artefacto contaminante en las ciudades, como lograr esta conexión, sin que la ciudad invada al litoral costero.

En los últimos años se ha visto incrementado el deterioro de su medioambiente, motivado por el incremento de la población y la actividad industrial.

Al tener un mal uso del suelo, el impacto que se expone el área del litoral, ante el crecimiento poblacional y el desarrollo industrial. Las secuelas de esta realidad,

se traducen en el deterioro del medio ambiente y una reducción de la calidad de vida de la población.

Se requiere implementar unas estrategias para la conservación y uso sostenible del ambiente de la zona de estudio, así mismo se pretende servir en la planificación y gestión de ambientes litorales.

Se pretende determinar hasta qué punto la variable de la cubierta influye en el confort del peatón, y como los diversos materiales de los que están formados. Se trata de determinar si influye la distancia al litoral en el confort, si la forma de la primera fachada es determinante en la velocidad y dirección de los vientos.

1.7 ANTECEDENTES

En el siglo XX es cuando se emprenden estudios sistemáticos sobre la relaciones hombre- ciudad- clima. Aparece la primera síntesis sobre el clima urbano de Kratzer, el cual explora las diferencias climáticas entre el clima rural y el clima urbano, del cual resulta su más famoso libro *Das Stadtklima*, publicado en 1937.

Olgay definió, con la máxima precisión, el polígono de confort de su Carta Bioclimática, tan útil para el estudio del confort en espacios abiertos de la ciudad. Uno de sus libros más conocidos es el de *Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*, editado en 1963.

El completo estudio de Chandler sobre el *clima de la ciudad* de Londres, que aparece en 1965; así como muchos trabajos de diversos autores y ciudades que marcan el comienzo de una rama de la climatología, la urbana.

Lansberg (1981), estudia las variaciones de la temperatura debido a la urbanización. Pensaba que si el clima y el ambiente condicionan la confortabilidad de un territorio, esto se manifestaba en su salubridad. Esto le

permitía afirmar que la salubridad o confortabilidad de cualquier espacio urbano, eran componentes geográficos del territorio, características intrínsecas del mismo modo, que su temperatura, humedad o altitud, con las que de forma explícita, las consideraba relacionadas.

Destacan los trabajos de Oke (1987), el cual distingue los niveles atmosféricos urbanos entre el palio urbano y la capa límite urbana, con su penacho urbano.

Givoni, (1998) dice que la geometría y perfil urbano de las ciudades influyen en el confort, utiliza de forma racional el sol, el viento y la humedad para mejorar las condiciones de bienestar de los peatones.

En Europa, fueron distintos grupos de investigadores los que trabajaron estas investigaciones. Se distingue el grupo del profesor Sukopp (1989) en Alemania, por sus estudios de climatología y confort urbano en Berlín. En su libro *Naturaleza en las ciudades*. Analiza, clasifica y propone estrategias en el diseño de los espacios exteriores, en especial en el diseño de zonas verdes urbanas.

Destacan los trabajos de la Universidad de Sevilla, Guerra J., et al., (1995), que exponen el acondicionamiento de los espacios exteriores en climas cálidos extremos, de la Expo'92. Este grupo de investigación ha llegado a especificar las diferentes técnicas usadas para el control climático de los espacios exteriores.

En la Universidad Politécnica de Cataluña, en torno a las investigaciones del doctor Serra Florensa, Rafael que iniciaron a finales de los 70, se han desarrollado numerosas publicaciones y tesis doctorales, entre las que destacan:

- La de Bustos Romero, M. A., (1993), con su tesis titulada: Arquitectura bioclimática de los espacio públicos; en la cual estudia las relaciones que pueden existir en los espacios públicos teniendo presente los aspectos ambientales.

- Ochoa de la Torre J. M. (1999) con su tesis: La vegetación como instrumento para el control microclimático; la cual plantea una metodología para el cálculo de confort en espacios exteriores a partir del balance de energía de una persona.
- Coch Roura, H., (2003), La utilitat dels espais inútils: Una aportació a l'avaluació del confort ambiental a l'arquitectura dels espais intermedis; en la cual estudia los fenómenos ambientales que influyen en la arquitectura para afectar a los espacios intermedios.
- Echave Martínez, Cyntia. (2006); con su tesis: Ver des de la ciudad. Potencial de habitabilidad térmica en espacios urbanos. En la cual propone una metodología y herramienta de análisis para valorar los espacios urbanos a partir del tiempo potencial de uso por parte de los ciudadanos.

En el Departamento de Geografía Física de la Universidad de Barcelona, la tesis doctoral realizada por Moreno M., (1993); sobre la isla de calor urbana en Barcelona, en la cual desarrolla una metodología para la medición de la isla de calor a través de transectos.

En Argentina, la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires; es importante destacar los trabajos de Schiller, entre los que destacan: Aporte bioclimático a la sustentabilidad de espacios urbanos; Calificación de diseño urbano y sustentabilidad. En los cuales analiza los elementos comunes de los espacios tradicionales que permiten un elevado grado de bienestar para los usuarios, identificando características bioclimáticas, que hacen que estos espacios propicien convenientemente las actividades sociales.

Otros autores han trabajado en las circulaciones peatonales en referencia a su diseño como los siguientes casos:

- Lynch (1960) en su libro *La imagen de la ciudad*, hace un análisis perceptivo de las ciudades, su estructura en nodos, hitos, barrios y bordes.
- Bentley, [et al.], (1999), en su libro *Entornos Vitales*, trata sobre la importancia de separar el tráfico peatonal del tráfico rodado, de los trazados físicos legibles, los elementos físicos claves, los límites del espacio como áreas activas, sobre las dimensiones de las circulaciones peatonales y del potencial de observación de los mismos, así como del mobiliario y de manera muy general el aspecto del microclima.

Estudiantes de arquitectura de la Universidad de Melbourne y el Real Instituto de Tecnología de Melbourne, encontró una relación directa entre la calidad de las calles y su actividad.

El Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, de la Dirección General de Acción Territorial y Urbanismo de Madrid, (1983), en su libro *La Calle Diseño para Peatones y Ciclistas*. Informa sobre la necesidad de diseñar cuidadosamente para que sean potenciadores de actividades múltiples y que su forma sensible sea congruente con la vida y utilización que para ellas se pretende. El anteproyecto debe definir los trazados detallados de las vías, las superficies que se asignan a cada uso y cada tipo de tráfico, las prioridades que se establecen y los dispositivos que fijan o indican en qué medida hay que equipar o amueblar un área y que elementos hay que introducir para ello y en resumen cómo se organiza el espacio de la calle de forma que sus partes sean coherentes funcional y visualmente. Dentro de esto se debe tomar en cuenta la geometría y características del espacio y tráfico peatonal; los elementos básicos para el dimensionamiento. Dimensiones corporales y distancias interpersonales. Entre las características que se deben tomar al plantear una circulación peatonal destacan la velocidad, el espacio medio disponible y la intensidad de la circulación.

Uno de los planes son las actuaciones hacia la integración de la movilidad peatonal de la Agenda Local 21 de Calvià, Islas Baleares, España, (1995), dentro de las diversas propuestas está la de favorecer los desplazamientos peatonales y en bicicleta entre y el interior de los núcleos de población, más no se hace un estudio del confort ambiental en estas áreas.

Dentro de los planes que tiene el gobierno español, actualmente están los planes de acción de la Asociación Estratégica del Fondo para el Medio Ambiente Mundial, tienen como principal objetivo la aplicación de reformas y la aplicación de inversiones en sectores fundamentales que abordan la reducción de la contaminación transfronteriza, la disminución de la diversidad biológica, la degradación del hábitat y las prioridades de protección de los recursos vivos

Existen reformas de políticas, jurídicas e institucionales para invertir la degradación de este gran ecosistema marino dañado, contribuyendo a mejorar las cuencas de agua fresca, hábitats y acuíferos costeros.

Las Estrategias Nacionales sobre el Desarrollo Sostenible (ENDS) deben incluir las principales energías renovables (ER), el interés por la eficiencia energética y el cambio climático.

La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) y la Evaluación de la Repercusión de la Sostenibilidad (ERS) con respecto a las políticas y los proyectos de sectores económicos fundamentales como la energía y el transporte, proponen que se deben efectuar a tres niveles: nacional, regional e internacional.

Mediante instrumentos como la EAE, se puede establecer la conexión entre las políticas nacionales de la energía y los compromisos regionales con respecto a la Estrategia Mundial de Desarrollo Sostenible (EMDS).

Considerando también que el desarrollo de la energía en el Mediterráneo debe contribuir al desarrollo sostenible de la región, especialmente mediante el

fortalecimiento de la seguridad de la oferta, el control de las emisiones de gases de invernadero, la reducción de la contaminación relacionada con él en los planos local y regional, promoviendo el acceso a la energía y a los servicios energéticos y mejorando la eficiencia de la energía.

Estimando que estas dificultades están estrechamente vinculadas con los retos socioeconómicos y ambientales, particularmente el cambio climático, que los países mediterráneos están también afrontando; dada la importancia se recomienda que se haga un mayor uso de la obtención de espacios públicos verdes, mientras que los gobiernos centran sus estrategias de adquisición en opciones favorables al clima.

1.8 LIMITES

Para el análisis del comportamiento térmico es necesario establecer los límites dentro de los cuales se va a desarrollar la investigación:

- Teóricos, nos indican los temas que se van a analizar.
- Espaciales nos muestran la zona de estudio.
- Temporales nos indican el tiempo en que se va a realizar la investigación.
- Unidades de observación representa la materialidad a observar que se desprende de lo que existe en la realidad.
- Variables, tienen la propiedad que pueden variar y cuya variación es de medirse y observarse, las cuales adquieren valor cuando llegan a relacionarse con otras; la variable independiente es la que se considera como una supuesta causa en relación entre variables, y la variable

dependiente es la condición antecedente, el efecto provocado por dicha causa.

<p>TEORICOS</p>	<p>Confort</p> <p>Clima Sol Viento Humedad</p> <p>Circulaciones peatonales Historia Tipologías Diseño</p> <p>Villa Icaria</p>
<p>ESPACIALES</p>	<p>Villa Icaria Barcelona, España</p>
<p>TEMPORALES</p>	<p>Equinoccios y solsticios 2007</p>
<p>UNIDADES DE OBSERVACIÓN</p>	<p>Clima Usuario Circulaciones peatonales</p>
<p>VARIABLES</p>	<p>Independientes Clima Circulaciones peatonales</p> <p>Dependientes Usuario Confort</p>

Tabla 1.1. Límites de la investigación.

CAPITULO II

EL ASPECTO SOCIAL

2.1 LAS CIRCULACIONES PEATONALES A TRAVÉS DEL TIEMPO

La circulación peatonal es un espacio urbano que permite el movimiento de personas, enlaza calles, plazas y parques; es un camino para ir de un sitio a otro, permitiendo el paso de peatones como de ciclistas. Así, al implicar un movimiento está en íntima relación con la variación y sucesión de experiencias sensibles y entornos que se presentan a lo largo del recorrido. El diseño de una vía peatonal entraña conceptos de lugar e identidad, cerramiento, pluralidad y misterio.

Su trazo es una línea que responde a pequeños cambios en el terreno y tiene espacios más íntimos, mientras que una calle se desarrolla en líneas que van barriendo y atraviesa espacios más abiertos. El peatón vive una agradable sucesión de espacios, como se aprecia en la imagen 2.1. Puede ser disminuido o aumentado por medio de atracciones visuales de niveles, aberturas o por el carácter del suelo, un paseo puede ser cubierto por pérgolas, pórticos, rodeado de árboles, plantas, bancas, farolas, entre otros.

La configuración del suelo tiene un contorno intrínseco, una extensión y un trazado lógico que vienen de la forma y del ángulo de talud natural del mismo.

Una topografía sinuosa, al margen de su escala, exige trazados curvos para la circulación. El perfil del terreno puede mostrar que contornos o formas deben darse a cada superficie, sin olvidar la influencia que sobre éstas ejerce también la arquitectura.



Imagen 2.1. Diversas circulaciones peatonales en el parque Güell y el paseo del litoral costero, de Barcelona.

Fuente: fotografías tomadas por la investigadora.

Las fachadas de los edificios que las rodean, como se puede apreciar en la imagen 2.2, se abren pórticos, ventanas y balcones; asimismo envuelven las actividades asociadas al comercio, los escaparates, es el lugar donde concluyen las actividades ciudadanas como el ir a casa, al trabajo o la escuela, los paseos, actividades públicas.

Las zonas de estancia más populares se encuentran junto a las fachadas de un espacio o en la zona de transición entre un espacio y el siguiente, donde se pueden ver ambos espacios a la vez. Gehl (2006) describe en su libro el característico efecto de borde. Los bordes del bosque, las playas, los grupos de árboles o los claros eran las zonas de estancia preferidas, mientras que las llanuras abiertas o las playas no se usaban hasta que las zonas de borde estaban completamente ocupadas. En las ciudades se hacen observaciones similares, las zonas de parada preferidas también se hallan junto a los límites de los espacios o en los bordes de los espacios dentro de otro espacio.

La zona de borde ofrece la ventaja práctica y psicológica de permanecer. La parte situada junta a la fachada es la zona obvia de estancia exterior para las residentes y las funciones de los edificios circundantes. Los acontecimientos aumentan hacia adentro, desde el borde hasta el centro de los espacios. Los niños se congregan en la puerta de casa durante un rato hasta que empiezan a jugar en un grupo y ocupan todo el espacio. Grupos de otras edades también prefieren empezar en la puerta junto a las fachadas, desde donde pueden salir al espacio o volver a entrar en casa o simplemente quedarse. Las experiencias



Imagen 2.2. Diversas circulaciones peatonales en Malta y Túnez.
Fuente: fotografías tomadas por la investigadora.

relacionadas al efecto de borde y las zonas de borde en los espacios públicos:
“Si el borde falla, el espacio nunca llega a animarse “.

En la antigüedad

En las culturas primitivas, las circulaciones, eran el espacio que dejaban entre sí los edificios o los predios, donde se tenían los rebaños y por donde escurrían las aguas de lluvia y se accedía a las casas.

En los poblados neolíticos las casas se asentaban en las lomas siguiendo la topografía natural, apiñándose unas junto a otras.

El acceso a las casas de techo plano, se hacía por las azoteas o los patios como se muestra en la imagen 2.3, las circulaciones eran estrechos pasillos o pasadizos a ras del suelo cuya anchura permitía el paso de un asno, mismo que fue el primer animal doméstico de carga y transporte.

El poblado de Catal Huyuk, ubicado al sur de la península de Anatolia, actualmente en Turquía, constituye la mejor muestra del Neolítico. Es un poblado que cubre cerca de 12 hectáreas, su disposición urbanística con ausencia de calles y espacios exteriores, donde la distribución de las casas en pendiente cubren la totalidad del espacio; además por la ausencia de puertas,

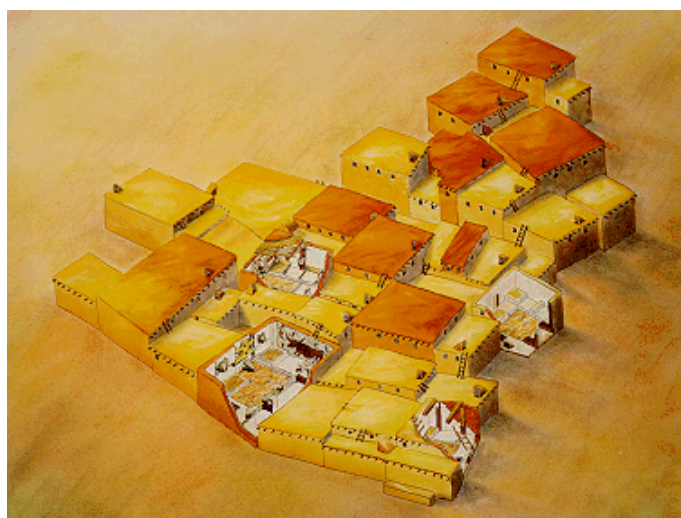


Imagen 2.3. Reconstrucción hipotética del poblado Neolítico de Çatal Hüyük, Anatolia.

Fuente: disponible en red.

el acceso de las mismas se sitúa en el tejado. El ensanchamiento de los pasadizos entre edificios a lo largo de sucesivas refundaciones, como se aprecia en los yacimientos arqueológicos de algunas ciudades la antigua Mesopotamia, permitió que los talleres de artesanos se abrieran hacia la calle.

Los trazados rectangulares en la antigüedad

El trazado de una retícula rectangular de las circulaciones aparece en ciudades de todos los continentes, vinculado a la agricultura y al descubrimiento de la escritura y la geometría. En el antiguo Egipto, los sacerdotes reproducían el catastro sobre los terrenos anegados por las inundaciones periódicas del Nilo, poseían y trazaban planos con medidas precisas y usaban la triangulación para establecer el ángulo recto sobre el terreno.

Los edificios de residencia, la casa de los mercaderes, de los artesanos y las de los esclavos se emplazaron entre manzanas rectangulares como en la ciudad de Tell el Amarna.

Algo parecido hicieron los sacerdotes medidores de la ciudad de Teotihuacán, en México, ya que ellos también tuvieron que rehacer las explotaciones tras la crecida de las lagunas que rodeaban a la ciudadela.



La Calzada de los Muertos constituía el eje principal y sagrado de la ciudad y unía entre sí los principales templos y pirámides.

Una serie de manzanas cuadradas de aproximadamente 57m

Imagen 2.4. Calzada de los Muertos y la Pirámide del Sol, desde la cúspide de la Pirámide de la Luna.
Fuente: fotografía de Jackhynes.

constituían, no solo el soporte planimétrico de Teotihuacán, sino también la base de la que se referían las partes, como las propias dimensiones de la pirámide las cuales eran un múltiplo exacto de las dimensiones de las manzanas.

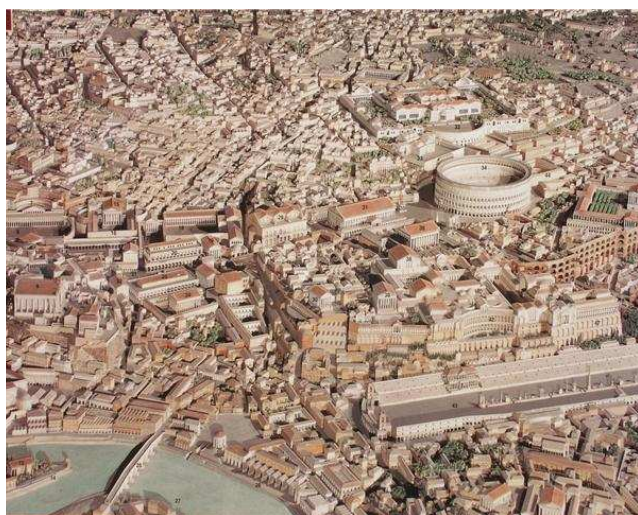
En la Época Romana

La fundación de una nueva ciudad constituía, para los romanos, un acto sagrado: el lugar y el día se determinaban consultando los augurios, un sacerdote trazaba un surco, con un arado tirado por una pareja de bueyes, estableciendo los límites de la ciudad y el perímetro de las murallas.

Posteriormente, en el punto central determinado, los agrimensores trazaban dos calles: una de Norte a Sur denominada “Cardo Maximus” y otra de Este a Oeste denominada “Decumanus Máximus”

Todas las calles de la ciudad serian paralelas o perpendiculares al “Cardo Máximus”, es por ello que las direcciones correspondientes se denominan cardinales, como se muestra en la imagen 2.5.

Tras el incendio de Roma en el año 64 d.C.; las manzanas de forma rectangular tenían un largo uniforme de aproximadamente 103 metros y un



ancho que variable entre 43,5 45 ó 48 m, se ubicaban en la retícula de calles de diversas anchuras en función de su jerarquía.

Las calzadas para caballerías y carros estaban pavimentadas con grandes losas y rodeadas

Imagen 2.5. Vista de la antigua Roma.
Fuente: disponible en red.

por amplias aceras de aproximadamente 4 m que se ensanchaban mediante los porches continuos que se construyeron frente a las casas de forma que era posible moverse por la ciudad a salvo de las inclemencias del tiempo, excepto cuando se tenían que cruzar la calle, la dimensión de la calzada se estrechaba con el ancho de la calle ya que las aceras mantenían la anchura, así el "cardo máximus" (calle de Norte a Sur) y el "decumanus máximus" (calle de Este a Oeste) tenían calzadas de 8 m que correspondían a una anchura de calle de 16 m, mientras que la calles secundarias de 14 m tenían calzada de 6 m. Estas dimensiones eran extraordinarias para la época y fueron superadas únicamente por las calles de ciudades importantes como Antioquía o Alejandría, ambas en oriente.



Imagen 2.6. Via Appia Antica. Importante calzada de la antigua Roma.
Fuente: disponible en red.

Las circulaciones del Islam

En el Cairo, estaba muy congestionado con circulaciones estrechas y casas de hasta diez pisos con balcones y saledizos cerrados por celosías donde las personas de uno y otro lado llegaban a tocarse y algunos mercados o zocos no recibían nunca luz del sol.

La visión del plano de una ciudad musulmana muestra, casi siempre, una red de circulaciones estrechas, con trazados tortuosos y apenas espacios abiertos,

enlazados por algunas calles largas, asimismo tortuosas y angostas, que unen lo que fueron las puertas de las antiguas ciudadelas.

Algo parecido fueron las ciudades hispanomusulmanas, cuyo centro era la “medina”, un espacio rodeado de muro donde se hallaba la Mezquita mayor y el comercio principal, alrededor del cual había una serie de arrabales y barrios de diversa extensión relativamente autónomos, con puertas que se abrían en lo que llegaron a ser unas circulaciones principales.



Imagen 2.7. Escena de calle en el Cairo.
Ilustración de la portada de libro Egipto & Nubia.
Fuente: disponible en red.

Muchas veces, los barrios o arrabales amurallados, tenían una sola calle limitada por puertas que se cerraban de noche. Esos barrios y arrabales constituían, a semejanza de la “medina”, una especie de ciudad independiente con su propia mezquita, sus plazas, tiendas, alhóndigas, baños, hornos, por mencionar algunos.

La calle islámica, tortuosa y angosta que se cerraba por la noche, corresponde a un concepto de intimidad religiosa propia del Islam, donde la casa es una metáfora del Paraíso



Imagen 2.8. La mezquita de Córdoba, alrededores de la mezquita.
Fuente: disponible en red.

Las calles secundarias y los callejones sin salida abundan en las ciudades hispanoárabes donde también hallamos calles encubiertas con pasos que unían las partes altas de los edificios, o casas con voladizos similares a los saledizos del Cairo, sujetos con puntales.

Finalmente se encuentra calles con arquillos que cobijan las puertas de cerramiento nocturnos de los barrios, que servían de defensas de los muros, siempre precarios en las construcciones de adobe o tapial.

Edad Media

En la Edad Media las ciudades surgidas entre 500 y 1500 no estaban planificadas en sentido literal: se levantaron donde había necesidad de ellas, configuradas por sus habitantes en un proceso directo de construcción urbana, estas ciudades no se desarrollaron a partir de un plano, sino que más bien evolucionaron siguiendo un proceso que, a menudo, llevo muchos cientos de años, porque ese lento proceso permitía una adaptación y un ajuste continuos del entorno físico a las funciones de la ciudad, la ciudad no era un objetivo en sí mismo, sino una herramienta modelada por el usuario.

Sitte (1980), subrayaba que “En la Edad Media y el Renacimiento todavía existía una vital y funcional uso de la plazas citadinas para la vida comunitarias, y también, en relación con esto, una compenetración entre plazas y los edificios públicos de los alrededores

El resultado de este proceso que se basaba en multitud de experiencia acumuladas, eran unos espacios urbanos que incluso hoy en día ofrecen condiciones extraordinariamente buenas para la vida entre los edificios.

Gehl (2006), expone que a partir de la Edad Media hubo dos cambios radicales en el urbanismo. El primero tuvo lugar durante el Renacimiento y está relacionado directamente con la transición de las ciudades de crecimiento espontáneo a las planificadas.

La ciudad se convirtió en una obra de arte, concebida, percibida y realizada como un todo. Las áreas entre los edificios y sus funciones que albergaban dejaron de ser los principales focos de interés, pasando a tener prioridad los efectos espaciales, los edificios y los artistas que les habían dado forma.

Los funcionalistas no mencionaban los aspectos psicológicos sociales del diseño de los edificios o los espacios públicos. No tenían en cuenta que el diseño del edificio podía influir en los juegos, los modelos de contactos y las posibilidades de encuentro. El funcionalismo era una ideología de diseño orientada claramente a los aspectos físicos y materiales. Uno de los efectos más apreciables de esta ideología fue que las calles y las plazas desaparecieron de nuevos proyectos de edificación y de las nuevas ciudades.

En toda la historia de los asentamientos humanos, las calles y plazas siempre han formado puntos focales y lugares de reunión, pero con la llegada del funcionalismo fueron declaradas literalmente superfluas; y a cambio, fueron sustituidas por calzadas, senderos e interminables extensiones de césped.



Imagen 2.9. Escena de la plaza de Siena.
Fuente: fotografías de Espuna J.

Renacimiento

Mausbach (1981), que era el patrón de la época del Renacimiento, pensaba que las formas de las fachadas que seguían los estilos históricos, con cuerpos

salientes como tribunas, cornisas, decoradas con estucos, embellecían la parte que tenían sus vistas a la calle de los grandes bloques de edificación.

En esta época, nuevas exigencias de urbanismo se imponen. Se siente la necesidad de calles más amplias, y limpias, de optimizar el uso de los recursos, de imponer reglamentos, se percibe la necesidad de espacios libres y abiertos. En la ciudad de Florencia, al igual que cualquier ciudad de la época, se puede ver la coincidencia de espacio privados y de espacios públicos. La tipología de superposiciones es rica y variada: galerías y pórticos, varias clases de objetos al suelo molestan la circulación. El primer piso no solo sobresale de la fachada, pero a menudo reposa sobre pilares que se apoyan en el medio de la misma calle. Los saledizos de los pisos altos bajo techo, protegen las paredes de la lluvia, y alimentan el conducto central de la calzada, pero obscurecen también las calles y acercan de manera tal los palacios frente a frente que la promiscuidad puede ser visualmente más fuerte que con los vecinos directos.

Los sendas entre edificios cruzan las calles en bóvedas, obscureciéndolas. Por falta de normas de funcionamiento claros, los residuos y basuras varias se acumulan en las calles, arribadas de las carnicerías, de los talleres de tinta, de las actividades de los curtidores, las calles polvorientas en tiempo normal, se convierten en insuperables torrentes en caso de lluvia.

Todas estas formas de la vida cotidiana, forma de la proximidad y del medio son los objetivos principales de la legislación comunal para distinguir las formas y los espacios privados de las formas y espacios públicos.



Imagen 2.10. Espacios privados y públicos en Florencia.
Fuente: fotografías de Molar M.

El urbanismo del siglo XIX formalizó la distinción jurídica entre espacio privado y espacio público, regulando los usos edificatorios, públicos y privados con el fin de garantizar los espacios públicos y la diversidad de funciones y de usos colectivos que allí se podrían desarrollar. A finales del siglo la necesidad de intervenir sobre la ciudad industrial, ya sea para renovarla o para extenderla dará lugar a políticas urbanas activas para hacer espacio público.

La estética formulada en el Renacimiento y desarrollada aún más en los siglos siguientes, y las enseñanzas funcionalistas relativas a los aspectos fisiológicos del proyecto son ideologías con las que se han construido las ciudades y las viviendas en los años transcurridos desde 1930 hasta las últimas décadas del siglo XX.

Época del Romanticismo

La primera aportación que América hizo a las formas urbanísticas fue el suburbio romántico del siglo XIX. Este actuó como una vía para escapar de las condiciones dominantes en las ciudades industriales y se convirtió, estética y visualmente, en algo contrapuesto al modelo usual de trama viaria de las zonas urbanas en expansión

Las villas, o las edificaciones, carecían de una marcada asociación con la calle y disfrutaban de la suave protección del verde paisaje, por el que se dejaban absorber. Una vez el jardín llegaba a su máximo crecimiento y esplendor, las casas eran algo secundario vistas desde la calle.

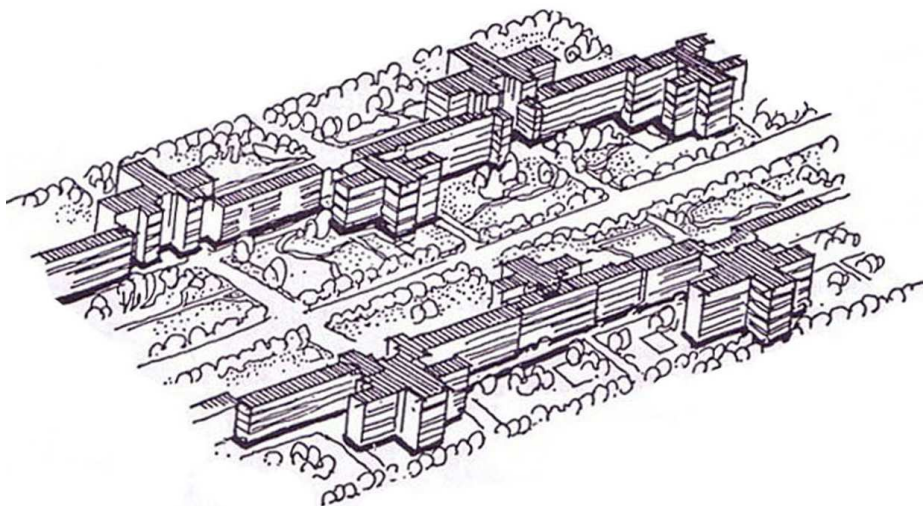


Imagen 2.11. Castillos en la época del romanticismo.
Fuente: disponible en red.

La ciudad jardín

En contra del rápido crecimiento, no planificado, de las ciudades hacia la periferia parecen las reformas sociales, y nuevas ideas urbanas. El urbanista Howard (1898) desarrollo la denominada ciudad jardín con nuevos núcleos urbanos independientes apartados de las grandes ciudades, con casas rodeadas de grandes jardines. Aparecieron otras ciudades jardín: Letchworth en 1903 y Welwyn Garden en 1919. Este movimiento precursor de las ideas urbanistas de nuestro tiempo, despertó una forma de sentir individual y colectivo. A este se encamino la denominada Carta de Atenas, documento urbanístico publicado en el año 1933 que contiene las ideas básicas del Congreso Internacional de Arquitectura Moderna que tuvo lugar en Atenas. En el influjo el arquitecto y urbanista francés Le Corbusier.

De la carta de Atenas una de las exigencias fue la efectiva solución del problema de tráfico rodado y de aparcamiento, con la consecuente separación entre el tráfico peatonal y el tráfico rodado. La imagen 2.12 muestra la propuesta de Le Corbusier en un grupo de bloques de viviendas de la ciudad jardín, donde se han separado el tráfico rodado del tráfico de peatones, con grandes superficies verdes, jardines y zonas de recreo al pie de las casas.



**Imagen 2.12. Perspectiva de bloques de vivienda de Le Corbusier.
Fuente del libro: Introducción al urbanismo.**

Época Industrial

En el periodo de la industrialización, empezaron a surgir los problemas propios de la concentración de actividades y en particular del crecimiento del número de habitantes. Pese a los signos de progreso presentados, en particular por el disfrute de beneficios generados por las nuevas tecnologías, afectó estilos de vida y territorios. Las sociedades involucradas exigieron mejores condiciones para vivir y en ese sentido, la renovación de sus espacios.

La industrialización, aparte de inducir la concentración de actividades y población indujo en los países a estructurar la desordenada expansión de sus ciudades matizada por situaciones de hacinamiento, insalubridad, falta de empleos, vagabundismo, deterioro de la tradición urbana y arquitectónica, entre otros.

Koester (1914), tradujo de los principios de la United Society of German Architects and Engineers, prefiguro las bases para la estructuración de la planeación moderna de ciudades, siendo algunos de ellos los siguientes:

- El alcance de la planeación de ciudades consiste principalmente en arreglar las líneas de base de todos los movimientos de tráfico y facilitar el tránsito: calles, avenidas, vías de tren y canales.
- La red vial debe contener la calles principales, con existencia de calles todas en consideración; calles auxiliares fijadas por condiciones locales y en adición, otros calles subordinadas, tratadas de acuerdo con las



- **Imagen 2.13. Colonia Güell, en Santa Coloma de Cervelló.**
 - Fuente: fotografías tomadas por la investigadora.

- necesidades de un inmediato futuro, obteniendo un desenvolvimiento considerado por las manos de propietarios interesados.

Estos principios ponían atención en la necesidad de agilizar las actividades en las distintas zonas de las ciudades como efecto de generar nuevos ambientes, jerarquizar fluidos como caminos vehiculares o peatonales a partir de ampliar y extender calles hacer concordar los espacios con las características de las actividades; soportar planteando la posibilidad de zonificar y visualizar expansiones a futuro.

Stübben(1980), fue uno de los planificadores mayormente conocidos de Europa por sus trabajos de reflexión, contribuyó con sus observaciones con su trabajo denominado “Principios prácticos y estéticos para el trazo de ciudades”; enfatizaba que la base de la construcción ordenada de ciudades era el establecimiento de los lugares y calles tanto para la población como para las actividades, considerándolas a futuro.

Consideraba tres aspectos íntimamente ligados: la traza de las calles en el conjunto de la ciudad, la consideración de lo que denominaba “líneas para tráfico”, y la importancia que significaba el que la ciudad poseyera una determinada infraestructura.

En cuanto al trazado y mejora de calles, señalaba que quienes se dedicaban a planear ciudades debían considerar situaciones de tráfico tanto del presente como las que podían generarse a futuro, recomendando para tal fin, el que se consideraran calles radiales, diagonales y con base en anillos, además de plazas que permitieran la instalación de negocios y otros elementos importantes para dar mayor dinamismo a la ciudad.

Asentaba que ese sistema de calles debía ser de calidad, para servir no solo al peatón ordinario, al paso de caballos o el paso de simples vagones tirados por animales.

Dentro de las recomendaciones de la infraestructura, la ciudad debía contar con sistemas de alcantarillas para el desalojo de precipitados atmosféricos, desperdicios domésticos, industriales y humanos; agua potable; luz solar directa

a partir del tamaño y buena orientación de las calles; adecuados arreglos en viviendas; amplias plazas y jardines; una adecuada delimitación a la altura de los edificios para mantener una cierta homogeneidad en calles y el plantado de arboles que ofrecieran sombra en las calles.

Recomendaba además de hileras de árboles y tiras de follaje, que deberían ser establecidos amplios jardines y pequeños parques, cualquiera de los dos o podrán estar descubiertos para ser atravesados para toda clase de viajante, o estar cercados y servir solamente para la meditación. Ellos podían contribuir a disminuir el polvo de la calle, dar sombra y limpiar la atmósfera, además de esto, cada uno de estos espacios pueden proporcionar oportunidades para el frescor y el esparcimiento.

La revolución industrial que se inicia y desarrolla en la segunda mitad del siglo XVIII, necesitada de mucha mano de obra, provoca un crecimiento rápido de las ciudades al desplazarse a ellas habitantes del medio rural, para trabajar en numerosas industrias que estaban surgiendo. Se produce un cambio significativo del concepto y tamaño de la ciudad.

Se caracterizaba por la construcción de viviendas para los obreros cerca de los lugares de trabajo, que estaban a cargo de los propietarios de las industrias. Las calles de trazado serpenteante, los jardines particulares y el parque central, todos ellos aportes esenciales del suburbio romántico, se combinaron y aunaron en forma de agrupaciones de diez o más unidades, a fin de transmitir la impresión de que se trataba de vastas residencias.

Históricamente las circulaciones habían tenido un doble cometido, por un lado la función de movilidad, era la vía de los desplazamientos y los viajes de las personas, de los animales domésticos y de los carros dentro de la ciudad y por otro lado, era el lugar donde se desarrollaba gran parte de la vida de los habitantes de la ciudad, era lugar de estancia, de trabajo, de comercio, de reunión, de espectáculo y de relación.

La aparición del automóvil supone una nueva y gran revolución para las ciudades y, consecuentemente para las vías urbanas, tanto en cuanto a su

diseño y forma en el conjunto de la ciudad, como en lo que se refiere a sus dimensiones, trazado y pavimento. Además de sus dos cometidos que tenían las circulaciones, empieza a tener primacía uno de ellos sobre el otro y la calle pasa a ser fundamentalmente el elemento de transporte y desplazamiento de los habitantes, de circulación de vehículos motorizados y empieza a perder su carácter de lugar abierto de encuentro social entre los habitantes de la ciudad.

Siglo XX

El Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, de la Dirección General de Acción Territorial y urbanismo, en Madrid 1983. Afirma en su libro "La Calle", Diseño para peatones y ciclistas, que en las décadas de 1960 y 1970, cuando ya se habían construido las grandes ciudades residenciales en altura, no se pudieron evaluar las consecuencias de unas bases de diseño exclusivamente físico funcionales. La diseminación y el empequeñecimiento de las viviendas aseguraban luz y aire, pero también causaban una excesiva merma en el número de personas y acontecimientos.

La diferenciación funcional entre viviendas, fábricas, edificios públicos, entre otros, han reducido los inconvenientes fisiológicos, pero también ha reducido las posibles ventajas del contacto entre las personas, los acontecimientos y las funciones.

Los sistemas de transporte, basados en el automóvil, contribuyeron aún más a reducir las actividades exteriores. El diseño espacial, mecánico y poco sensible de los proyectos ha tenido un efecto drástico sobre las actividades exteriores.

El sostenido crecimiento del tráfico en las ciudades europeas de tamaño poblacional elevado, desde la posguerra hasta finales de la década de los cincuenta, se produjo sobre una trama urbana y vial de características similares a las existentes en décadas anteriores. La congestión circulatoria, el alto índice de accidentes la falta de aparcamientos fueron las más significativas consecuencias del aumento de la motorización.

Las ciudades respondieron a las presiones resultando con una variada gama de soluciones encaminadas a mejorar las condiciones de circulación del tráfico de automóviles.

La reordenación de la circulación mediante el establecimiento de sentido únicos en las calles, canalización de intersecciones, regulación semafórica, estas fueron las medidas inicialmente adoptadas, las cuales, frente a las que posteriormente se acometerían tenían la clara ventaja de su fácil implantación y escasa inversión.

Si bien estas acciones tuvieron un efecto positivo, en relación a las consecuencias indeseables del incremento de la motorización su eficacia fue efímera, el crecimiento en la población y, sobre todo, la utilización del vehículo privado desbordó pronto en el aumento conseguido por el establecimiento de aparcamientos en estructuras elevadas o bajo el nivel del suelo o en la capacidad del viario.

Fue necesario el planteamiento de actuaciones más drásticas. Construcción de autopistas y autovías urbanas, intersecciones a distintos niveles mediante pasos elevados o subterráneos. Sin embargo, a cada medida de mejora de la oferta viaria se convertía en generadora de nuevo tráfico que se sumaba a la



Tráfico en el centro de Buenos Aires, Argentina



Edificios comerciales, circulaciones de tranvías, vehiculares y peatonales.

Imagen 2.14. Fuente del libro: Ciudades para un pequeño planeta.

existente, con lo que la meta de conseguir un movimiento más fluido en los automóviles parecía cada vez como más inalcanzable.

En este contexto es cuando aparecen las primeras actuaciones favorecedoras de los movimientos peatonales en las grandes urbes europeas a finales de los setenta.

La peatonalización de Embankment Road crea la oportunidad de conectar los jardines históricos existentes con un nuevo parque a lo largo del río de más de kilómetro y medio de largo que se extiende desde Westminster hasta el puente de Blackfriars.

A través de la historia las ciudades y pueblos fueron adquiriendo las más variadas, ricas formas y trazados; la ciudad actual supera la influencia de la modernidad, empieza a incorporar nuevas tecnologías y sistemas para hacerse más habitables y para ofrecer más confort al ciudadano que no solo la



Imagen 2.15. La peatonalización de Embankment Road. Fuente del libro: Ciudades para un pequeño planeta.

utiliza para ir de un lado a otro, al trabajo o para encontrarse, sino más bien para vivirla, recorrerla y disfrutarla.

Las calles peatonales las zonas cerradas al tráfico van ganando dimensión en la ciudad, y durante las tardes, los fines de semana o periodos enteros de vacaciones se aíslan zonas habitacionales de la ciudad, no sólo en los centros históricos sino también en sus barrios y espacios periféricos.

En 1986, en la exposición “London as it Could Be” (Londres como debería de ser) muestra las propuestas para Trafalgar Square, el Embankment y la conexión de las orillas norte y sur del Támesis por Hungerford Bridge

Estas propuestas demuestran de qué manera el espacio público de este sector puede revitalizar y entretelar para crear una zona peatonal coherente, como se muestran en las imágenes 2.15 y 2.16.

Se propone un nuevo espacio con vista de la nueva terraza ganada frente a la National Gallery, con esculturas al aire libre, lugar donde la plaza puede recuperar su importancia cívica al peatonalizar la calle, reconduciendo el flujo de tráfico convirtiéndose en un nuevo paseo de esculturas.

La propuesta considera acondicionar para albergar cafés y otras actividades en galería bajo el paso existente, el conjunto pasaría a ser un animado lugar de encuentro para los londinenses.



**Imagen 2.16. Terraza frente a National Gallery. Fuente del libro:
Ciudades para un pequeño planeta**

Al finales del siglo XX, se realizó la exposición universal de Sevilla en 1992, la cual estaba formada por pabellones en espacios abiertos, en los que existe un gran número de parques, jardines, fuentes, restaurantes, cafeterías, zonas de

descanso y de espectáculos; una arboleda de más de 100 000 árboles y plantas de más de 400 especies, 35 *km* de setos vegetales y 500.000 *m*² de jardines que se alternaban en avenidas, paseos y zonas de estancia, los cuales se configuraron como lugares de encuentro y ocio.

Guerra et al (1995), afirmaba que el objetivo final del diseño bioclimático de los espacios abiertos fue mejorar las condiciones habitables en estos espacios. No se pretendía alcanzar en los espacios abiertos condiciones de confort semejante a las de un espacio interior climatizado. Desde el punto de vista técnico era imposible conseguir este objetivo solo mediante sistemas de enfriamiento naturales. Es decir, no es posible diseñar los espacios a semejanza de las calles peatonales del casco antiguo de sevillano, donde la sombra y el confinamiento surgen como resultado de los propios edificios.

En este proyecto se dieron a conocer los sistemas instalados en los espacios abiertos de EXPO 92, con lo cual se demostró cómo es posible acondicionar los espacios abiertos con técnicas naturales de enfriamiento.

La dimensión de los espacios públicos y la intensidad del tratamiento hicieron de la Exposición Universal celebrada en Sevilla una instalación singular a nivel mundial.



Imagen 2.17. Zonas de estancia y coberturas de la EXPO '92.
Fuente del libro: Control climático en espacios abiertos.

2.2 LA VILLA OLÍMPICA DEL POBLENOU

Anteriormente conocida simplemente como **Vila** o **Villa Olímpica** es un barrio actual del distrito de Sant Martí en Barcelona, España.

Durante muchos siglos fue una zona de pantanales, con lagunas rodeadas de juncos, la abundancia de agua, las grandes extensiones y su bajo precio favorecieron, a lo largo del siglo XVII, la instalación de los primeros prados de indianas. Después llegaron los vapores, desplazados posteriormente por la electricidad, con industrias de todo tipo: aceites, vinos, textiles, metal, gas, maquinarias, mosaicos, artes gráficas, pinturas, plásticos, alimentación. A finales del siglo XIX era el territorio con más concentración industrial del país.

Consiste en una trama costera hacia el Norte de la ciudad que a lo largo del siglo XX se consolidó como barrio industrial, obrero y residencial, con un importante aumento demográfico y la aparición de importantes núcleos de barracas.



Imagen 2.18. Mapa ubicación de la Villa Olímpica del Poblenou en el barrio de Sant Martí. Fuente: Ayuntamiento de Barcelona

A partir de los años 60 se produjo un intenso proceso de desindustrialización y la consiguiente liberación de grandes solares, pronto ocupados de nuevo por empresas de transportes, talleres y almacenes, la cual se aprecia en la imagen 2.19.

Con los Juegos Olímpicos de 1992 se inició la gran transformación del barrio, y en la vieja zona industrial del Poblenou, llamada Icària, se construyó la Villa Olímpica como residencia de los deportistas participantes.

Esta operación urbanística representó la recuperación de este frente litoral para toda la ciudad, con la creación de los grandes espacios de ocio del Port Olímpic, los parques del Port y de la Nova Icària y la playa de este mismo nombre.



Imagen 2.19. Fotografía aérea Villa Olímpica del Poblenou, 1970.
Fuente: disponible en red.

La línea de costa

El Parque del Litoral es una faja verde continua de casi 2 *km* de longitud, como se muestra en la imagen 2.20, la cual comprende desde la calle Wellington a la calle Bilbao, que separa las dos direcciones de acceso y salida de la ciudad y que incluye con soluciones distintas el Cinturón de Litoral, como vía rápida segregada.

A lo largo de todo este parque y junto a la fachada al mar del núcleo urbano se extiende una acera de 23,73 m de anchura con un porche de 6 m que extienden visualmente la amplitud del parque; este borde de la vía parque del Cinturón del Litoral en el tramo de la Villa Olímpica, se despliega como un desdoblamiento peatonal al mar, salva el desnivel hacia la playa con unas rampas perimetrales que desembocan a un pasadizo junto a la arena.

El paseo arbolado junto con la ordenación de los quioscos dan servicio a los usuarios de la plaza y está flanqueado longitudinalmente por un aparcamiento público.

En primer plano se encuentra al Sur, la zona de yates, siguiendo el recorrido del Paseo Marítimo del Litoral se encuentra la playa de la Nueva Icaria. Estas dos áreas tienen como fachada el área comercial en dos plantas. Al Oeste se encuentra esta zona comercial de dos niveles, detrás una de las Torres del Puerto Olímpico y más al norte el Instituto Nacional de Meteorología, como se muestran en las imágenes 2.21, 2.22 y 2.23.



Imagen 2.20. Fotografía aérea del Parque del Litoral.
Fuente: "Pla Especial d'Ordenació Urbana de la façana al mar de Barcelona".



Zona de yates



Playa Nova Icaria



Zona comercial

Imagen 2.21. Fuente: fotografías tomadas por la investigadora.

1. Torre Mapfre
2. Instituto Nacional de Meteorología
3. Centro comercial Icària
4. Plaza del conjunto residencial de forma cóncava
5. Parque del puerto Olímpico
6. Parque de Icaria



Imagen 2.22. Vialidades principales de la Villa Olímpica y ubicación de edificios relevantes. Fuente: disponible en red.



Torre Mapfre



Instituto Nacional de Meteorología al fondo de la zona de yates



Circulación peatonal y ciclista

Imagen 2.23. Fuente: fotografías tomadas por la investigadora.

Las calles y las plazas

Los criterios generales para la ordenación de arbolado, pavimentos, mobiliario y servicios de todas las calles del sector, excepto las que se integran al sistema de parques o a los grandes ejes, han sido diseñadas siguiendo las imágenes tradicionales de las calles de Barcelona, las cuales se aprecian en la imagen 2.24. Se utilizan solamente dos tipos de sección viaria: el que tiene como modelo la Rambla Catalunya para la Avenida Icària y el que proviene de las calles del Ensanche, con la variante de mayor anchura para las de circulación más intensa que marcan los límites de las supermanzanas.



Imagen 2.24. Fuente: fotografías tomadas por la investigadora.

Tipologías de manzanas

Los criterios morfológicos y tipológicos para el diseño de las diversas supermanzanas constituyen el núcleo esencialmente residencial, con sus usos complementarios de comercio, oficinas, talleres y actividades compatibles.



Maqueta del Centro comercial llamado "El Centre de la Vila Port Olímpic"



Tipología de manzana cóncava

Imagen 2.25. Fuente: fotografías tomadas por la investigadora.

Integra en una morfología tradicional las nuevas tipologías residenciales. Se ordenaron los equipamientos del entorno y se concreto la reutilización de los edificios, se estructuró el área edificable de 8 superunidades. Las superunidades 2 ,3, 4, y 6 tiene dimensiones igual o inferior a las manzanas del Ensanche del siglo XIX, tiene un perímetro semiconstruido delimitando arquitectónicamente las calles, y unos interiores ajardinados con comunicación claramente definida con la calle.

La forma más representativa en este conjunto es la plaza circular, trazada como un quiebre de la fachada de la avenida del Litoral, incorporando al exterior una parte del interior de manzana. Es el remate diluido el final de este tramo de fachada del Ensanche.

2.3 EL ASPECTO SOCIAL DE LAS CIRCULACIONES PEATONALES

La vida entre los edificios

El alcance y el carácter de las actividades exteriores están muy influidos por la configuración física. Igual que en la ciudad se puede crear un carácter propio mediante la elección de materiales y colores, también se puede influir en las actividades mediante el proyecto creando condiciones para lo que sucede en las calles, ciudades animadas o sin vida.

La variedad de posibilidades queda descrita por sus dos extremos.

- Un extremo es la ciudad con edificios de muchos pisos, aparcamientos subterráneos, abundante tráfico rodado y largas distancias entre edificios y funciones. Este tipo de ciudad se puede encontrar en una serie de ciudades norteamericanas y ciudades europeas modernizadas, y en muchas zonas suburbanas.

En estas ciudades se ven edificios y coches, pero pocas personas, ya que la circulación peatonal es casi imposible, ya que las condiciones para estar en la calle en las zonas públicas próximas a los edificios son deficientes, los espacios exteriores son grandes e impersonales.

- El otro extremo es la ciudad con edificios razonablemente bajos y poco separados, con sitio para el tráfico peatonal y buenas zonas para estar en la calle y en relación directa con las viviendas, los edificios públicos, los lugares de trabajo, por citar algunos. En este caso es posible ver edificios, gente yendo y viniendo y parada en las zonas exteriores cerca de los edificios, porque los espacios exteriores son fáciles de usar e invitan a ello. Ésta es una ciudad viva, en la que los espacios interiores de los edificios se complementan con zonas exteriores utilizables y donde los espacios públicos tienen más posibilidades de funcionar bien.

Actividades exteriores

Las actividades exteriores que dependen de manera especial de la calidad de los mismos, son las actividades opcionales y recreativas y, por extensión, una parte considerable de las actividades sociales.

Son estas actividades especialmente atractivas las que desaparecen cuando las condiciones son deficientes y las que prosperan cuando las condiciones son favorables.

Las mejoras cualitativas en las actividades cotidianas y sociales de las ciudades se pueden observar donde se han establecido calles, peatonales o zonas libres de tráfico rodado en áreas urbanas existentes. La mejora de las condiciones físicas ha dado como resultado un aumento impresionante del número de peatones, una prolongación del tiempo medio que se pasa en el exterior y un abanico considerablemente más amplio de actividades exteriores.

Límites del espacio

Para incrementar la versatilidad, los límites entre los edificios y el espacio público deben diseñarse de forma tal que permitan la coexistencia, en una proximidad física muy estrecha, de una gama de actividades interiores privadas con la naturaleza de las actividades del espacio público.

En otros lugares, sin embargo, la principal función de los límites es la de preservar la privacidad de la actividad interior, de forma tal que los usuarios no sientan la necesidad de protegerse de su exposición al espacio público colocando pantallas. Esta privacidad puede conseguirse retrasando la edificación a una cierta distancia, o con un cambio de nivel, o con una combinación de ambos.

En emplazamientos donde la actividad pública es muy intensa, una de las actividades más comunes es la de observarse unos a otros. Esto suele suceder en el límite del espacio, ya que ofrece una sensación de refugio así como cierta perspectiva de lo que está pasando: cuanto mayor es el perímetro en relación al área que encierra, mayores serán las oportunidades de que esto suceda. La sensación de refugio puede incrementarse diseñando una fachada con retranqueos. Sin embargo, debemos cuidar el no perder la perspectiva al proyectarlos muy profundos.

La utilidad de los límites como lugar de observación se mejora si se dotan de sitios para sentarse. Aparte de los bancos, existen elementos que bien dimensionados también pueden servir de: nichos, basamentos continuos y bases de columnas, funcionan perfectamente como asientos y no parecen abandonados si nadie los utiliza.

2.4 ELEMENTOS BIOCLIMÁTICOS TRADICIONALES EN ESPACIOS URBANOS

Anteriormente se ha descrito la manera de agrupar personas y la frecuencia con que se usan los espacios. El nivel de actividad y el número de acontecimientos no describen por si mismos la calidad del entorno público.

De Schiller (2005), describe el análisis de elementos bioclimáticos tradicionales para identificar las características espaciales junto con los aspectos que inciden en las decisiones de diseño, tales como áreas de transición, circulación peatonal, uso de la vegetación, tratamiento de superficies, mantenimiento y operación del espacio, actividades predominantes, entre otras.

Definiendo que algunos recursos de diseño bioclimático responden a actividades específicas y condiciones del medio natural. Estos recursos se relacionan con el contexto social y la forma de vida local, interactúan con las variaciones estacionales y diarias de confort y la habitabilidad en espacios

abiertos de la ciudad. En la tabla 2.1 presentan algunos ejemplos de recursos bioclimáticos de diseño.

Además de los recursos específicos de diseño bioclimáticos, se detectan ciertas características genéricas que se encuentran en la gran mayoría de los espacios urbanos “exitosos”, en especial para alentar actividades sociales y la participación pública. La calidad de espacios urbanos se ve fortalecida al integrar ciertas características genéricas, tales como: alternancia microclimática, variación diaria y estacional, espacios de transición, definición espacial, vegetación funcional y uso múltiple de los espacios. Debiendo entender para cada uno de ellos lo siguiente:

PÓRTICOS	Sombra en verano al mediodía y acceso al sol invernal de baja altura
ANCHO DE CALLES	Apto para captar sol en invierno, sombra parcial en verano y/o protección de viento.
ORIENTACIÓN	Captación de brisas estivales, protección de vientos fríos, sombra en verano o acceso al sol de invierno
VEGETACIÓN	Proporciona sombra en verano, protección de viento y humidificación del aire en climas secos
COLOR	Protección de reflejos molestos, mejoramiento de la iluminación natural, reflexión o absorción de radiación solar.
MATERIALES	Control de polvo, favoreciendo el riego limitado para humidificar el aire en climas secos. Fácil absorción de agua de lluvia en climas húmedos

Tabla 2.1. Recursos bioclimáticos de diseño a escala urbana.

- **Alternancia microclimática:** la generación simultánea de distintos microclimas en el mismo espacio urbano; por ejemplo, sol y sombra en sectores diferenciados dan opción a la elección selectiva del usuario, según las variaciones de confort y preferencias personales en distintas situaciones espaciales y temporales. Como se muestra en la imagen 2.26.



Imagen 2.26. Distintos microclimas en los espacios exteriores.
Fuente del libro: Entornos vitales.

- **Variación diaria:** la provisión de microclimas cambiantes a lo largo del día; por ejemplo, el aprovechamiento del sol de baja altura invernal mientras se proporciona sombra en el momento de mayor altura solar en veranos, se aprecia en la imagen 2.27. Igualmente, la canalización de brisas en época estival. Con orientaciones favorables

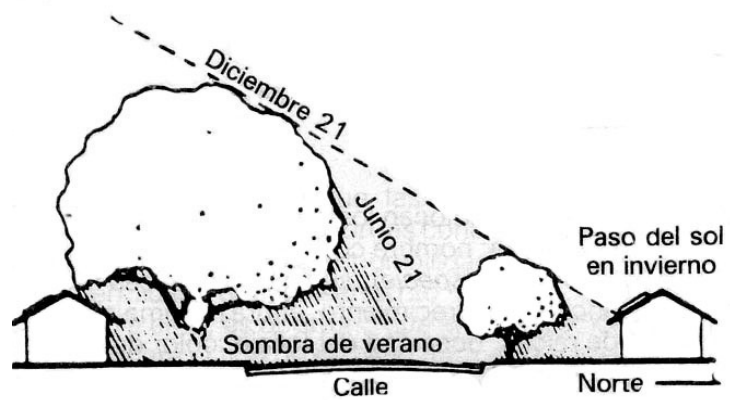


Imagen 2.27. Variación diaria y estacional. Fuente del libro: Manual de arquitectura solar.

al movimiento de aire mientras se logra adecuada protección de vientos fríos invernales provenientes de otras orientaciones.

- **Espacios de transición o intermedios:** al evitar divisiones abruptas entre espacios públicos y privados, así como interior y exterior, se generan espacios intermedios que favorecen actividades sociales informales mientras actúan como un mediador ambiental entre los edificios y los espacios urbanos, con microclima propio., como se aprecia en la imagen 2.28.



Plaza España, Sevilla



Ámsterdam

Imagen 2.28. Pórtico, espacio de transición.
Fuente: Espuna J.

- **Definición espacial:** el grado de encerramiento y definición espacial contribuyen a crear adecuadas condiciones microclimáticas mientras configuran espacios amigables que alientan el uso casual e informal del lugar, como se presenta en la imagen 2.29.



Imagen 2.29. Plazas en Florencia.
Fuente: Fotografías tomadas por la investigadora.

- **Vegetación funcional:** recurso versátil de diseño bioclimático para definir sectores, como se observa en la imagen 2.30. Proporciona sombra estival, logra la protección del viento, humidifica el aire seco, reduce el polvo y ofrece variedad estacional con plantas de hoja caduca.



Imagen 2.30.La vegetación como recurso de diseño bioclimático.
Fuente: fotografía tomada por la investigadora.

- **Uso múltiple:** favorece la coexistencia de distintas actividades en el mismo espacio en forma tanto simultánea como secuencial. Como se muestra en la imagen 2.31.

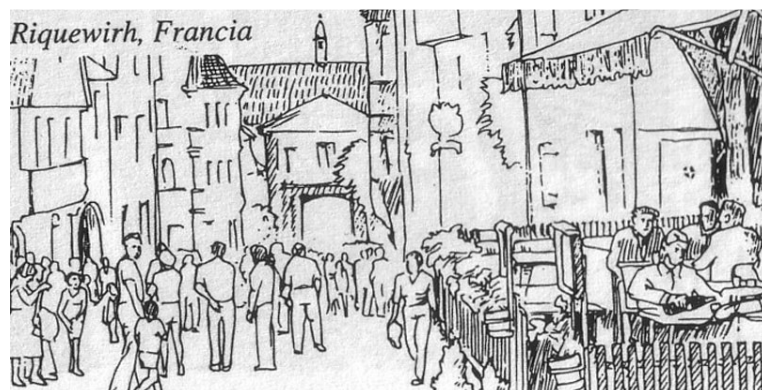


Imagen 2.31. Espacio de uso múltiple.
Fuente del libro: Entornos vitales.

2.5 PROTECCIÓN BIOCLIMÁTICA Y USOS DE ESPACIOS URBANOS

La fuerte influencia arquitectónica que ejercen repetidos diseños provenientes de regiones frías del mundo desarrollado, es un factor clave en revistas y publicaciones internacionales, los nuevos proyectos se ven influidos por los de otros países, donde se copian soluciones, las cuales responden a otras culturas con climas diferentes.

En **climas fríos**, el espacio exterior está considerado como el espacio que rodea un edificio más que parte del mismo, usado como expansión visual del paisaje circundante visto desde el interior, y bien protegido de las inclemencias del tiempo. Raramente se le considera usable o habitable, a pesar de las imágenes y perspectivas que con frecuencia muestran expresiones optimistas de actividades en el espacio exterior.

En **climas cálidos y templados**, el uso del espacio exterior como de espacios intermedios, se incrementa y potencia significativamente. La denominación de espacios intermedios, refiere a aquellas áreas cubiertas o protegidas, ubicadas entre el espacio interior y el exterior, que actúan como verdaderas extensiones del interior directamente conectadas con el exterior, tales como terrazas cubiertas o verandas, recovas, patios con pérgolas o galerías perimetrales, etc., pero que, sin embargo, se encuentran fuera de la envolvente del edificio.

Los requerimientos para lograr protección bioclimática dependerá de las actividades que se desarrollen dado que a mayor nivel de actividad física, se podrá alcanzar adecuado o aceptable grado de confort con menor temperatura del aire, y permitiendo generalmente mayor flexibilidad en el rango de aceptación de temperaturas confortables. Al proyectar espacios exteriores e intermedios destinados a actividades sedentarias, las medidas de protección bioclimática a acotar pueden incluir las siguientes características:

1. **Espacios cubiertos o techados, aunque abiertos lateralmente:** especialmente útiles y adecuados en condiciones climáticas con fuerte o frecuente precipitación, altos niveles de humedad, y temperaturas más

elevadas que las consideradas “confortables”, responden a la necesidad de proveer sombra, movimiento de aire y protección de lluvia simultáneamente, un ejemplo se encuentra en la imagen 2.32.



Imagen 2.32. Circulación peatonal en Villa Icària
Fuente: Fotografía tomada por la investigadora.

- 2. Espacios cubiertos o techados, con cerramientos laterales en uno y dos lados:** pueden ser pórticos, como se aprecia en la imagen 2.33, son adecuados en condiciones donde, si bien la precipitación es alta, las temperaturas se encuentran dentro del rango de confort y la ventilación es menos necesaria.



Imagen 2.33. Espacios cubiertos con cerramiento lateral en uno y ambos lados. Fuente disponible en red.

- 3. Espacios cubiertos con elementos permeables de sombra:** vegetación, toldos, voladizos, pérgolas, estructuras cubiertas con mallas, entre otros, como se muestran en la imagen 2.34, son todos elementos

apropiados para condiciones climáticas donde la precipitación es baja y la sombra muy necesaria y deseable. Estos elementos, en forma independiente combinada, pueden permitir ajustes estacionales o diarios, según se modifiquen las cambiantes condiciones climáticas.



Espacios exteriores Sevilla

Imagen 2.34. Fuente del libro: **Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible.**

- 4. Espacios abiertos al cielo, protegidos del viento:** conforman ámbitos confortables en condiciones climáticas de alta temperatura con baja humedad y precipitación, en especial al atardecer cuando se requieren medidas efectivas de refrescamiento nocturno. Un ejemplo de ellos se puede observar en la imagen 2.35.



Imagen 2.35. Espacios exteriores Colombia.
Fuente: Espuna J.

5. **Espacios abiertos al cielo y a las brisas:** estos espacios son más confortables y adecuados a las condiciones del atardecer, con alta humedad y temperaturas elevadas. Cuando la brisa contribuye positivamente a lograr confort. Como se puede apreciar en la imagen 2.36.



Imagen 2.36. Playa de Barcelona.
Fuente: fotografías tomadas por la investigadora.

6. **Espacios soleados:** con temperaturas por debajo del nivel de confort, la exposición controlada a la radiación solar es muy bienvenida, especialmente si se logra además una efectiva protección del viento. Como se muestra en la imagen 2.37.

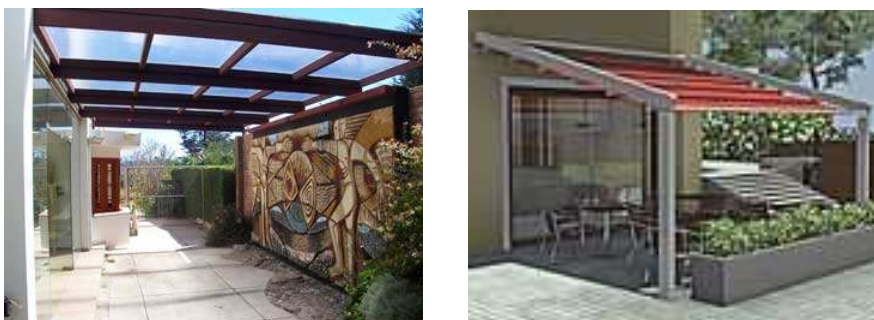


Imagen 2.37. Espacio soleado.
Fuente: disponible en red.

7. **Espacios con elementos verticales de protección:** obtienen un rápido efecto de enfriamiento al atardecer, como se presenta en la imagen 2.38.



Imagen 2.38. Espacio con elemento vertical de protección.
Fuente: disponible en red.

8. **Espacios con elementos verticales de vegetación:** típicos de zonas desérticas, con clima cálido- seco y gran amplitud térmica, los espacios amplios permiten refrescamiento evaporativo, principalmente de uso nocturno, intensamente poblados al atardecer en verano. Como se observa en la imagen 2.39.



Imagen 2.39. El parque Güell y paredes verdes.
Fuente: disponible en red.

9. **Espacios abiertos:** típicos de zonas desérticas, con clima cálido-seco y gran amplitud térmica, los espacios amplios permiten refrescamiento evaporativo, principalmente de uso nocturno, intensamente poblado al

atardecer en verano y casi inhabitable durante el día. Un ejemplo se puede observar en la imagen 2.40.



Imagen 2.40. Espacios abiertos en zonas desérticas.
Fuente: disponible en red.

Los espacios abiertos con variaciones de cubierta y de elementos verticales responden a los factores del clima, de diversas formas, presentándose las alternativas en la tabla 2.2 de elementos horizontales (cubierta) y elementos verticales (muros y/o vegetación).

Filtro climático	Techo continuo	Techo permeable	Abierto al cielo	Pared opaca	Pared con vegetación	Sin paredes
Protección de la lluvia	X			X		
Protección solar	X	X		X	X	
Pérdidas de calor, convección		X	X		X	X
Pérdidas de calor, radiación			X			X

Tabla 2.2. Alternativas de techos y muros en espacios exteriores e intermedios.

Teniendo en cuenta las características genéricas y los recursos bioclimáticos se puede hacer un análisis, observando los espacios exteriores, y determinar si estos espacios propician las actividades exteriores, el contacto social, logrando ser “espacios exitosos”.

CAPITULO

III

LA RELACIÓN ENTRE EL MEDIO FÍSICO Y EL ENTORNO AMBIENTAL

INTRODUCCIÓN

Al tener como tema principal de este trabajo de investigación el confort ambiental de los peatones en las circulaciones horizontales, en espacios abiertos, donde es necesario estudiar las interrelaciones y modificaciones que se dan a las variables clave del clima, en un contexto determinado por su configuración espacial, siendo elementos suficiente para ahondar en los temas: del clima, clima del litoral costero, y clima urbano, la configuración espacial y su interrelación con los elementos del clima así como el confort.

Los factores geográficos tales como la ubicación, topografía e hidrografía establecen el clima para un lugar determinado del planeta, cada uno de ellos tienen diversos elementos y parámetros que en su conjunto diferencian las condiciones climáticas de una zona, entre los que se destacan: la radiación solar, la temperatura del aire, el viento y la humedad, los cuales pueden ser modificados en un contexto urbano determinado en función de su configuración espacial, los materiales y la vegetación, generando microclimas, que repercuten en el confort del peatón.

Cada uno de estos factores, elementos y parámetros serán definidos y tratados en el presente capítulo, siguiendo la estructura indicada en la tabla 3.1.

3.1. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

La presencia de un área urbanizada condiciona el medio ambiente y sus ciclos ecológicos, desde el soporte (subsuelo y suelo), la evacuación de agua superficial, la reducción de la cubierta vegetal y el clima, creándose el característico microclima urbano.

Para conocer las preexistencias ambientales, en las cuales está inmerso el espacio urbano, es necesario conocer los factores geográficos, que a su vez es modificado por los factores físicos: la forma urbana y los materiales, así como por el factor orgánico, es decir, la vegetación existente, generando microclimas; los cuales influyen en el confort del peatón en los espacios exteriores

Ubicación

Una de las primeras cuestiones que deben ser resueltas para realizar un análisis del espacio físico es determinar puntualmente su ubicación, misma que puede ser establecida mediante la longitud, latitud y altitud mismas que permiten determinar con precisión un punto del espacio terrestre. Estos datos son importantes, porque se pueden conocer las características geo-meteorológicas del sitio a analizar, entre ellas y de especial interés para el proyecto de investigación, las climáticas.

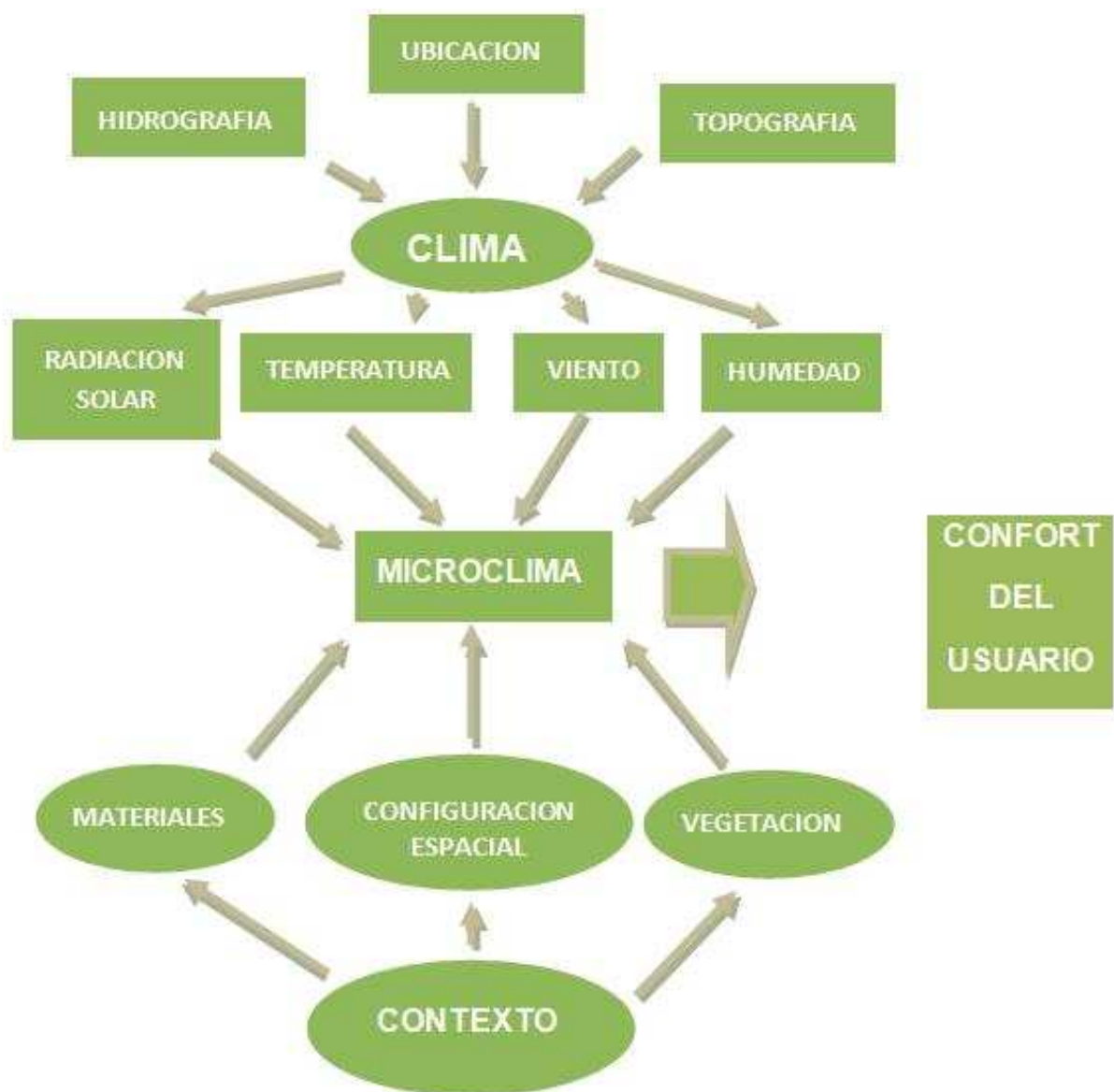


Tabla 3.1. Características ambientales que inciden en el confort del peatón.
Fuente: elaborado por la investigadora.

Ahora bien que indican cada uno de los datos que permiten determinar un lugar en la geografía terrestre, para entender se dirá que:

- **Longitud** es la distancia expresada en grados, entre el meridiano de un punto y otro tomado como referencia el Ecuador. Es el ángulo diedro que forman el meridiano que pasa por el lugar en estudio, con respecto al meridiano de origen (generalmente se considera el de Greenwich = 0), y se cuenta de 0 a 180°, hacia el Este - Oeste del meridiano de origen.
- **La latitud** es la distancia que hay desde un punto de la superficie terrestre al Ecuador, contada en grados de meridiano es el ángulo que forma la vertical del lugar con respecto al plano del ecuador (se cuenta de 0 a 90°). En el hemisferio Norte se considera positiva y en el Sur negativa; nos indica la duración del día y de la noche en las distintas estaciones, o las diferencias entre invierno y verano. Otro elemento climático afectado por la latitud es la radiación solar, en el planeta, la desigual distribución del calor solar constituye la causa física de todos los climas.
- **La altitud** es la distancia vertical de un punto de la tierra respecto al nivel del mar. Modifica la intensidad de la radiación solar, a mayor altura, mayor radiación; también modifica el régimen local de viento y la pluviosidad, altera el microclima y condiciona el crecimiento de la vegetación. En zonas de montañas con gran altitud la radiación solar será mayor, al resultar ser menor el espesor de la masa atmosférica. Nos indica si el clima es cálido o frío así como las zonas de nieves perpetuas.

Estas coordenadas geográficas nos permiten establecer el tipo de clima sus variaciones locales y estacionales determinado los parámetros de temperatura del aire, temperatura de radiación, viento y humedad.

Hidrografía

Según el RAE (2009) se refiere a la parte de la geografía física que trata de la descripción de las aguas del globo terrestre. En una segunda acepción lo define como conjunto de las aguas de un país o región.

También se refiere a la relación masa tierra - agua; por lo cual se considera que es importante conocer el aspecto de regulador térmico que tienen las grandes cantidades de agua, como el mar, los ríos, o lagos, ya que esto condiciona la inercia térmica y las oscilaciones de temperatura.

La inercia de la tierra hace que, por la mañana, el aire se caliente más rápidamente que sobre el mar. Este aire menos denso sube y es substituido por otro más denso y frío del mar, originándose la brisa marina (de dirección mar-tierra). Al atardecer se produce el fenómeno contrario y se origina el viento de tierra a mar. Este ciclo se produce cada día.

En el borde del mar repercute la inercia del agua, tiene un efecto decreciente a media que nos alejamos de la costa, pero su influencia se deja sentir a gran distancia del mar. Esta diferencia de temperaturas genera vientos suaves o brisas de la tierra al mar durante el día refrescando la tierra y del mar a la tierra durante la noche, calentándola, convirtiéndose en una ventaja en climas necesitados de refrigeración estival.

El microclima generado a su alrededor puede ser beneficioso en algunas zonas, pero hay que valorar el aumento del grado de humedad, que puede llegar a no ser conveniente en entornos determinados. Por ejemplo, en climas muy húmedos junto a lagos rodeados de vegetación u orografía que impida el movimiento del aire.

Topografía

Siendo el conjunto de particularidades que presenta un terreno en su configuración superficial; siendo estas particularidades: la altura relativa, la pendiente del terreno y su orientación.

- **La altura relativa**, se refiere a la situación en depresión o en prominencia de cada lugar respecto a la topografía general que lo rodea. En el fondo de los valles se acumula el aire frío más denso, y normalmente más húmedo. Generalmente, en terrenos planos, el aire sobrecalentado sobre las superficies tiende a permanecer en capas estancadas debido a su inercia térmica, hasta que llega un punto que el aire circundante más denso, las obliga a subir.
- **Pendiente del terreno y su orientación**, se refiere a la inclinación de un terreno natural o construido respecto a la horizontal. Higuera (2006) comenta que influye de manera importante en las condiciones térmicas del sitio, pues el calentamiento del suelo depende, del ángulo de incidencia de los rayos solares, también está relacionada con la dirección de los vientos dominantes. La diferencia entre una orientación al Norte o al Sur con una pendiente del 10 %, puede modificar la radiación solar recibida, llegando a alcanzar una diferencia de casi ocho veces si la pendiente es del 20 %.

Una vez conocidos los aspectos de la ubicación, topografía y de relación con el agua, los elementos que pueden modificar un clima son la configuración espacial, los materiales y la vegetación, generando microclimas.

3.2 CLIMA

De acuerdo al RAE (2009), el clima es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región.

El clima se define como la combinación particular de elementos: radiación solar, temperatura del aire, humedad del suelo y viento, que dan individualidad a una región geográfica. A su vez cada uno de estos elementos se definirá más profusamente a continuación.

Radiación solar

Es una fuente de energía en los espacios exteriores, en ocasiones actúa como una energía beneficiosa (invierno), o como una fuente perjudicial (verano). En invierno la única fuente natural de calentamiento de un espacio exterior es la radiación solar, por ello se procura que el diseño sea de tal forma que reciban el mayor número de horas de sol. Procurando evitar obstrucciones que sombreen el espacio. En cambio en verano se busca reducir la radiación solar directa y reflejada, generando aéreas de sombra.

Al atravesar la atmosfera queda disminuida y la fracción de la constante solar que recibe el suelo es la radiación de onda corta directa del sol, la cual varía de acuerdo a la trasmisión atmosférica, como la humedad, el polvo, la contaminación o los condicionantes geográficos, como la altitud respecto al nivel del mar.

El sol influye directamente en la zona urbana y en el medio ambiente de diversas maneras:

- **Radiación difusa de onda corta procedente de la bóveda celeste**, proviene de la refracción y la difusión de la coincidencia de la radiación solar directa sobre las superficies colindantes o la atmósfera. La radiación difusa se produce principalmente en los días nublados y por la refracción de los acabados superficiales.
- **Radiación de onda corta producida por la reflexión en los terrenos adyacentes**. La energía solar que incide sobre una superficie horizontal en tiempo caluroso es aproximadamente el doble de la que cae en una vertical, así, las superficies horizontales reflejan una importante cantidad del calor que sobre ellos incide. Este flujo de calor puede constituir un calor considerable; la cantidad depende de la exposición y reflectividad del terreno inmediato.
- **Radiación de onda larga** procedente del suelo y de los objetos cercanos cuya temperatura es elevada. El suelo y los objetos calefactados por la radiación solar pueden producir sustancial aumento de temperatura. Este impacto no depende solamente del material, sino de los intercambios de

radiación, que se modifican según varían las diferencias de temperaturas entre los diferentes elementos.

Temperatura del aire.

Depende fundamentalmente de la temperatura de las superficies, que se calientan o enfrían al recibir o emitir radiación y que ceden calor al aire por convección.

La temperatura del aire depende de diversas características geográficas como son:

- **La latitud** que influye sobre la masa atmosférica que debe atravesar la radiación solar.
- **La altura sobre el nivel del mar**, que disminuye la temperatura unos 0,5 °C cada 100 m de altura.
- **La relación masa tierra – agua**, que condiciona la inercia térmica y las oscilaciones de temperatura.
- **La altura relativa**, que condiciona los efectos de inversión térmica.
- **La morfología del terreno**, que puede ofrecer protección a la radiación y se relaciona además con la vegetación incrementa la inercia, tendiendo a estabilizar las temperaturas.
- **La exposición a los vientos**, ya que, según el tipo de viento, la abertura favorecerá condiciones más o menos frías.

La variación de la temperatura diaria depende del estado del cielo. En días claros, la gran cantidad de radiación solar recibida y la libre expansión de la misma originan un amplio margen de variaciones térmicas, mientras que en días nublados dicho margen es inferior, al basarse en los cambios estacionales: en verano los días claros son más cálidos ya que se recibe una mayor radiación solar; pero en invierno, un día en las mismas condiciones es generalmente más frío que uno nublado, ya que durante el período nocturno, -más amplio que el diurno- el calor producido por la radiación escapa más fácilmente al encontrar una atmósfera más despejada.

Humedad

Entre los componentes de la atmósfera existe siempre una cierta cantidad de agua en forma de vapor, producida por la evaporación. Esta cantidad es variable según el lugar, el momento, dependiendo de aportes directos o indirectos (a través del movimiento del aire). No por el hecho de aportar cantidades ilimitadas de vapor aumenta la cantidad de éste existente en un lugar determinado. Llega un momento en que no admite más y se condensa en gotas líquidas o cristales de hielo formando una niebla o una nube. Se dice entonces que el agua está saturada de vapor de agua.

Esta cantidad máxima de vapor que admite un volumen de aire determinado depende de la temperatura a la que se encuentra dicho aire.

El vapor de agua contenido en la atmósfera proviene en parte de la evaporación del agua contenida en el suelo. Esto depende de la cantidad de calor absorbido por el suelo, es decir el balance energético, donde se necesita un aporte de energía de 600 calorías por gramo de agua. Este proceso no es indefinido, pues llega un momento en que el aire situado sobre la capa líquida se satura y la evaporación se contrarresta por las partículas que se condensan.

Esta cantidad máxima de vapor que admite un volumen de aire determinado depende de la temperatura a la que se encuentra dicho aire.

Entre las medidas más importantes de la humedad atmosférica figuran la humedad absoluta, la relativa, tensión de vapor y punto de rocío, descritas a continuación:

- **Humedad absoluta.** Es la cantidad real de vapor de agua en peso contenida en el volumen de aire. Normalmente se expresa en gramos por metro cúbico, aunque también puede encontrarse en gramos por kilogramo.

- **Humedad relativa.** Es la forma más común de expresar la humedad atmosférica. Es la relación entre el contenido de vapor en un momento determinado y el máximo que podría contener si estuviese saturado. Se expresa en tanto por ciento. En meteorología se utilizan unidades enteras. Ofrece una indicación directa del potencial de evaporación y está muy relacionada con el bienestar.
- **Tensión de vapor.** Es la presión parcial ejercida por el vapor de agua contenido en el aire. Cada uno de los gases que forman la atmósfera es responsable de una parte de la presión atmosférica (o tensión atmosférica), y el vapor de agua también. El vapor de agua no puede pasar de una tensión límite, rebasada la cual se condensa.
- **Punto de rocío.** Indica la temperatura a la que se saturaría la cantidad de vapor existente en el aire. Su variación diaria es mucho menor que cualquiera de los demás parámetros.

Debido que la saturación del aire depende de la temperatura y de la humedad relativa, se consideran ambos factores a la hora de determinar la evaporación. Por otra parte, el viento interviene también renovando el aire saturado y reemplazándolo por aire seco.

Sin embargo, no todo el vapor de agua proviene de la evaporación del agua contenida en el suelo. Si la presión de vapor existente en las células de las hojas de las plantas es mayor que la presión de vapor atmosférica, se produce el fenómeno de la transpiración.

En la transpiración intervienen diferentes factores, algunos físicos y otros dependientes de la planta.

La cantidad de agua transpirada depende de las características climáticas, de la disponibilidad de agua en el terreno y de la abertura de las estomas, que tiende a disminuir con el aumento de la radiación, disminuyendo la humedad del

terreno. Más allá de que por transpiración las plantas también pierden calor por evaporación.

La transpiración es el transporte y evaporación de agua desde el suelo a la atmósfera a través de las plantas, principalmente a través de las hojas. Mientras los estomas están abiertos y el agua se evapora en las hojas, las raíces incorporan agua desde el suelo y el transporte ascendente del agua en la planta es continuo.

La transpiración de las plantas, eleva la humedad del aire circundante y aumenta las precipitaciones, por lo que las zonas boscosas tienen un mayor índice de pluviosidad que los terrenos a los que se les ha despojado de su bosque natural debido a las talas masivas a los que se les ha sometido.

El efecto combinado de la transpiración de las plantas y la evaporación del suelo recibe el nombre de evapotranspiración.

La evapotranspiración es la energía que permite el movimiento o transporte de agua a lo largo del cuerpo de una planta depende del proceso de evaporación del agua en la superficie de las hojas y, por lo tanto, la fuente de este proceso es la energía solar.

Viento

La distribución desigual del calor producido por el sol y el movimiento de rotación de la tierra, generan el desplazamiento del aire de zonas de alta presión a baja presión, determinando los vientos dominantes de una región. Sin embargo, las perturbaciones debidas a la topografía, grandes masas de agua, vegetación hacen que los regímenes de vientos a nivel local modifiquen a los de tipo general.

El viento es aire en movimiento y sus principales características son:

- Dirección
- Velocidad

- Frecuencia
- Turbulencia

La dirección, velocidad y la frecuencia son medidas expresadas cuantitativamente, mientras que la turbulencia se expresa en términos cualitativos.

Las montañas presentan el máximo grado de rugosidad y por tanto originan el máximo grado de fricción al flujo de aire superficial.

La velocidad del viento se incrementa con la altura, esto se debe a la fricción que se origina entre las moléculas de aire más cercanas al suelo y la de la capa superior de aire

La fricción superficial produce turbulencia mecánica en las corrientes de aire y se determina por la rugosidad de las superficies y la velocidad del viento; la turbulencia térmica se asocia con la inestabilidad y actividad convectiva y es similar a la turbulencia mecánica en sus efectos en el viento superficial, pero se extiende a mayor altura en la atmósfera y se produce por el calentamiento superficial.

La turbulencia térmica se incrementa con la intensidad de calentamiento superficial y el grado de inestabilidad atmosférica; muestra cambios durante el día. Es más pronunciada en la tarde, cuando las superficies alcanzan su máximo calentamiento y el aire superficial es inestable, y es mínima durante la noche y madrugada cuando el aire es más estable y la temperatura más baja.

Las turbulencias mecánica y térmica frecuentemente ocurren juntas y cada una incrementa los efectos de las otras. La turbulencia térmica, inducida por la combinación de la convección y los vientos horizontales, es el principal mecanismo por el cual la energía calorífica se intercambia entre la superficie y el viento superior.

Existen diferentes tipos de vientos en una localidad como las brisas marinas y terrestres, vientos de ladera, valle, planicie, remolinos y vientos urbanos, se explicaran a continuación los de mayor importancia y relación que tienen para este proyecto de investigación, de los cuales se pueden distinguir:

- **Brisa marina y terrestre.** Debido que el calor específico del agua es mayor que el del terreno, durante el día la costa alcanza una mayor temperatura, por lo que se originan *brisas marinas* en superficie que soplan del mar hacia tierra, compensándose con un movimiento contrario en altura.

Durante la noche el proceso es inverso, originándose *brisas terrestres*. Las brisas frescas de la montaña ayudan al confort del sitio, y aunque generalmente su penetración no va más allá de un kilómetro hacia el interior, a veces alcanza los 50 kilómetros hacia las nueve de la noche, su velocidad no suele sobrepasar los 7 m/s, aunque en sitios determinados, y debido al efecto Venturi, puede ser mayor. (El efecto Venturi, implícito en el comportamiento del viento consiste principalmente en el aumento de velocidad que sugiere el viento al ser comprimido en su paso.

Si se encauza al pasar por una área más reducida, se incrementa su velocidad y por el contrario se disminuirá al pasar por un are más amplia.) A decir, Higuera (2006) las brisas terrestres suelen ser demasiado frías para mejorar el microclima, pero su escasa velocidad (no sobrepasan los 2

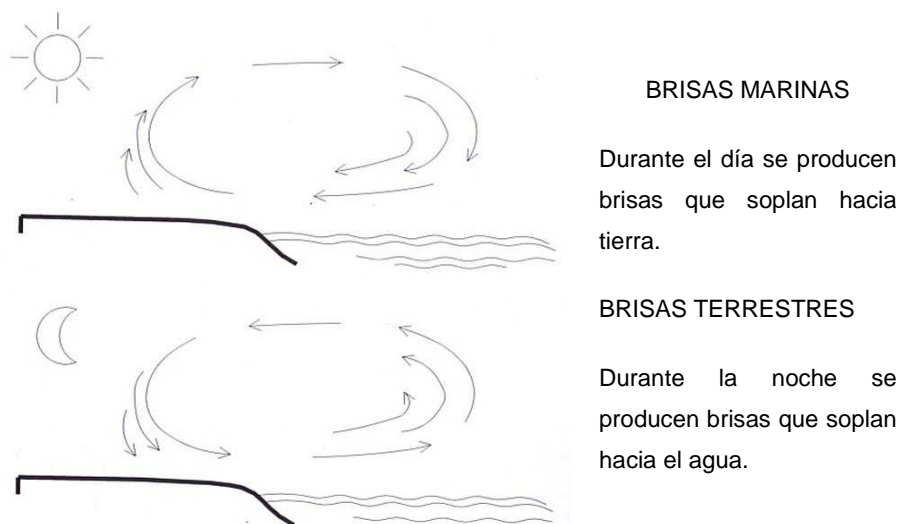


Imagen 3.1. Brisas marinas y terrestres.
Fuente del libro: La ciudad y el medio natural.

m/s) hace que no constituyan un grave problema de diseño, como se puede observar en la imagen 3.1.

- **Vientos de ladera y valle.** Los vientos en topografía montañosa son extremadamente complejos. Durante cierto tiempo, los vientos generales dominan la capa de aire superficial, pero cuando los sistemas de presión a gran escala se debilitan los vientos generales, disminuye entonces cuando existe fuerte calentamiento diurno o enfriamiento nocturno, los vientos convectivos de origen local se convierten en factores importantes del clima montañoso.

Las diferencias en el calentamiento de aire sobre las laderas de las montañas, centro de cañones, valles y planicies, como se pueden apreciar en la imagen 3.2; provocan diferentes sistemas de viento, pero todos interrelacionados. El común denominador es el flujo ascendente durante el día y el flujo descendente durante la noche.

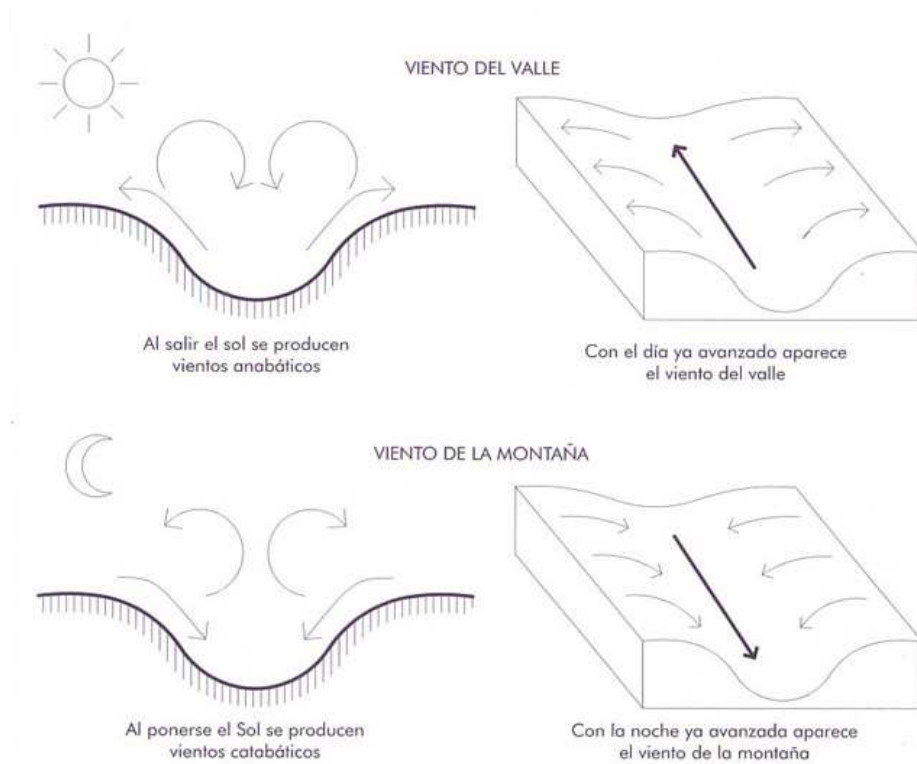


Imagen 3.2. Viento de valle y montaña.
Fuente del libro: La ciudad y el medio natural.

Clasificaciones climáticas

No existe una única clasificación de los climas, mas bien, existen innumerables formas de clasificación asentadas en criterios diferentes, siendo algunas de ellas: según criterios térmicos e higrotérmicos, biogeografías, algebraicas, geográficas, bioclimáticas, ecológico – agrícolas, basadas en unidades paisajísticas, genéticas, en el análisis de frecuencias de masas de aire, de balances de energía y bienestar bioclimático.

Debido a que no se puede estar sujeta a indicios excesivamente rígidos, sino más bien a las necesidades concretas, a las circunstancias del momento o determinados objetivos, no existe, por tanto bases fijas que permitan señalar una clasificación climática. En la actualidad el mejor conocimiento del clima es a través de sus elementos climáticos, pero también a través de sus factores climáticos. A continuación se explicará el clima del litoral costero y su relación con la primera fachada del litoral.

3.2.1 CLIMA DEL LITORAL COSTERO

Las características climáticas del litoral costero se explican por el contacto directo con el mar, y teniendo en cuenta el sentido normal de la circulación atmosférica, el efecto tiene un valor puramente local, en el aspecto térmico, es decir, tierra adentro, más allá de 10 km, la influencia no es constante. Las características climáticas aparecen en el límite del litoral, y afectan el régimen de temperaturas, humedad, nubosidad, viento y composición química del aire.

Las características que generalmente se presentan en los litorales costeros son:

- **El mar determina la homogenización de las temperaturas**, las máximas son más débiles y las mínimas más elevadas que en el interior. La variación diurna del agua del mar es un efecto inapreciable. En régimen anticiclónico marítimo de verano (vientos suaves que consisten generalmente de aire fresco, son formaciones estables y se mueven con lentitud), la brisa del mar impide el recalentamiento excesivo. En todas las estaciones, la humedad suaviza los procesos radioactivos locales, diurnos

y nocturnos, por otra parte, los anticiclones marítimos transportan aire mediterráneo, cargado de vapor de agua. A estas influencias meteorológicas se añade la acción reguladora de las masas de agua.

- **La influencia del mar en los vientos en la fachada del litoral.** La ausencia casi total de rozamiento sobre el mar determina vientos relativamente fuertes que provocan una sensación de frío al acelerar la evaporación cutánea. Las heladas son muy raras en la costa, pero la sensación de frío parece corrientemente más viva que en el interior. Por otra parte, la fuerza del viento disminuye rápidamente hacia el interior.

Otra característica del viento es la de marcar casi siempre la alternancia de las brisas de mar y tierra, aquellas que durante el verano se ven normalmente encontradas por el establecimiento de bajas de origen térmico en el interior de la Península, que acentúan la velocidad y prolongan la penetración tierra adentro.

- **Las brumas en la fachada del litoral.** El aire marino se carga de sales – cloruros, (bromuros, de yodo y de silica), estos aerosoles no se mantienen tierra adentro más que durante algunos kilómetros. Barry y Chorley (1972) dicen que los aerosoles provocan núcleos de condensación que explican la frecuencia de las brumas y el descenso del techo de nubes. Debido a la existencia de partículas higroscópicas, la condensación comienza antes de alcanzar el aire el nivel de saturación con humedades relativas del 70 a 80 %.
- **Valores más elevados de humedad en el litoral costero.** Los valores más elevados de humedad corresponden a la noche o primeras horas de la mañana, mientras que los valores más bajos se registran a mediodía y con vientos procedentes del cuarto cuadrante.

En términos generales, los valores de las medias de humedad relativa disminuyen en el mismo sentido que aumentan las temperaturas medias.

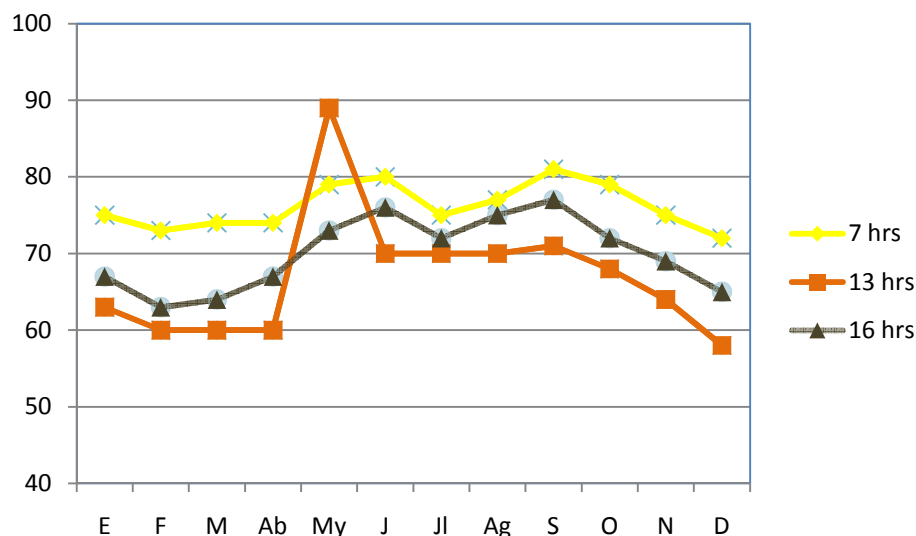
- **Ritmo diurno de la humedad relativa.** La humedad relativa sigue un ritmo diurno en estrecha relación con el que siguen las temperaturas. A

medida que la temperatura del aire aumenta, se eleva también la capacidad del aire para almacenar vapor de agua. Por lo tanto, no es extraño que en las horas de calor o en los meses cálidos, de Mayo a Septiembre, cuando la evaporación es más intensa, la cantidad de vapor aumenta en comparación con las horas de la noche o con los meses fríos del año, como se deduce en la grafica 3.1.

3.3 CONTEXTO Y CLIMA URBANO

Al estudiar los diferentes elementos que configuran el clima urbano, es necesario distinguir ciertas características generales. El clima urbano está condicionado en gran parte por el hombre, por lo cual puede ser modificado. Presentando notables diferencias, para la mayor parte de los parámetros climáticos, en lugares separados pocos metros. De manera que las variaciones de temperatura, radiación, humedad y velocidad del aire pueden presentar valores máximos o mínimos en una corta distancia; estas grandes variaciones no solamente se producen espacialmente, sino también a lo largo del día.

El clima urbano está definido por las particularidades de su entorno próximo: los edificios, las superficies pavimentadas o asfaltadas, las cuales modificaron las condiciones naturales que había antes de su construcción.



Grafica 3.1. Porcentaje de humedad en la estación de Tarragona.
Fuente. Instituto Nacional de Meteorología.

Una de las características que se presentan en el clima urbano son las siguientes:

- **Temperaturas más altas que en la periferia.** Existe un recalentamiento mayor en las zonas centrales urbanas, como se aprecia en la imagen 3.3. El calor se produce por la falta de disipación nocturna del calor acumulado por el día, debido a la presencia de la contaminación atmosférica (smog).

El problema se agrava en los espacios duros, debido a la tendencia a cementar completamente el suelo en determinadas zonas climáticas. La evapotranspiración de una baldosa hidráulica es bastante reducida. Esta ausencia de evapotranspiración significa que la mayor parte de la radiación solar incidente es transformada en calor, aumentando la temperatura, sumado a esto el escaso poder de reflexión de los pavimentos, se convierten en excelentes acumuladores térmicos que empiezan a ceder calor de forma notable en determinadas noches de verano que comienza a refrescar.

La variación de la temperatura diaria depende del estado del cielo. En días claros, la gran cantidad de radiación solar recibida y la libre expansión de la misma originan un amplio margen de variaciones térmicas

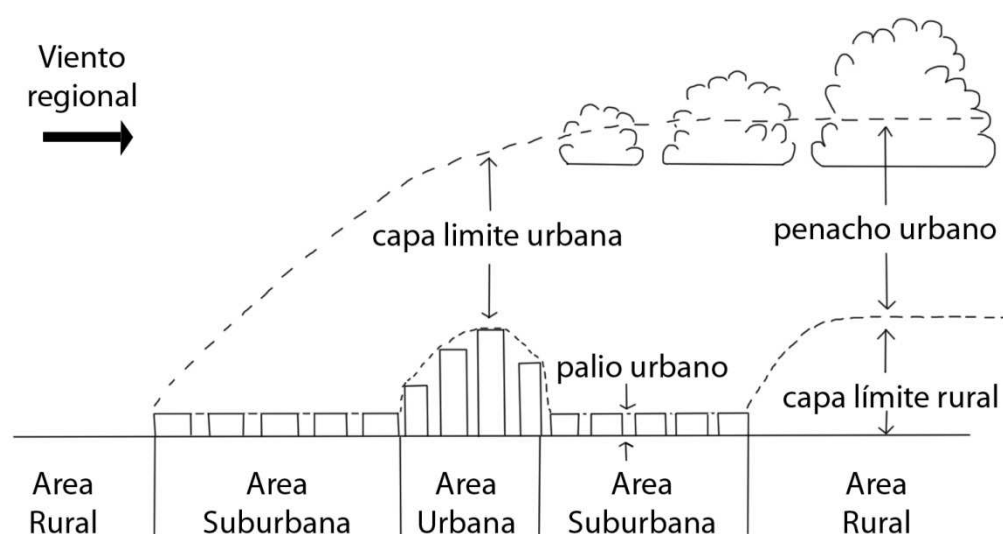


Imagen 3.3. Sectores con modificación urbana en horizontal y vertical.
Fuente del libro: Estudio del clima urbano de Barcelona.

mientras que en días nublados dicho margen es inferior, al basarse en los cambios estacionales: en verano los días claros son más cálidos ya que se recibe una mayor radiación solar; pero en invierno, un día en las mismas condiciones es generalmente más frío que uno nublado, ya que durante el período nocturno, -más amplio que el diurno- el calor producido por la radiación escapa más fácilmente al encontrar una atmósfera más despejada.

En el estudio de las temperaturas en la ciudad se observa que pueden variar notablemente en unos pocos metros. Así, pueden apreciarse diferencias de hasta cinco grados en la temperatura del aire cerca del asfalto y a 10 metros del mismo sobre la hierba a la sombra. Pero donde más se acentúan estas diferencias es en el calor por contacto, pudiendo llegar a ser de más de 25° C en esos mismos 10 metros.

Otra característica notable respecto a la temperatura es que una gran parte de las actividades urbanas son generadoras de calor. Esto explica el fenómeno de las denominadas islas de calor, por el cual determinadas zonas urbanas pueden llegar a estar hasta 8° C más calientes que las áreas circundantes, sobre todo en las primeras horas de las noches claras y serenas. Estas islas pueden tener una profundidad de centenares de metros dependiendo del tipo de edificaciones.

- **Baja velocidad de viento en el espacio urbano.** En general, su velocidad es menor en el medio urbano, siendo todavía menores en el centro que en los suburbios. Sin embargo, lo mismo que ocurre con las temperaturas, las velocidades son muy variables según las zonas, épocas del año y horas del día. Así, al darse la mayor variación con las zonas rurales para los vientos fuertes, ésta es más clara en invierno que en verano (en invierno suelen darse en las zonas templadas los vientos más fuertes).

Por otra parte, así como en las horas diurnas la velocidad en el centro de las ciudades es considerablemente menor que en las áreas rurales circundantes, durante la noche puede ser incluso mayor debido a la mayor

turbulencia mecánica que se genera sobre la ciudad. Edificios y calles, con su variedad de formas y volúmenes, hacen difícil conocer, siquiera de forma aproximada o mediante modelos de simulación, los flujos de aire que se producen.

- **Baja humedad en la ciudad.** El grado de humedad en las ciudades es menor que en su entorno rural por la disminución de la evapotranspiración. Sin embargo, Oke, (1987), menciona que se producen también aumentos periódicos de la humedad relativa, esto sucede fundamentalmente por las noches en épocas de buen tiempo, y en invierno cuando, como consecuencia del sobrecalentamiento, aumenta la condensación. Changnon, comenta que en las zonas donde existe una alta concentración de edificaciones o de plantas industriales es donde, como consecuencia de la disminución del viento, se alcanzan niveles de pluviosidad más altos y frecuentes.

Debido a que normalmente en las ciudades no existen grandes extensiones de agua y la evacuación de la misma cuando llueve es muy rápida dado a los altos coeficientes de esorrentía de la mayor parte de los materiales artificiales, la evaporación tiende a ser escasa.

3.3.1 MATERIALES

Los elementos verticales (fachadas, muros) así como los horizontales (cubiertas, suelos y pavimentos), pueden modificar las condiciones de confort a través de sus características térmicas en los espacios exteriores. Estas incluyen las calidades de los materiales, espesores de las capas de construcción dimensiones de la superficies y su ubicación. La adecuada elección de materiales podrá reducir la amplitud térmica, y evitar picos excesivos de temperatura en verano, aprovechando la radiación solar en invierno.

Algunas de las características de los materiales, incluyendo las propiedades térmicas básicas (densidad, conductividad y resistencia); son las propiedades superficiales absorptividad, emisividad y reflectividad, que a continuación se describen:

- **Densidad** no es una propiedad térmica en sí misma, se trata de una característica que afecta de manera significativa el desempeño térmico de los materiales. La densidad, o masa específica de un material, es el cociente que resulta de dividir la cantidad de masa (kg) de dicho material por su volumen unitario (m³). Así, la densidad que caracteriza al material se mide en kilogramos por metro cúbico (kg/m³).

Los materiales empleados en la edificación presentan un amplio rango de densidades. Algunos productos aislantes apenas alcanzan una densidad de 10 kg/m³, mientras que los más pesados, como el cobre, alcanzan densidades cercanas a los 8,900 kg/m³.

- **Conductividad** (k) se refiere a la capacidad de un material para conducir calor a través de su estructura interna y se expresa en Watts por metro grado Celsius (W/m °C). Otra unidad, aunque de uso cada vez menos frecuente, es la kilocaloría por hora metro grado Celsius (Kcal/mhr °C). La equivalencia entre ambas unidades es:

$$1 \text{ Kcal/mhr } ^\circ\text{C} = 1.163 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$$

En algunos estudios la conductividad térmica se describe como el flujo de calor que, en régimen estacionario, atraviesa un material de caras plano-paralelas y de espesor unitario, durante una unidad de tiempo, cuando la diferencia de temperatura entre sus caras es de una unidad.

- **Resistividad** es el inverso de la conductividad (1/k) y por lo tanto representa la capacidad del material para resistir el flujo de calor. Se expresa en metro grado Celsius por Watts (m °C/W).

Por ejemplo, el acero es un material de elevada conductividad (50 W/m °C) y baja resistividad (0.02 m °C/W), mientras que el poliestireno expandido tiene una conductividad muy baja (0.03 W/m °C) y una resistividad alta (33.33 m °C/W).

- **Absortancia**, representa la fracción de radiación incidente que es absorbida por un material, con valores que van de 0.0 a 1.0 (aunque también se puede expresar en términos de porcentaje, de 0% a 100%). La

absortancia, en ocasiones denominada absorción superficial, depende fundamentalmente del color y el acabado de los materiales.

- **Transmitancia**, corresponde a la cantidad de flujo térmico que permite un material, es decir, la cantidad de energía que atraviesa un material, en un determinado tiempo, siendo el inverso a la resistencia térmica.

Los materiales tienen una inercia térmica la cual corresponde al espesor del material; la alta transmitancia térmica de los materiales crea condiciones que varían durante un año, en verano demasiado calor y en invierno mucha pérdida de este, a diferencia de los materiales de baja transmitancia térmica que reducen el flujo térmico.

- **Reflectancia**, es la cantidad de energía que es reflejada por un objeto luego de que esta incide sobre él. Esta energía que es reflejada se llama también albedo el cual según RAE (2009), es la razón entre la energía luminosa que difunde por reflexión una superficie y la energía incidente. El resto de la energía incidente puede ser transmitida o absorbida por el objeto.

Los materiales varían según afecte la radiación solar, los factores propios del clima y la ubicación, así como las características propias del material frente a la radiación solar debido a que esta varía su emisividad, provocando una pérdida de calor.

Los materiales que tienen una elevada capacidad térmica, es decir, un espesor considerable y un gran calor específico volumétrico, así como una conductividad moderada, digamos entre 0.5 y 2.0 W/m °C, generan lo que se conoce como efecto de masa térmica. Entre ellos podemos incluir el adobe (y la tierra en general), el ladrillo, la piedra, el concreto y el agua (uno de los más eficientes).

Estos materiales pesados tienen la cualidad de absorber la energía calórica y distribuirla gradualmente en su estructura interna. Dado que requieren una gran cantidad de energía para aumentar su temperatura, los procesos de transmisión de calor por conducción a través de ellos propician un efecto de

“almacenamiento” de calor, lo cual provoca fenómenos bastante peculiares. Para comprenderlos mejor imaginemos la siguiente secuencia de eventos:

Un muro grueso de adobe recibe una cantidad importante de radiación solar durante el día. La radiación solar calienta la superficie exterior del muro y ese calor es absorbido y transmitido lentamente hacia la superficie interior (siempre y cuando ésta tenga una temperatura inferior). Unas ocho horas después de que el muro recibió la mayor cantidad de energía, es decir, durante la noche, su superficie interior alcanza la mayor temperatura posible, contribuyendo a calentar el espacio interior. Para ese momento el muro ha “almacenado” una cantidad importante de energía, por lo que seguirá radiando calor hacia el interior bastantes horas después de que la superficie exterior haya dejado de recibir radiación. Aún cuando durante la noche el muro pierde calor también hacia afuera (si la temperatura exterior desciende lo suficiente) una parte importante de éste continuará ingresando al espacio interior.

Se puede afirmar que conocer con cierto detalle las características térmicas de los materiales empleados en el diseño de los espacios exteriores, resulta indispensable para tomar las decisiones adecuadas.

Fariña (2001), menciona que los materiales urbanos se caracterizan por una mayor capacidad calorífica que depende de el hecho de poseer, por norma general, albedos menores que los de las superficies rurales. Frente a un menor albedo, el mayor calor específico aumenta el porcentaje de la energía absorbida y desprendida posteriormente, aunque haya tardado más tiempo en calentarse.

Este hecho, unido a la menor porosidad y almacenamiento de humedad, provoca que se calienten lentamente durante el día (retraso del máximo diurno frente al entorno rural), pero acumulan más energía calorífica que las superficies rurales y la transmiten también con mayor lentitud a la atmósfera durante la noche, retrasando el enfriamiento del aire en contacto con ellos.

Uno de los materiales más utilizados en los espacios exteriores es el asfalto. Una de las causas de aumento de temperatura en las zonas urbanas respecto a zonas no edificadas o bien de la reducción del albedo, es a causa de la pavimentación del suelo. El empleo de materiales de muy alta absorción,

como es el asfalto provoca la absorción de la luz solar y su conversión en calor, los materiales recalentados emiten radiación infrarroja. El calor absorbido durante el día se emite durante las horas en que ya no incide el sol, por lo que se amortigua la bajada de temperatura nocturna.

Los objetos del ambiente exterior sobre los que incida la radiación solar estarán sometidos a estos coeficientes y provocaron efectos secundarios, favorables o desfavorables. En ocasiones el efecto es inmediato, en otras es un efecto indirecto, por ejemplo en la temperatura del aire exterior, que es la consecuencia de la radiación que han absorbido las superficies irradiadas y que calienta el aire por convección al cabo de un rato.

Así los colores de los pavimentos y paredes. Si los colores son claros reflejarán la radiación solar que ha recibido sin calentarse, por lo que tampoco se calienta el aire, por este motivo, en climas fríos son mas aconsejables los pavimentos y paredes ligeramente oscuros que no solo servirán para calentar los espacios exteriores sino que, prolongará el uso de ese espacio unas horas después de la puesta del sol.

3.3.2 VEGETACIÓN

Fariña (2001), expone: la naturaleza está presente en las ciudades a lo largo de toda su historia, principalmente a través de jardines huertos, o como fondo escénico. En la Edad Media, los espacios agrícolas circundantes eran imprescindibles para el abastecimiento de la población urbana, es en el barroco donde alcanza su máximo esplendor los paseos arbolados con claros fines escenográficos y las grandes áreas ajardinadas. Durante el siglo XIX nace el concepto de parque público y es Paxton el que proyecta un parque público de la comunidad de 50 ha, en la ciudad inglesa de Birkinhead. En la actualidad, las reservas de zonas verdes urbanas están reguladas y son cesiones obligatorias en cualquier nuevo desarrollo residencial.

Higueras (2006), menciona la estadística de dotación de espacios verdes en diferentes ciudades españolas arroja resultados muy desiguales, como se puede apreciar en la tabla 3.2.

Desde las ciudades muy poco dotadas, como Sevilla con $2,1 \text{ m}^2 / \text{hab.}$; Barcelona $3,9 \text{ m}^2 / \text{hab.}$; hasta Madrid $13,5 \text{ m}^2 / \text{hab.}$; y Vitoria con $13,7 \text{ m}^2 / \text{hab.}$ En Quebec Canadá, el estándar deseable es de 1 árbol por habitante. La Organización Mundial de la Salud fijaba en 1980 una relación mínima de $9 \text{ m}^2 / \text{hab.}$ En el Plan General de Turín se diferencia el estándar en función del tipo de zona verde, como se muestra en la tabla 3.2.

Cada ciudad exige un matiz diferente y sobre todo, unas especies vegetales propias adaptadas a su microclima.

Salvador (2003), destaca la propuesta para el Plan verde del Cauce del Río Turia en Valencia, España, abarcando desde la gran escala de espacios naturales hasta el arbolado de alineación en las aceras; como se muestra en la tabla 3.3

La ciudad es un nuevo medio adaptado a las necesidades de la especie humana y no a las especies vegetales y animales. La urbanización supone la sustitución de los ecosistemas naturales dentro de una gran densidad creada por el hombre muestra un marcado descenso de las especies autóctona vegetales.

El espacio urbano está sometido a una gran cantidad de tensiones como ruidos, perturbaciones y contaminación que, combinados reducen la presencia de flora y fauna en el.

Siendo la vegetación el manto vegetal de un territorio, el cual estabiliza las pendientes, retarda la erosión influye en la cantidad y en la calidad del agua, mantiene los microclimas locales, filtra la atmósfera, actúa como atenuante del ruido y contribuye al hábitat de numerosas especies animales.

Tipo de forma verde urbana	Estándar óptimo m^2 por hab
Parque público	15
Espacios verdes periurbanos	25
Zona de juegos para niños	1 – 25
Huertos urbanos	1 - 2

Tabla 3.2. Estándar óptimo del tipo de forma verde urbana. Fuente del libro: Urbanismo bioclimático.

Sukopp y Werner (1989), mencionan que los ecólogos dividen a la ciudad refiriéndose a Europa y Norteamérica en las siguientes zonas:

- El centro de la ciudad, edificado casi en su totalidad, cuenta con numerosos edificios históricos con patios pavimentados.
- Zonas edificadas en línea salpicadas de jardines y pequeñas zonas verdes.
- Zonas de construcción dispersa con casas unifamiliares y en línea con jardines y en transición hacia el extrarradio.
- Polígonos industriales.
- La existencia de tráfico, la construcción de vivienda y zonas de oficinas llevan a la reducción de las zonas verdes en las ciudades, las praderas y zonas húmedas han desaparecido casi por completo, en muchos casos se han suprimido por motivos higiénicos o fueron drenadas para permitir la construcción de edificaciones.

PROPORCIÓN DE ZONAS VERDES PARA EL PLAN VERDE DEL CAUCE DEL RIO TURIA (VALENCIA, ESPAÑA)

Concepto	Superficie media mínima	m ² /hab	Relación superficie en %	Radio de influencia
Áreas naturales Espacios naturales	2 ha	5	2,75%	2km para 20 ha 5km para 100 ha 10km para 500 ha
Áreas periurbanas Parque periurbano (incluido bosques)	25 ha	5	2,75%	de 1 a 2 km
Áreas Urbanas Parque urbano Parque distrito Jardines, parque de barrio Jardines y plazas vecinales Zona de juegos Total	10 ha 5-10 ha 1-5 ha 1.000 m ² -1 ha >1000 m ²	5 2,5 2 1,5 1,5	2,75% 1,38% 1,10% 0,80% 0,80%	1.000 m 500 m 250 m 100 m 100 - 1.000 m (*)
Paseo y reposo peatonal Áreas libres	1500 m ²	2 2	1,10% 1,10%	400
Huertos urbanos Huertos de ocio	2ha	1	0,55%	1.000m
Arbolado en calles				de 1 a 3 árboles por habitante

Tabla 3.3. Proporción entre cantidad de zonas verdes y calidad en un espacio urbano. Fuente del libro: Urbanismo bioclimático.

Fariña (2001), comenta que uno de los problemas, recurrentes a lo largo de la historia de la urbanización, ha sido la necesidad de las zonas verdes y espacio libre en el interior de las ciudades, esta necesidad de presencia de la naturaleza en la ciudad tiene se justifica por los siguientes motivos:

- Ornamentar la ciudad.
- Proporcionar espacios recreativos para la expansión de la población y favorecer el contacto de esta con la naturaleza.
- Mejorar las condiciones climáticas de la ciudad: aumento de la humedad y control de la temperatura.
- Reducir la contaminación ambiental, ya que las hojas sirven para el depósito de las partículas contaminantes en suspensión.
- Servir como filtro y freno a la velocidad del viento amortiguar el ruido de baja frecuencia.
- Proporcionar espacios adecuados para el desarrollo de la vida animal
- Reflejar los cambios estacionales a lo largo del año.

La edad, el tamaño y la ubicación de los espacios abiertos, así como el uso que se hace de ellos y los cuidados que se dedican, determinan su importancia como espacios vivos.

La mayoría de las zonas verdes de los centros urbanos presenta una calidad muy limitada de especie vegetales que se, esto se debe a que las zonas verdes son de pequeñas dimensiones y están frecuentemente aisladas.

Importancia de las zonas verdes para la biodiversidad y el medio ambiente

Los jardines y parques antiguos, contienen con frecuencia una biodiversidad notablemente rica. Son los principales hábitats de las plantas y animales urbanos. Las instalaciones más antiguas y bien consolidadas atraen, aves y mamíferos cuyo hábitat natural es el bosque. Como una parte creciente de la población vive en zonas urbanas y recibe en ellas su percepción diaria de la naturaleza, es importante la naturaleza de las zonas urbanas para la concienciación ambiental y para su conocimiento.

3.3.3 CONFIGURACIÓN ESPACIAL

La forma, altura, y tamaño de los edificios, orientación de calles y construcciones, así como las características de las superficies de los espacios exteriores, todos estos factores tienen un impacto en el clima urbano (edificaciones, circulaciones, áreas de estacionamiento, fábricas, etc.) modificando el clima, con el cual interactúa. Existe una compleja interacción entre las construcciones y su ambiente exterior. Por un lado, las condiciones climáticas interiores y la comodidad en cualquier construcción dependen de las condiciones climáticas que rodean a la misma, pero por otra parte, el edificio en sí mismo, y especialmente el conjunto de inmuebles, modifican las condiciones del clima que lo rodea. Los detalles del diseño del tienen una influencia marcada en las condiciones climáticas que afectan a los peatones que caminan al aire libre, especialmente la protección de la lluvia, sol, y del deslumbramiento en las calles.

La definición geométrica del espacio urbano depende muchas veces de la envolvente de los edificios. En este espacio la relación espacio interior / espacio exterior se presenta conjuntamente. El interior es el espacio protegido contra las inclemencias del tiempo y es símbolo de privacidad, el espacio exterior es un espacio de movimiento con zonas públicas, semi-públicas y privadas.

En el espacio urbano nos encontramos con dos elementos básicos: la calle y la plaza. Se distinguen por sus espacios que lo conforman, los cuales corresponden a las circulaciones y a los edificios. Con respecto a formas espaciales presentan las mismas características geométricas.

Una plaza es un espacio urbano público, amplio y descubierto, en el que se suelen realizar gran variedad de actividades. Las hay de múltiples formas y tamaños.

La calle es la que organiza la distribución de terrenos y comunica cada una de las propiedades. Dada su estrechez crea un ambiente de tráfico y rapidez. En la calle la arquitectura solo se percibe de forma casual. La calle es un espacio de circulación y raras veces aparece como espacio aislado e independiente.

La circulación peatonal es un espacio urbano que permite el movimiento de personas, enlaza calles, plazas y parques; es un camino para ir de un sitio a otro, permitiendo el paso de peatones como de ciclistas

La ciudad es una red de comunicaciones creada por calles y paseos peatonales y plazas. Este sistema de flujos está íntimamente relacionado con las actividades y usos del suelo.

La circulación peatonal creada como un espacio básico para comunicación adquiere formas diferentes dependiendo de su importancia y su dimensión.

Las formas generales no necesariamente pueden ser geométricamente puras, se modifican de forma espontánea y natural por influencias externas del suelo o la topografía.

Las calles están determinadas por las tramas y redes, las cuales pueden tomar distintas formas como se observa en la imagen 3.4:

- **Trama rectangular o triangular**, muy a menudo se presentan en forma de malla rectangular o triangular. La menos frecuente es la malla triangulada ya que produce intersecciones más complicadas.

La malla rectangular es aún el sistema más comúnmente utilizado en el trazado de calles. La malla puede ser curvilínea para amoldarse a la topografía.

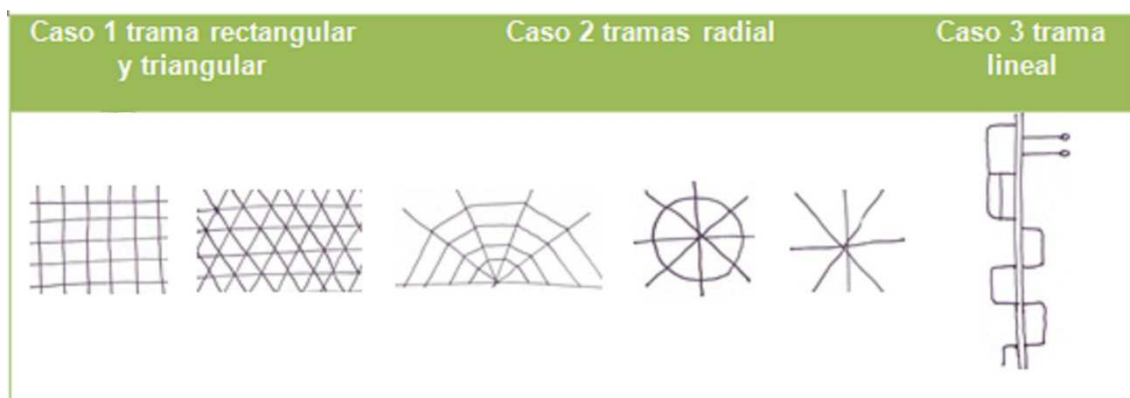


Imagen 3.4. Tramas. Fuente del libro: La imagen de la ciudad.

La esencia de un sistema de mallas es su regularidad en las interconexiones. No necesita ser compuesta por líneas geoméricamente rectas, tampoco tiene que encerrar parcelas de igual tamaño y forma.

- **Trama radial.** Es el sistema en el que los cauces salen del centro. Pueden añadirse anillos al sistema para crear una red radio concéntrica, que favorecen el flujo hacia el centro.
- **Trama lineal.** Consiste en una línea simple o una serie de paralelas, a las que se unen directamente todos los orígenes y destinos.

3.3.3.1 TIPOLOGÍA DEL ESPACIO PEATONAL

El espacio urbano está conformado por diversas tipologías desde la más generales como la del cañón urbano, en la cual están ligadas las tipologías de las calles, circulaciones peatonales, plazas y áreas verdes, determinando la relación que guardan los espacios edificados con las áreas libres.

Tipología de cañón.

El cañón urbano, el cual se aprecia en la imagen 3.5, es la principal unidad geométrica bajo el palio urbano, (sector entre edificios que los cubre, siendo una composición de microclimas inferida por las característica de los alrededores más inmediatos conformado por las fachadas que cortan de forma horizontal al suelo de calles y plazas, dan lugar a un volumen que posee tres superficies y una cara abierta al cielo.

Esta peculiar geometría facilita que la radiación solar incidente sufra múltiples reflexiones en las paredes y el pavimento, incrementando el efecto de absorción por los materiales de estas superficies. Por la noche, estas características juegan un papel más importante, ya que reducen la pérdida radiactiva nocturna cuanto mayor será el grado de ocultación del suelo, menor serán las pérdidas.

El factor de visión del cielo, SVF por su siglas en inglés (Sky view factor), expresa la relación entre la altura de los edificios y la amplitud de los espacios libres, como se observa en la imagen 3.6. En el capítulo IV se explica el cálculo del SVF.

Es necesario identificar las circulaciones peatonales por el tipo de cañón. Esta característica influye en el balance del confort térmico. Esta tipología está dada en función de la presencia de espacios abiertos adyacentes a las circulaciones peatonales, clasificándose de la siguiente manera:

- **Cañón abierto** Se refieren aquellas circulaciones peatonales cuya extensión transcurre entre plazas, jardines, parques cualquier espacio abierto.

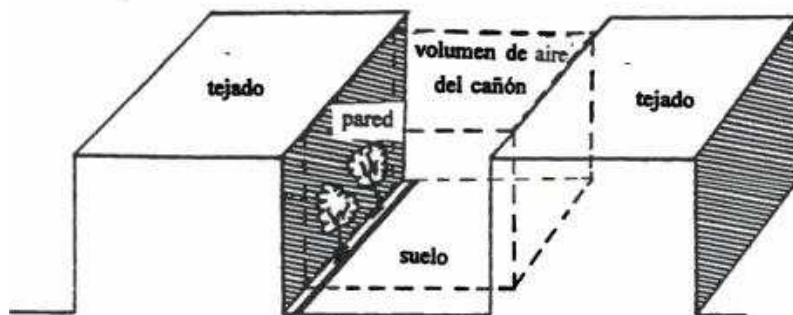


Imagen 3.5. Cañón urbano.
Fuente del libro: Estudio del clima urbano de Barcelona.

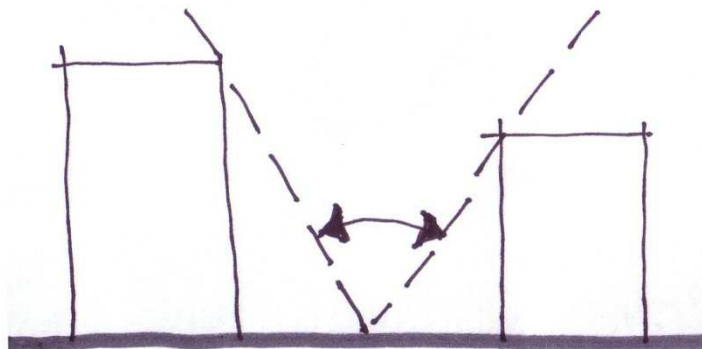


Imagen 3.6. Factor de vista de cielo SVF (Sky view factor).
Fuente: realizado por la investigadora.

- **Cañón semi-abierto** Son aquellas circulaciones peatonales en que solo uno de los lados de ella transcurre por un espacio abierto
- **Cañón cerrado** Consiste en aquellas circulaciones con edificaciones en ambos lados.



Foto 1 Caso abierto



Foto 2 Caso semi-abierto



foto 3 Caso cerrado

Imagen 3.7. Ejemplos de circulaciones peatonales por tipologías de cañón.

Fuente: fotografías tomadas por la investigadora.

Dentro de estas tipologías de cañón, se pueden distinguir las siguientes circulaciones peatonales:

Calle peatonal Espacio donde el uso peatonal es preferente, pero se combina con la circulación vehicular esporádica (vecinos, carga y descarga, emergencias). Se consideran sobre todo aquellas calles con sección única.

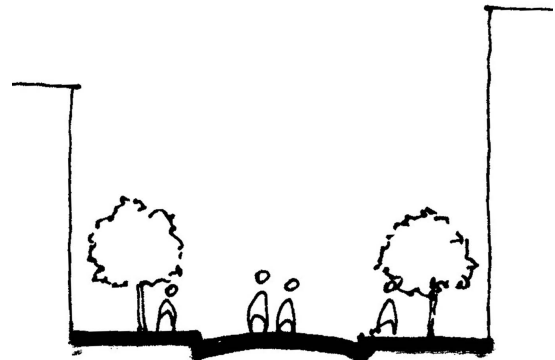


Imagen 3.8. Calle peatonal en Barcelona.
Fuente: realizados por la investigadora.

- **Rambla**, es un espacio peatonal segregado de la edificación, con circulación de vehículos por ambos lados y donde la relación espacio peatonal / espacio de circulación es >1 . Espacio preferente para el peatón, de alta ocupación.

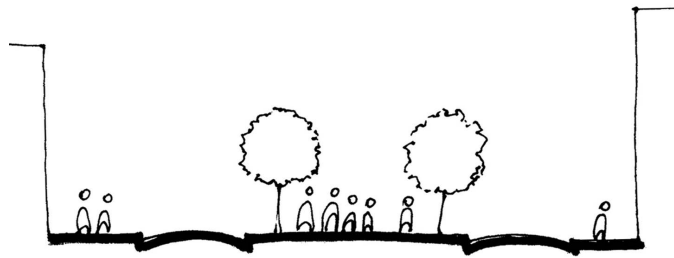


Imagen 3.9. Rambla de Barcelona.
Fuente: realizados por la investigadora.

- **Boulevard** Espacio peatonal segregado de la edificación contiguo por ambos lados a una vía vehicular y donde la relación: espacio peatonal / espacio de circulación es <1 . Espacio preferentemente ocupado por el vehículo.

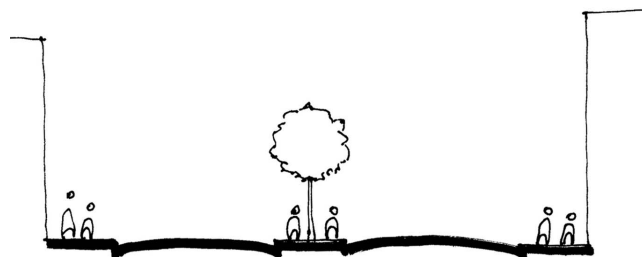


Imagen 3.10. Boulevard.
Fuente: realizados por la investigadora.

- **Paseo peatonal** son las circulaciones que transcurren a lo largo de un río, lago o mar, con una continuidad lineal. Su ancho puede variar entre 2,5 a 10 m., su forma sigue a la forma natural del cauce del río, lago o mar.

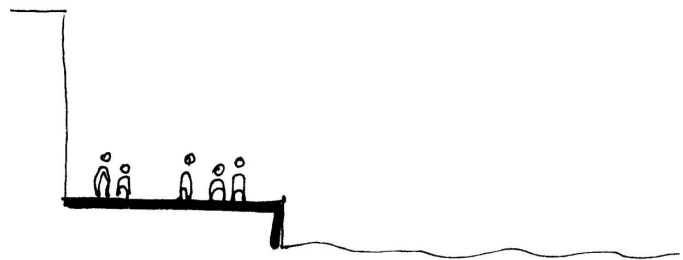


Imagen 3.11. Paseo peatonal, la Barceloneta.
Fuente: realizados por la investigadora.

- **Aceras anchas** Espacio peatonal no segregado de la edificación, que transcurren a lo largo de una vía vehicular, con un ancho entre 5 y 10 m.

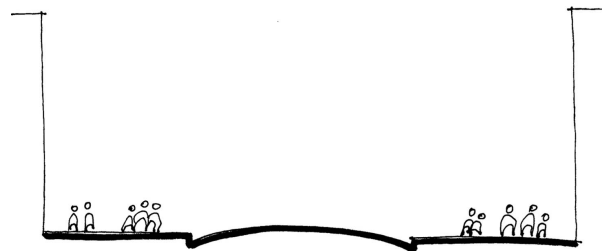


Imagen 3.12. Aceras anchas.
Fuente: realizados por la investigadora.

- **Aceras estrechas** Espacio peatonal que transcurre a lo largo de las edificaciones, alejado de las vías vehiculares; con un ancho < 5 m

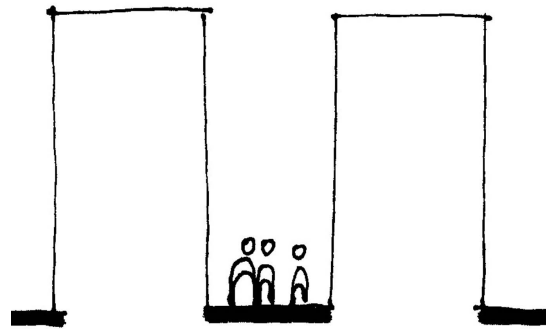


Imagen 3.13. Aceras estrechas.
Fuente: realizados por la investigadora.

3.4 LA CONFIGURACION ESPACIAL Y LOS ELEMENTOS DEL CLIMA.

La configuración espacial, formada por la estructura urbana, la diversidad de suelos, pavimentos, cubiertas, así como la vegetación y los materiales, crean importantes cambios que se traducen en la formación de espacios climáticos bien diferenciados. No existen manuales de aplicación en general, cada sitio, con su entorno y características, necesitará de unas medidas específicas, dentro de su propia integración, es muy difícil plantear soluciones integrales debido a las características propias de sus tejidos urbanos. Se debe adecuar los trazados urbanos a las condiciones singulares del clima y el territorio, entendiendo que cada situación geográfica debe generar un diseño característico y diferenciado con respecto a otros lugares.

Las intervenciones para un diseño equilibrado con su medio ambiente tiene como factor prioritario el plan del medio natural circundante, la estructura viaria, la situación de las zonas libres la morfología, a continuación se explicaran como

las diferentes variables interactúan con la configuración espacial, la vegetación y los materiales.

3.4.1 La radiación solar y su repercusión en el espacio construido

Higueras (2006), menciona que el recorrido del sol en la bóveda celeste establece unos condicionantes básicos en el diseño, delimitando las situaciones urbanas más favorables para determinados usos. Condicionando los diseños de las fachadas de los edificios, y determina muchos factores de la red de espacios libres y zonas verdes de la ciudad.

Se ha de tener en cuenta cuál es la altura y la distancia de los edificios colindantes y enfrentados, pues las características de éstos pueden provocar que se reduzca considerablemente el asoleo efectivo.

La orientación de las calles determina los patrones de radiación solar de los edificios durante el año, a lo largo de sus fachadas y en los espacios entre los edificios, modificando el confort del peatón.

Orientación de las circulaciones peatonales

La orientación de una circulación peatonal incide principalmente sobre las condiciones de confort térmico y la calidad del aire. El comportamiento térmico de las circulaciones peatonales con orientación Este – Oeste son las que presentan condiciones más cálidas en los meses de verano. Esto se debe a que la exposición de radiación solar a lo largo del día es muy alta y los balances de energía tienden a ser elevados, sobre todo en circulaciones con poca proyección de sombra. En donde la fachada Sur del edificio recibe la mayor cantidad de sol y la fachada Norte es la que permanece en sombra, como se muestra en la imagen 3.14.

Se puede apreciar en la imagen 3.15, que en verano, las circulaciones peatonales Norte - Sur en cambio tienen menor ganancia de calor a lo largo del día, por la mañana la radiación solar la recibe la fachada Este y por la tarde la

Oeste, estas secciones son menos cálidas que la anterior; más sin embargo la situación crítica es en los meses de invierno.

Por último, las circulaciones Suroeste - Noreste y Noroeste - Sureste tienen un balance de calor intermedio, siendo ligeramente más cálida la Suroeste – Noreste, como se presenta en la imagen 3.16.

Neuzil, establece que los espacios situados entre edificios pueden estar más o menos resguardados, dando las siguientes precisiones para los jardines rodeados por edificación:

Para jardines situados entre edificios en dirección Norte – Sur, como se aprecia en la imagen 3.17, el soleamiento (medido por el crecimiento de las plantas), alcanza su mayor valor en el centro del jardín, reduciéndose progresivamente

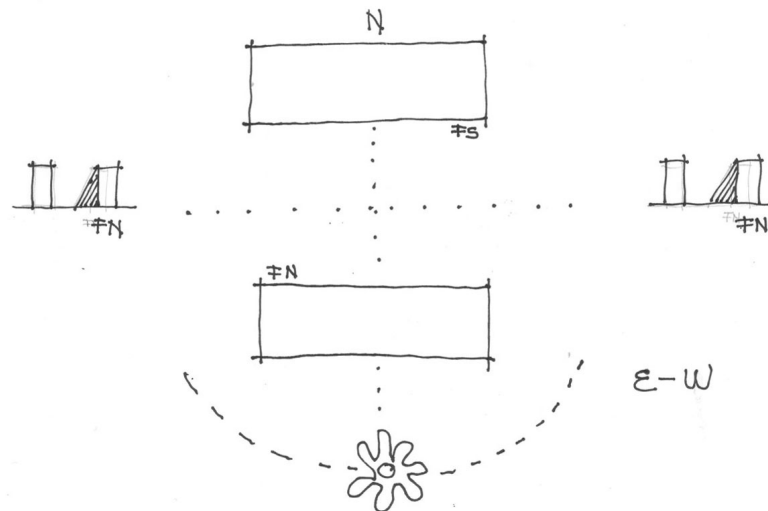


Imagen 3.14. Orientación de circulación peatonal Este – Oeste.
Fuente: realizado por la investigadora.

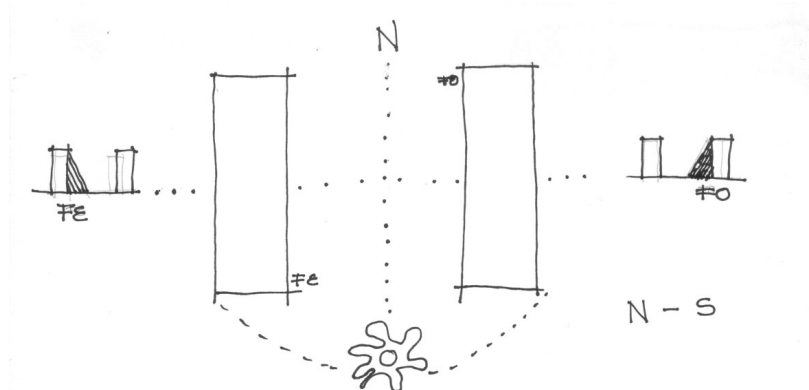


Imagen 3.15. Orientación de circulación peatonal Norte – Sur.
Fuente: realizado por la investigadora.

hasta menos de la mitad cerca de las fachadas de las casas.

Si la dirección, tanto de los edificios como del jardín, es Este – Oeste, como se observa en la imagen 3.18, la fachada Sur del jardín aparece deficientemente soleada para alturas superiores a las cuatro plantas. En el caso de que los edificios sean de dos plantas esta deficiencia es imperceptible ya que sólo aparecen en sombra las fajas delanteras y senderos laterales.

Es inútil conseguir un jardín en patios de manzana cuyo diámetro inscrito sea menor que la altura de los edificios que lo rodean, como se puede apreciar en la imagen 3.19.

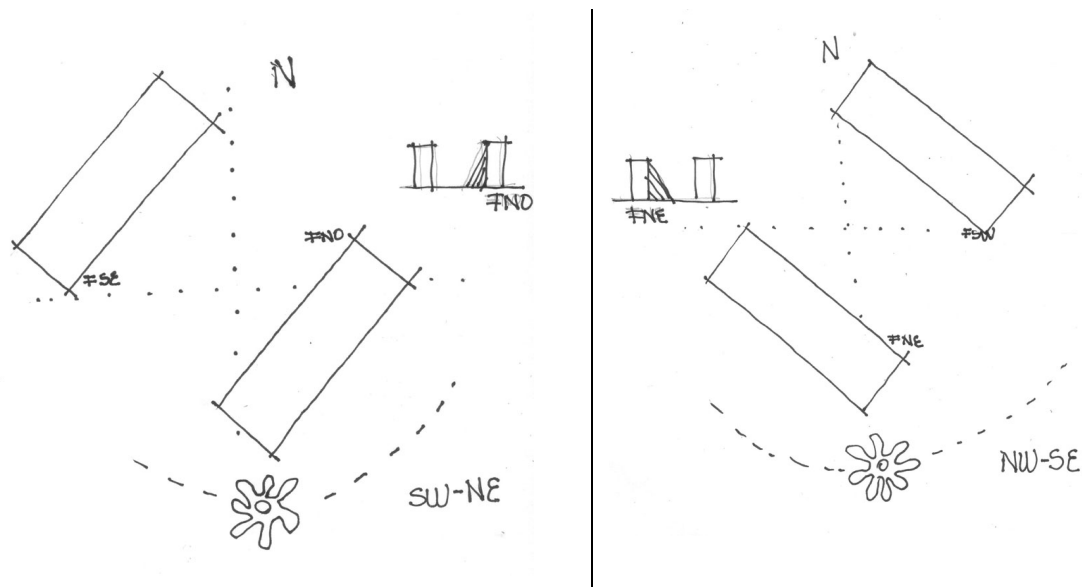


Imagen 3.16. Orientación de circulación peatonal Suroeste – Noreste y Noroeste - Sureste.
Fuente: realizado por la investigadora.

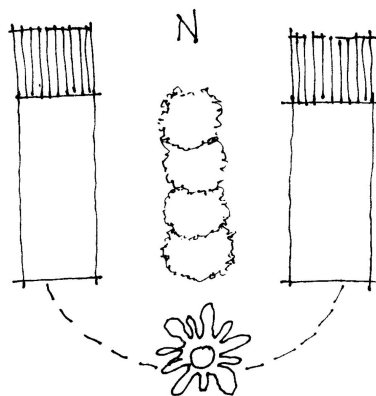


Imagen 3.17. Orientación de edificios Norte – Sur
Fuente: realizado por la investigadora.

El incremento de superficie libre conseguido al aumentar la altura de la edificación conservando el mismo volumen edificable no se produce a partir de la cuarta planta si se considera la sombra generada.

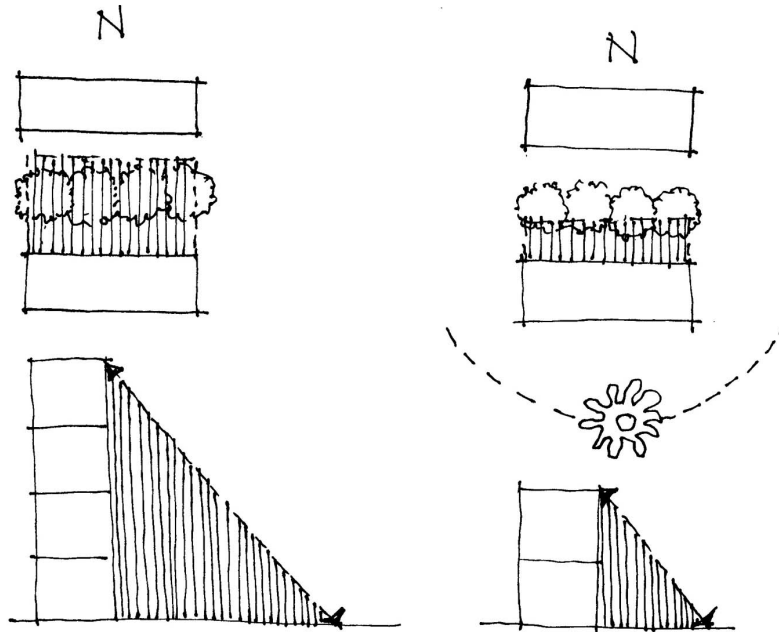


Imagen 3.18. Orientación de edificios Este – Oeste.
Fuente: realizado por la investigadora.

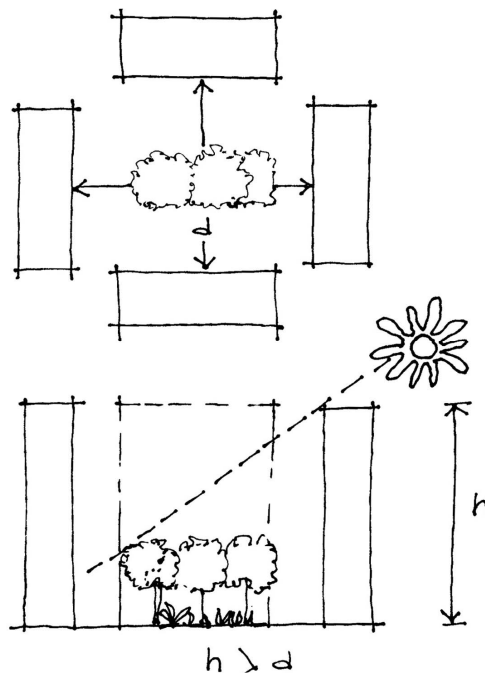


Imagen 3.19. Jardín en patio de manzana.
Fuente: realizado por la investigadora.

Proporción entre la altura de los edificios y el ancho de las circulaciones peatonales

La segunda característica de una sección de la circulación peatonal desde el punto de vista morfológico es la proporción de la altura entre la distancia h/d . Esta proporción se refiere a la relación entre la altura media de los edificios de un tramo de la circulación dividido por la distancia entre las fachadas de los edificios. Esta relación representa un aspecto que determina las variables de habitabilidad que inciden sobre el confort - proyección de las sombras de los edificios, la dispersión de partículas y directamente a la apertura de vista de cielo.

En un estudio realizado por Givoni, en julio de 1988, tomó medidas de temperatura de aire, a un metro de altura, en 3 calles de diferentes anchuras, en una ancha avenida, un angosto callejón, y en un parque urbano, las medidas fueron tomadas con un termómetro desde las 6 am a las 11 pm.

Observó que la temperatura en la amplia avenida, temprano en la mañana fue la más baja, pero durante el resto del día, especialmente alrededor de medio día y en las horas de la tarde, los patrones de temperatura fueron revertidos. La temperatura más alta fue medida en la amplia avenida. La temperatura más baja fue en el callejón angosto.

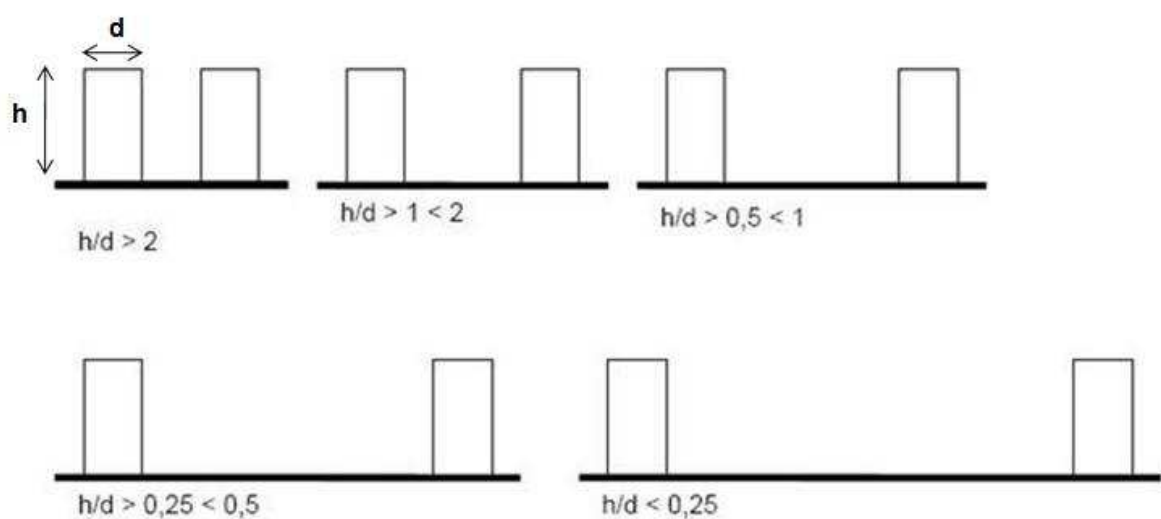


Imagen 3.20. Esquema de proporción de secciones.
Fuente. Modificada por el investigadora.

Las calles angostas dan mejor sombra por los edificios para peatones en las aceras que en calles anchas. Sin embargo la sombra de las aceras se puede conseguir, aunque estén en calles anchas con detalles arquitectónicos de los edificios o por árboles.

Limites verticales

Con el recorrido del sol de Este a Oeste por el Sur, el diseño de las fachadas se ve condicionado por esta característica, en función de la orientación de las calles y su anchura.

La relación entre el ancho de calles y la altura de la edificación bien determinada por el ángulo de construcción solar h_0 , como se muestra en la imagen 3.21.

Debido a la relación que guardan las circulaciones peatonales con la edificación es necesario conocer el número de horas de sol que reciben las diferentes fachadas.

Dado que el soleamiento es variable con la latitud se ha supuesto la de 40° que corresponde a la media peninsular.

Las gráficas de radiación están basadas en el supuesto de que la magnitud de la radiación directa se encuentra en función de la altitud solar y de su ángulo de incidencia

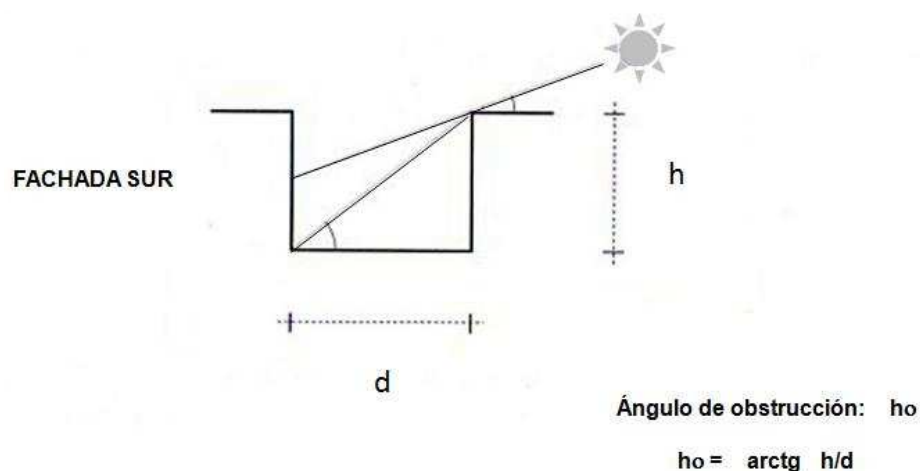


Imagen 3.21. Esquema de proporción de secciones.
Fuente del libro: Urbanismo bioclimático.

En las siguientes gráficas el eje de las abscisas corresponde al acimut, que es el ángulo diedro formado por la proyección del rayo solar sobre el horizonte con el eje Norte -Sur, se mide a partir del sur de 0 a 180° hacia el Este u Oeste; y en el eje de las ordenadas la altura solar o altitud es el ángulo formado por el rayo solar dirigido al centro de la bóveda celeste y al plano del horizonte, se mide a partir del plano del horizonte hacia el cenit de 0 a 90°.

La fachada Norte, considerando que no existe obstrucción de ningún tipo, apenas cuenta con algo de sol (6 horas en el solsticio de verano, 3 al comienzo de la mañana y otras 3 al finalizar el día) y de septiembre a marzo ninguna, como se observa en la imagen 3.22.

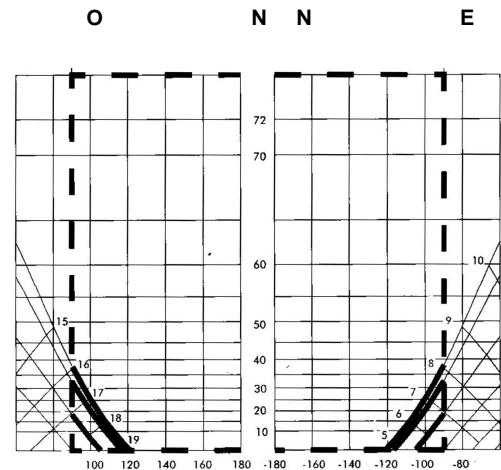


Imagen 3.22. Fachada Norte Fuente del libro: La ciudad y el medio natural.

En la fachada Noreste, el número de horas es mayor sobre todo cerca del solsticio de verano. Sin embargo, no cumple el requisito mínimo de dos horas en el solsticio de invierno. La totalidad de las horas de sol las recibe por la mañana, como se muestra en la imagen 3.23. Para casos determinados, siempre que no existiera ningún tipo de obstrucción podría ser aprovechable, sobre todo si la orientación no fuera estrictamente noreste. La más mínima obstrucción dejaría sin sol prácticamente todos los meses de invierno.

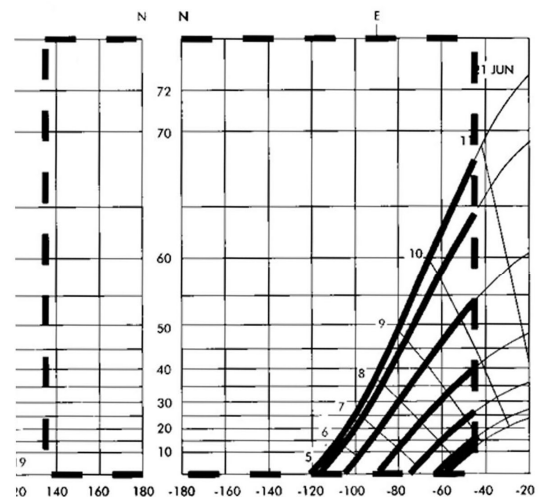


Imagen 3.23. Fachada Noreste. Fuente del libro: La ciudad y el medio natural.

La fachada Este, presenta unas buenas condiciones de soleamiento sin obstrucción. Todas sus horas son de mañana y llega a tener casi cinco en el solsticio de invierno. Como se aprecia en la imagen 3.24. El problema es que pequeñas obstrucciones pueden fácilmente eliminadas en cuanto se tenga el más mínimo descuido. Como se observa el ángulo máximo de obstrucción no debe sobrepasar los 25° . Se trata de una excelente orientación desde el punto de vista del soleamiento, válida casi para cualquier tipo de clima. Ello es debido a que en el invierno cuenta con suficiente radiación y en el verano la temperatura debida al soleamiento no se suma a la del aire. Sin embargo resulta excesivamente sensible a las obstrucciones.

La obstrucción puede llegar a los 45° , y la mayor parte de las horas de sol se producen en la mañana y parte central del día con el consiguiente equilibrio de la temperatura ambiental. Se trata de una orientación recomendable en la mayor parte de las situaciones climáticas.

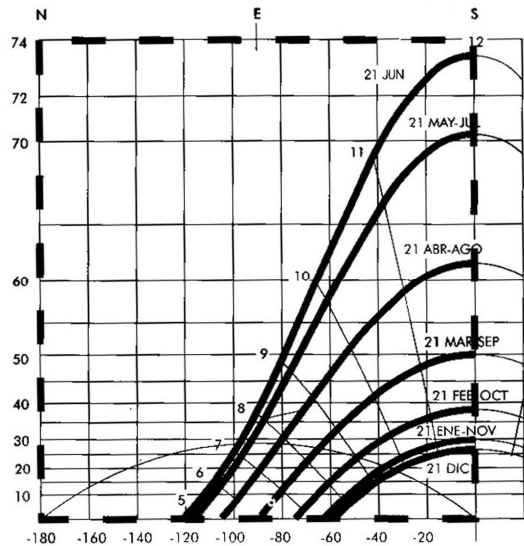


Imagen 3.24. Fachada Este Fuente del libro: La ciudad y el medio natural.

La fachada Sur, recibe la totalidad de la radiación diaria. Toda menos la correspondiente a la fachada norte. Es decir, entre el 90 y 95 % de la misma. En el solsticio de invierno un ángulo de 25° reduce el número de horas requeridas, por ejemplo, con 45° no recibirá sol prácticamente de octubre a marzo. Se trata de una fachada muy sensible a las condiciones arquitectónicas. Se puede apreciar en la imagen 3.25

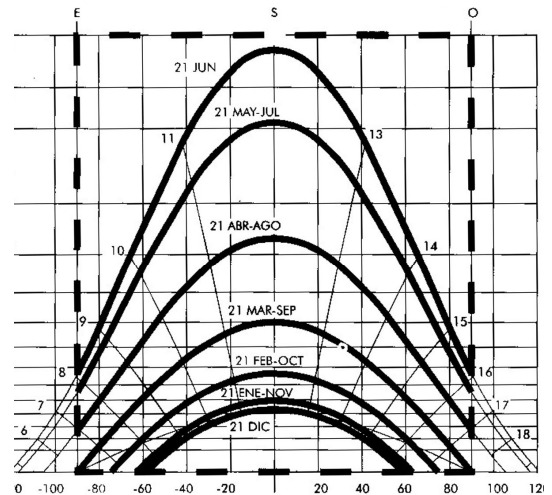


Imagen 3.25. Fachada Sur
Fuente del libro: La ciudad y el medio natural.

En la fachada Suroeste, las condiciones son similares a las de la fachada sureste, recibe el mismo número de horas de sol pero en momentos distintos. Siendo importante, ya que, la energía calorífica radiante se suma a la propia temperatura del aire, produciendo un calentamiento que puede llegar a ser perjudicial desde el punto de vista del confort. Se presenta en la imagen 3.26.

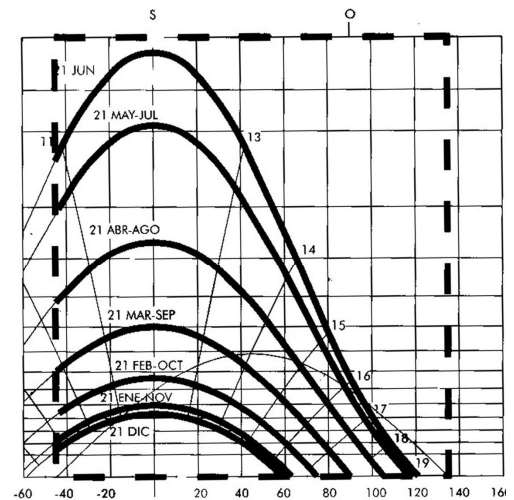


Imagen 3.26 Fachada Suroeste
Fuente del libro: La ciudad y el medio natural.

La fachada Oeste, la totalidad de las horas de sol se producen por la tarde. El sol es bastante bajo tanto en verano como en invierno, por lo que es muy sensible a las obstrucciones que no pueden superar los 25° sin que durante el invierno exista el soleamiento necesario. Se observa en la imagen 3.27.

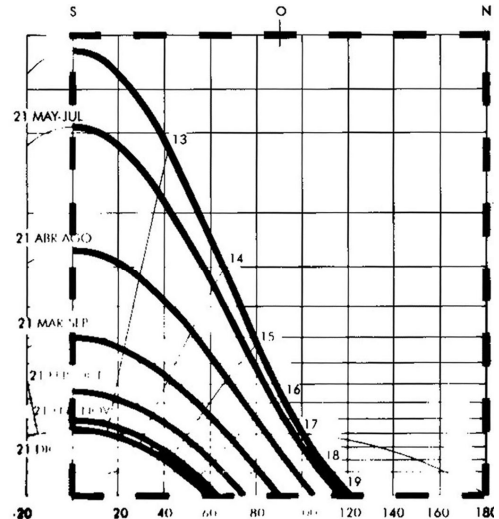


Imagen 3.27. Fachada Oeste
Fuente del libro: La ciudad y el medio natural.

La fachada Noroeste, se puede afirmar lo mismo que la noreste. El número de horas es mayor sobre todo cerca del solsticio de verano. Sin embargo, no cumple el requisito mínimo de dos horas en el solsticio de invierno.

La totalidad de las horas de sol las recibe por la tarde, como se muestra en la imagen 3.28.

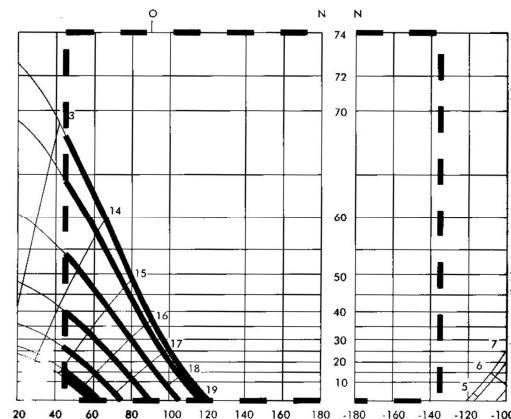


Imagen 3.28. Fachada Noroeste. Fuente del libro: La ciudad y el medio natural.

Limites horizontales

Cubiertas

La cubierta es un elemento horizontal utilizado en los espacios exteriores para controlar la radiación solar, está situada en un espacio abierto, expuesta al sol con un intercambiando con elementos verticales y horizontales que la rodean. El

diseño de su forma y sus materiales influyen en los flujos de calor, como se puede observar en la imagen 3.29.

- **Transmisividad.** Cuando la radiación solar que incide (R) sobre la cobertura, la atraviesa y se transmite alcanzando la zona ocupada (R_T), a este porcentaje de radiación que atraviesa la cobertura se le llama transmisividad, siendo una propiedad del material, el cual varía de acuerdo con su color; un material opaco, la transmisividad es nula y por lo cual no llega la radiación al ocupante a través de la cobertura (R_T).
- **Absortividad.** Otra parte de la radiación es absorbida por la cobertura, aumentando su temperatura. El porcentaje de radiación absorbido se denomina absorptividad y es una propiedad del material.
- **Convección** La cubierta intercambia por convección (C_v) con el aire ambiente a través de sus dos superficies. Siendo el intercambio de calor por radiación de larga entre la cobertura y el cielo por una parte (ΔR_c), y entre la cobertura y el suelo por otra (ΔR_s).

Como consecuencia de los tres procesos, la cobertura alcanza una temperatura de equilibrio que depende de la magnitud relativa de los diferentes flujos de calor. A la diferencia de temperatura entre la cobertura

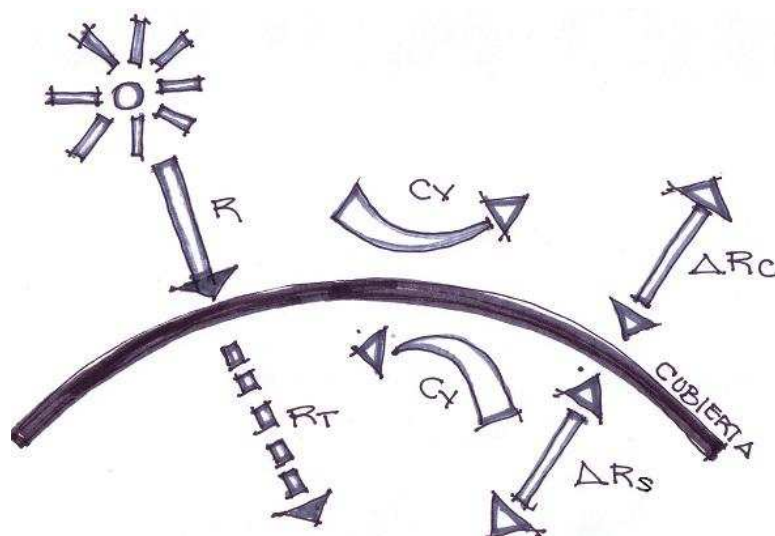


Imagen 3.29. Flujos de calor en una cubierta.
Fuente: realizado por la investigadora.

y el aire ambiente se denomina sobrecalentamiento y es uno de los parámetros que mide la “calidad” de la cubierta.

Al aumentar la temperatura superficial de la cubierta se favorece el intercambio radiante de larga con el ocupante, penalizando el confort.

Características que definen una cubierta:

- **La cantidad de sombra producida** y su relación con la superficie ocupada. Se conoce como control solar y depende de la forma, dimensiones y distancia de la cubierta a la superficie ocupada.
- **Intensidad de la obstrucción.** Depende del tipo de cubierta y de los materiales utilizados y color de la cubierta.
- **La temperatura de la cubierta** depende fundamentalmente del tipo, forma y color de la cubierta.

Una cubierta que deja pasar poca radiación (baja transmisividad) deberá reflejarla y/o absorberla. El problema al subir el aire caliente, este se encuentra retenido en la cubierta, se forma un embolsamiento de aire caliente que aumenta la temperatura de la cobertura penalizando el confort del ocupante, al diseñar es necesario favorecer la evacuación del aire caliente, esto se puede lograr con el diseño e incorporando huecos en la zonas superiores de la misma.

Existen numerosos tipos cubiertas, con formas, materiales y colores diferentes.

Radiación solar		
Material	Absortividad (%)	Transmitida (%)
Vegetal	80	—
Textil claro	10– 20	25
Plástico	10—15	13
Opaco	20—70	0

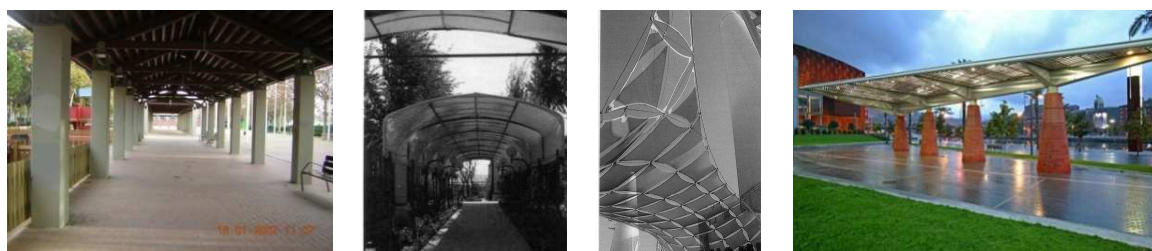
Tabla 3.4. Propiedades radiantes de materiales de cubiertas.
Fuente del libro: Guía básica para el acondicionamiento climático de espacios abiertos.

Según el material utilizado, las cubiertas pueden ser vegetales, textiles, plásticas, metálicas, de madera y hormigón. En la tabla 3.4 se muestra los valores típicos de las propiedades radiantes de los diferentes materiales.

La diferencia en la absorptividad del hormigón puede variar en la diferencia de color ya sea marrón, verde o azul con respecto al negro, siendo esta variación no menor de un 15 %.

Cubiertas simples. Están formadas por una estructura de madera, plástico o metal. Las cuales están cubiertas por entramado textil, fibra, teja, aluminio, plástico o del mismo material del material del que está hecha la estructura. Su comportamiento depende del material utilizado y de su forma.

La radiación solar transmitida está en función del material. En el caso de las coberturas fabricadas a partir de un entramado textil o de fibra, la radiación solar transmitida es función directa del porcentaje de huecos.



1 Villa Icaria, Barcelona

2, 3 Expo 92 Sevilla

4 Bilbao

Imagen 3.30. Coberturas simples. Fuentes: (1) fotografía realizada por el investigador; (2) y (3) en el libro: *Control climático en espacios abiertos*; (4) disponible en red.

Cubiertas dobles. Están constituidas por dos cubiertas simples superpuestas

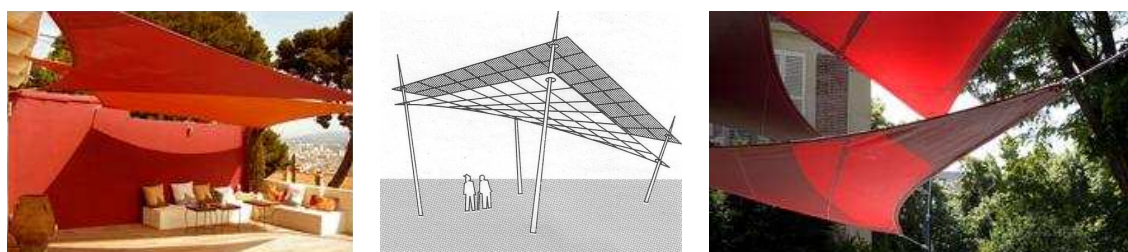


Imagen 3.31. Fotografías de cobertura doble.
Fuente: (1) y (3) disponible en red; (2) en el libro *Control climático en espacios abiertos*.

tas, con una cámara de aire entre ellas. De tal manera que el calor absorbido por la lámina exterior se elimina mediante la ventilación de la cámara que queda entre ambas. Las coberturas dobles permiten extender el campo de utilización de formas y colores.

Guerra et al (1984), mencionan que las cubiertas vegetales son las que mejor comportamiento tienen debido a su baja transmisividad y absorptividad. La mayor parte de la radiación solar incidente se consume en el proceso fotosintético de la planta así como en los procesos de transpiración y evaporación que mantienen la temperatura superficial de las hojas muy próxima a la temperatura ambiente. Tampoco presentan problemas para la evacuación de aire caliente a través de la masa vegetal.

Dentro de las cubiertas vegetales están las pérgolas.

Pérgolas. Están formadas por una estructura de madera o plástico, metal, hormigón, la cual soporta una enredadera que se trepa en las varas de la estructura permitiendo la circulación de aire entre la parte inferior y superior de la cobertura.

Su comportamiento puede variar, dependiendo fundamentalmente de las características geométricas de la pérgola (ancho, largo y altura), así como de su orientación e inclinación. La separación entre lamas permite que existan huecos en la cubierta vegetal.

Su función básica es proveer sombra, puede servir como barrera contra el viento.



1 Expo 92 Sevilla



2, 3 Parque del Centre del Poble Nou



Imagen 3.32. Fotografías de pérgolas.

Fuente: (1) en el libro *Guía básica para el acondicionamiento climático de espacios abiertos.*; (2) y (3) disponible en red.

Pórticos o recovas. Espacio urbano cubierto que se construye delante de los edificios, es una galería con columnas o arcadas a lo largo de un muro de fachada o de patio.

Su comportamiento puede variar, dependiendo fundamentalmente de la orientación del pórtico y sus características geométricas (ancho, altura y profundidad) que determinarán al ángulo de obstrucción solar.



Imagen 3.33. Pórticos, Villa Icaria.
Fuente: fotografías tomadas por el investigador.

Suelos y pavimentos

A nivel microclimático, especialmente en condiciones de estabilidad atmosférica y calma, la ausencia de turbulencia del aire provoca una transmisión de la característica térmica de la superficie a la capa más baja de la atmósfera, la que se halla en contacto con la superficie terrestre, en ella se encuentran los suelos y pavimentos.

En el contexto urbano se distinguen los suelos con superficies permeables, suelos con superficies semipermeables y suelos con superficies impermeables.

Suelos con superficies permeables, son los que se encuentran en estado natural sin compactar y que mantienen sus funciones naturales; sus superficies disponen de vegetación y ofrecen condiciones para que ésta se pueda desarrollar.

Cuando estos suelos han sido manipulados nos encontramos con los pavimentos permeables.

Pavimentos permeables o porosos. Están formados por gravilla, arena o tierra volcánica, dejan pasar la lluvia a través de ellos, reduciendo la escorrentía,

permitiendo que la temperatura se reduzca aumentando la conducción del calor hacia el interior del terreno y/o favoreciendo la evaporación de agua en su superficie. Dentro de estos, sobresale por sus características el césped.

El césped contribuye a la estabilización del suelo, reduciendo la erosión producida por el agua y el viento. Aunque puede absorber hasta el 80 % de la radiación solar incidente, casi un 70% de la energía absorbida se utiliza en fenómenos de transpiración, no aumentando por tanto su temperatura superficial. La temperatura del césped al sol puede oscilar entre 33° C y 38° C, en función del grado de humedad y del régimen de vientos.

En los espacios urbanos disminuyen el albedo (el reflejo intenso de la luz solar), proporcionan un efecto refrescante durante la época cálida, además de ofrecer una superficie suave para caminar.

Suelos con superficies semipermeables, sin encontrarse en estado natural mantienen parcialmente las funciones de estos. Se trata, en general, de superficies que han sido cubiertas con pavimentos permeables (blandos o duros) y que permiten infiltraciones de agua hacia las capas freáticas del subsuelo. Están formados por adoquines, placas de piedra natural o prefabricada con juntas permeables.

Suelos con superficies impermeables son superficies donde se ha destruido la estructura del suelo o se ha pavimentado de forma que los suelos han perdido completamente su condición natural, destacando entre ellos los pavimentos no porosos, los cuales no permiten filtrar el agua de lluvia y almacenan más calor que los porosos.

En los entornos urbanizados junto al balance energético de la radiación solar directa y la radiación difusa transmitida por la atmósfera, es fundamental el aporte de la radiación reflejada por el pavimento, la transmisión de calor por conducción y por convección.

La presencia de superficies calientes en las proximidades de la zona tratada origina una ganancia de calor por radiación de larga que penaliza el confort del ocupante. En sentido contrario, la incorporación de superficies frías cerca de las

zonas ocupadas produce un intercambio neto de calor en forma de pérdidas que favorece la sensación de confort.

Para reducir el intercambio radiante de larga, las técnicas de acondicionamiento actúan directamente sobre la superficie, reduciendo su temperatura superficial. Como segunda posibilidad, se pueden incorporar obstáculos entre la superficie y la zona tratada.

3.4.2 LA RADIACIÓN SOLAR Y LA VEGETACIÓN

Uno de los efectos microclimáticos más eficaces y conocidos de la vegetación es modificar sensiblemente la radiación solar, en el proceso de reflexión, transmisión y absorción de la radiación que varían en el tiempo, día y noche durante las diferentes estaciones del año.

La superficie externa de la vegetación intercepta la radiación y el efecto microclimático más evidente en las superficies sombreadas es la disminución de la temperatura muy inferior a la de una superficie no sombreada.

Los arboles constituyen una protección ideal para la radiación sobre los espacios abiertos, los edificios o los pavimentos. Las especies de hoja caduca, permiten la radiación invernal y protegen de la radiación estival. Esto favorece el control sobre las temperaturas ambientales de las superficies horizontales y verticales, para alcanzar el control climático con recursos naturales.

Es importante estudiar la localización de la vegetación, su orientación y de la sombra arrojada en las diferentes estaciones del año, así como la altura del porte y la distancia con respecto a otros paramentos.

Los variables principales que determinan la eficiencia de control de la radiación son las características de forma y dimensión, tipo de hoja y densidad del follaje, periodo de foliación.

Ochoa (1999), organizó de acuerdo a las necesidades microclimáticas, las características morfológicas y estructurales de los tipos de plantas y estructuras de follaje tanto de árboles, arbustos y enredaderas, presentando lo siguiente:

Características estructurales:

Geometría del follaje: al conocer este parámetro es posible calcular la longitud y la posición de la sombra proyectada por un árbol. Presentando cinco modelos geométricos cinco proporciones entre anchura y altura, como se presenta en la imagen 3. 34.

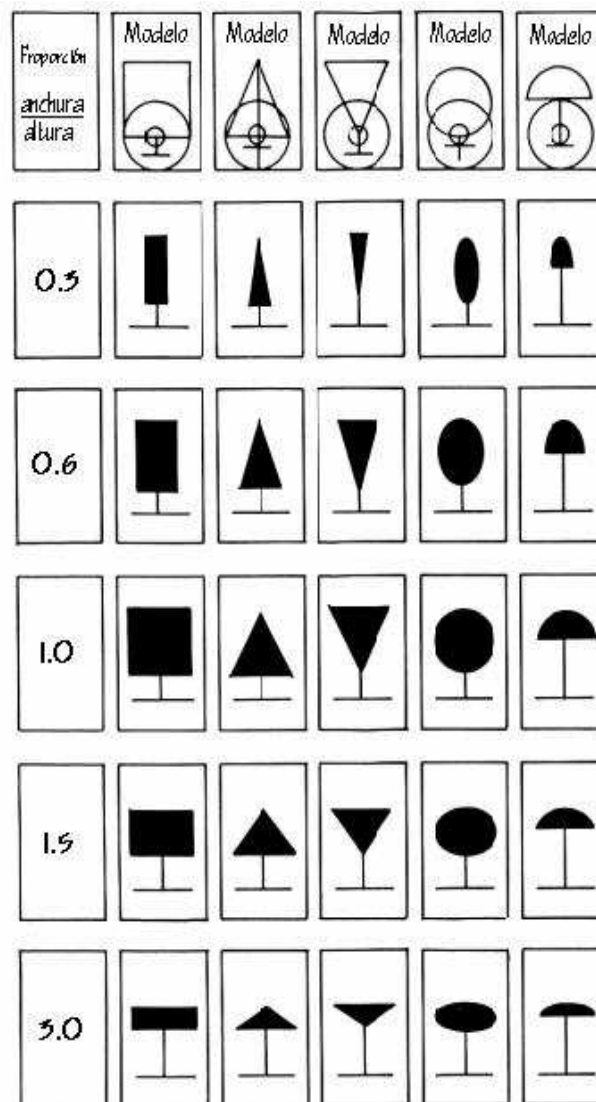


Imagen 3.34. Geometría del follaje.
Fuente de la tesis: La vegetación como instrumento para el control microclimático.

Disposición del follaje: al no ser homogéneo los agrupa de acuerdo a su disposición:

- Continuo, las hojas se distribuyen uniformemente sobre todo el follaje.

- Irregular, las hojas son más densas en algunos sectores, pero sin aberturas apreciables.
- Agrupado, las hojas se agrupan verticalmente u horizontalmente, de manera que el follaje queda abierto en algunas partes.

Tamaño de las hojas, las clasifica de acuerdo a su tamaño, en hojas pequeñas (1 cm), hojas medianas (10 cm) y hojas grandes (20 cm).

Densidad del follaje, en este parámetro considera el número de capas a través de las cuales pasa la radiación solar antes de incidir sobre los objetos, personas o superficies localizadas debajo de ésta. Basándose en dos parámetros que significan lo mismo y tienen la misma utilidad, el factor de sombra y la transmisividad.

La diferencia de absorción de la radiación solar de diferentes especies, depende de la forma de la copa del árbol y densidad del follaje, como se muestra en la tabla 3.5.



Continuo



Irregular



Agrupado

Imagen 3.35. Disposición del follaje.
Fuente: fotografías realizadas por el investigador.



Imagen 3.36. Transmisividad del follaje.
Fuente del libro: *Spazi verdi urbani. La vegetazione come strumento di progetto per il confort ambientale negli spazi abitati.*

Nombre botánico	Coeficiente de sombreamiento (% de transmisión)	
	Verano	Invierno
<i>Acer platanoides</i>	0,12	0,69
<i>Acer rubrum</i>	0,24	0,74
<i>Acer saccharinum</i>	0,17	0,71
<i>Acer saccharum</i>	0,16	0,69
<i>Aesculus hippocastanum</i>	0,11	0,73
<i>Albizia julibrissin</i>	0,17	0,68
<i>Amelanchier canadensis</i>	0,23	0,57
<i>Betula alba</i>	0,18	0,62
<i>Carya ovata</i>	0,23	0,66
<i>Catalpa speciosa</i>	0,24	0,68
<i>Celtis australis</i>	0,08	0,53
<i>Celtis occidentalis</i>	0,12	
<i>Crataegus laevigata</i>	0,14	
<i>Crataegus lavalleyi</i>	0,11	
<i>Eleagnus angustifoli</i>	0,13	
<i>Fagus sylvatica</i>	0,12	0,83
<i>Fraxinus Excelsior</i>	0,15	0,59
<i>Ginkgo biloba</i>	0,19	0,63
<i>Gleditsia triacanthos</i>	0,36	0,70
<i>Juglans nigra</i>	0,09	0,63
<i>Koelreuteria paniculata</i>	0,19	0,65
<i>Liquidambar styracifula</i>	0,18	0,65
<i>Liriodendron tupilifera</i>	0,10	0,73
<i>Malus s.p</i>	0,15	0,85
<i>Platanus acerifolia</i>	0,14	0,55
<i>Populus tremuloides</i>	0,25	
<i>Pyrus communis</i>	0,20	0,60
<i>Quercus palustris</i>	0,22	0,75
<i>Quercus robur</i>	0,19	0,77
<i>Quercus rubra</i>	0,19	
<i>Sophora japonica</i>	0,22	
<i>Tilia cordata</i>	0,12	0,59
<i>Ulmus americana</i>	0,13	0,76
<i>Ulmus pumilia</i>	0,15	0,50
<i>Zelkova serrata</i>	0,20	0,74

Tabla 3.5. Coeficiente de sombreamiento de diversas especies en las estaciones de verano e invierno.

Fuente del libro: Spazi verdi urbani.

Características fisiológicas:

Carácter del follaje, se refiere a la clasificación de las especies en perennifolias que conservan su follaje durante todo el año y las caducifolias, se quedan sin hojas en otoño y las recuperan en primavera. Las especies caducifolias no pierden sus hojas al mismo tiempo, ya que su periodo de foliación depende de las características climáticas del sitio y de las condiciones de cada año.

Adaptación ambiental, se refiere a las características relacionada con el uso de cada especie vegetal, stress hídrico, se refiere a la resistencia a la sequía y la tolerancia al agua de cada especie; stress por viento, nos indica la tolerancia de una especie vegetal al viento; y la exposición solar, todos los requerimientos de soleamiento de cada especie.

El mecanismo termorregulador que ejerce la sombra de los árboles es doble, por un lado, la interposición física a la radiación solar, protegiendo al suelo y a los transeúntes; por otro la absorción de calor mediante la transpiración, liberando vapor de agua al ambiente, lo cual disminuye la temperatura efectiva de los espacios arbolados.

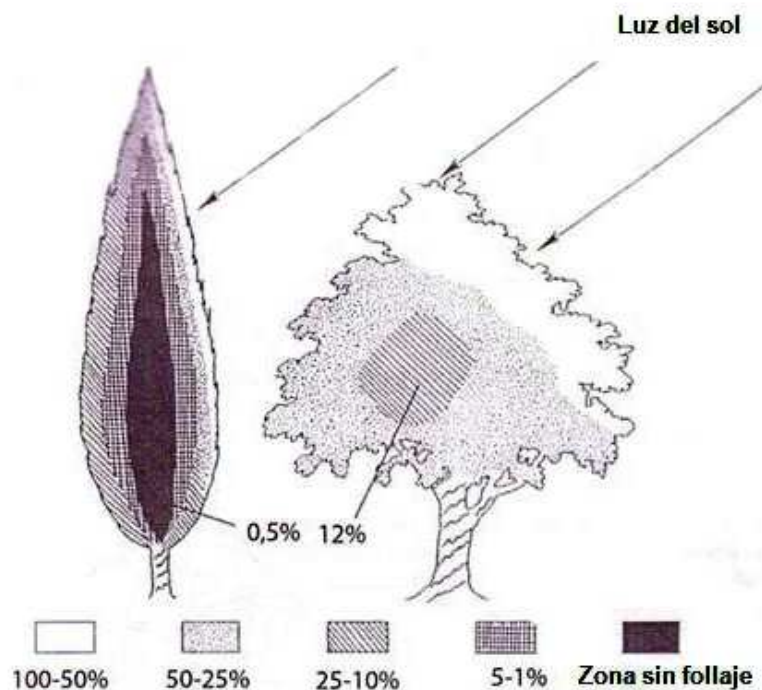


Imagen 3.37. Diferencia de absorción de la radiación solar, entre un ciprés (izquierda) y un olivo (derecha).
Fuente del libro: Spazi verdi urbani.

3.4.3 EL VIENTO Y SU EFECTO EN LA CONFIGURACIÓN ESPACIAL

Sección y orientación de las calles en función de los vientos dominantes

Las velocidades del viento a nivel de la calle pueden decrecer o aumentar con el diseño de elementos urbanos, tales como la orientación de las calles con respecto a la dirección del viento, el tamaño, altura y densidad de la edificación, así como la distribución de los edificios altos entre los bajos tienen un gran impacto en las condiciones del viento urbano.

Las calles de la ciudad son como corredores que pueden encauzar las corrientes de aire. Si las calles son estrechas y con gran altura de edificación se produce el efecto de túnel que, al disminuir la sección, aumenta la velocidad del viento. Por el contrario, calles anchas y con edificios de poca altura disminuyen las corrientes de viento.

Además está el factor combinado de orientar las calles en la dirección de los vientos dominantes en invierno o en verano para conseguir efectos añadidos al bienestar de los espacios libres de la ciudad.

En algunos lugares fríos se evitarán la disposición de calles rectas y largas encauzadas en la dirección de los vientos invernales. En lugares cálidos se propiciarán las calles largas y rectas en la dirección de los vientos estivales.

Es necesario considerar unas velocidades máximas, ya que a partir de ellas disminuye notablemente la sensación de confort.

Invierno:	Recomendable	0,00 a 0,20 m/s
Verano:	Recomendable	0,20 a 0,55 m/s
	Agradable	0,55 a 1,10 m/s
	Aceptable	1,10 a 2,00 m/s

**Tabla 3.6. Velocidades de viento en el espacio exterior.
Fuente del libro: Urbanismo bioclimático.**

El impacto combinado de la anchura de calles y orientación en la ventilación urbana

Como se menciona anteriormente la velocidad del viento en las calles y alrededor de los edificios; depende de la relación entre la dirección del viento y las orientaciones de calles y edificios. Las hileras de edificios en una manzana, si las calles de esta, son perpendiculares a la dirección del viento, las zonas resguardadas se establecen entre los edificios, donde es menor la velocidad del viento en relación con la velocidad que se genera sobre los techos de los edificios.

Por otro lado cuando las manzanas de los edificios y calles son paralelas a la dirección del viento, el viento puede soplar a través de los espacios entre los edificios y a lo largo de las calles, con un pequeño retraso resultado de la fricción con los edificios. Las velocidades más altas, estarán en las banquetas y a lo largo de las calles.

Los obstáculos urbanos y sus repercusiones en el viento

Los edificios en altura suponen una barrera importante para los vientos, que, además, convierten los flujos superior en diferentes corrientes (en las esquinas, en la base, etc.), que pueden multiplicar por tres la velocidad de viento inicial.

Cualquier edificio que sobresalga por encima del conjunto edificado va a producir un cambio con respecto al régimen general de vientos.

La cuantificación del aumento de la velocidad es difícil de precisar con exactitud.

Como pauta general, siempre que existan o se proyecten edificios de más de siete plantas, o existan elementos que sobresalgan de la altura de cornisa predominante, se van a generar turbulencias en las plantas bajas dignas de consideración (ya que serán favorables en verano pero molestas en invierno).

Cuando el viento incide sobre un edificio se crea una zona de alta presión (positiva) en la fachada del terreno frontal al viento (*barlovento*) y en la cubierta; al rodear al edificio incrementa su velocidad, creando zonas de relativa baja

presión (negativa) en las caras laterales y en la cara posterior del edificio (*sotavento*).

La acción del viento sobre el edificio que produce diferencias de presión en sus fachadas se llama efecto aerodinámico.

La forma de la fachada al viento modifica el patrón de flujo de aire. Una pared convexa desvía más aire hacia los lados, siendo menos hacia arriba y abajo, teniendo una suave deflexión del flujo y reduciéndose la turbulencia en las paredes laterales, así como en la fachada al viento. Por otra parte, una fachada cóncava concentra el flujo a lo largo de la pared hacia arriba y abajo. Como resultado la turbulencia se incrementa.

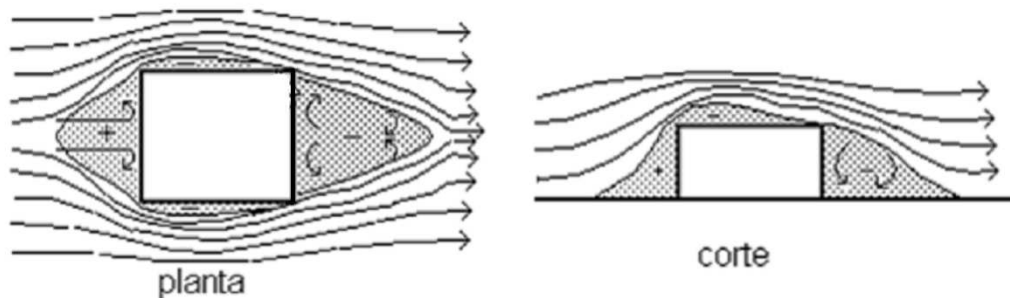


Imagen 3.38. Movimiento de aire horizontal, zonas de presión positiva y negativa.
Fuente del libro: *Viento y arquitectura*.

La forma y dimensiones de las construcciones influyen en el patrón de flujo de aire alrededor de los edificios.

En la imagen 3.39 se muestra la nomenclatura que se ha dado a las proporciones de la edificación:

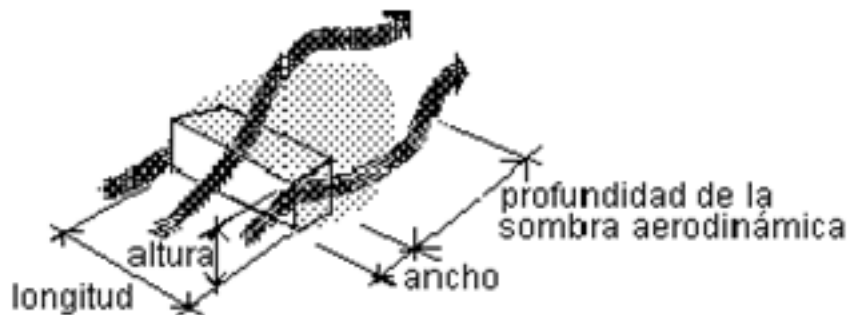


Imagen 3.39. Nomenclatura de la edificación.
Fuente: disponible en red.

Las cuales se explican a continuación:

- **Ancho.** Al aumentar el ancho de una edificación, la profundidad de la sombra aerodinámica permanece relativamente constante.

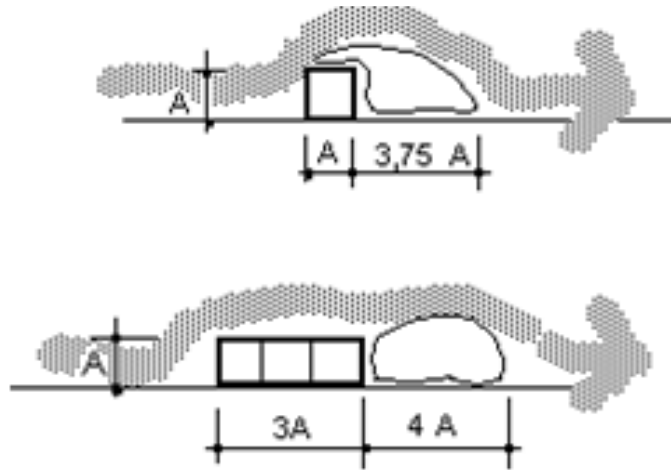


Imagen 3.40. Profundidad de la sombra.
Fuente: disponible en red.

- **Altura.** Al aumentar la altura de una edificación, aumenta la profundidad y altura de la sombra aerodinámica en la misma proporción.

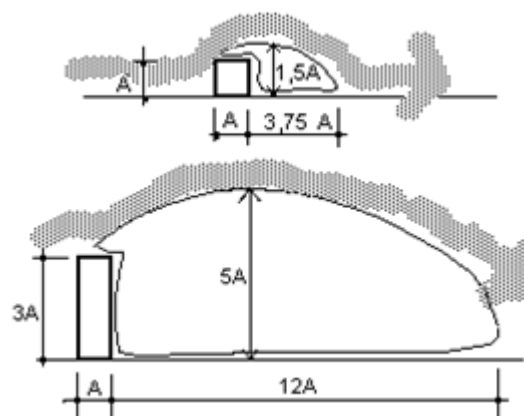


Imagen 3.41. Profundidad y altura de la sombra aerodinámica.
Fuente: disponible en red.

- **Relación ancho / altura.** Al disminuir esta relación aumenta la profundidad y altura de la sombra aerodinámica.

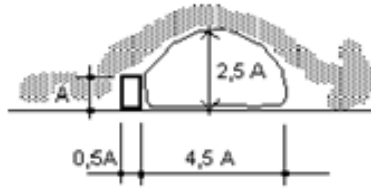


Imagen 3.42. Relación ancho altura con la profundidad de la sombra.
Fuente: disponible en red.

- **Longitud.** A medida que se incrementa la longitud de una edificación, se aumenta la profundidad de la sombra aerodinámica.

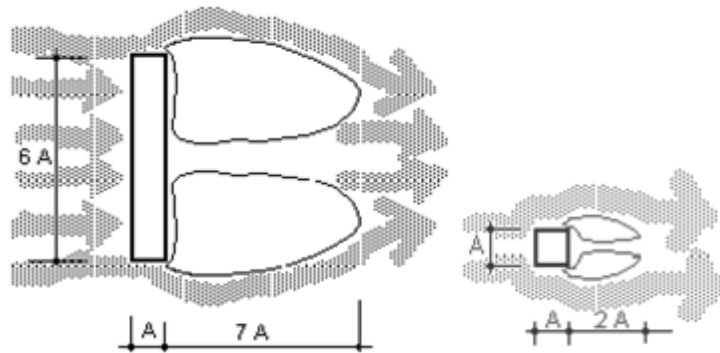


Imagen 3.43. Relación de la longitud con la profundidad de la sombra.
Fuente: disponible en red.

Orientación con relación al viento. A medida que el ángulo que forma la dirección del viento y la dimensión mayor de la edificación se acerca a 90° , mayor será la sombra aerodinámica.

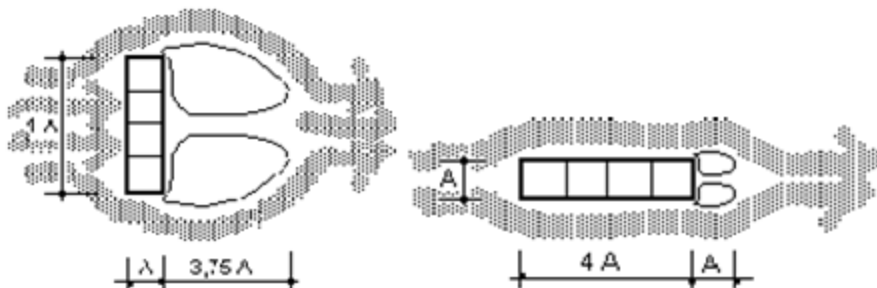


Imagen 3.44. Relación de la orientación con la profundidad de la sombra. Fuente: disponible en red.

Olgay (1963), explica: los edificios que se colocan perpendicularmente en la dirección de los vientos reciben en su fachada de mayor exposición el impacto total de la velocidad. Si se sitúan a 45° la velocidad del viento se reduce en un 50 %; algunos cálculos aplican el 66% como factor de corrección.

Las construcciones en hilera, espaciada entre sí una distancia equivalente a siete veces su altura aseguran un nivel de ventilación satisfactorio para cada unidad. No obstante, el viento tiende a dar saltos de rana a lo largo de distribuciones en bandas paralelas de edificación. Los edificios diseñados en hilera proyectan una sombra de viento sobre las unidades siguientes, lo cual se ve reforzado por su tendencia natural a moverse a través de los espacios libres.

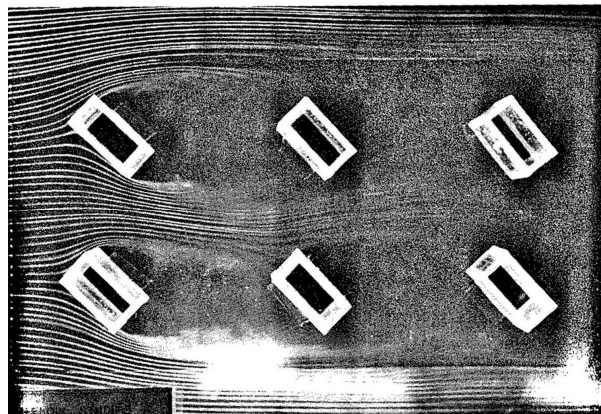


Imagen 3.45. Sombra de viento en los edificios en hilera, a 45° en dirección del viento.
Fuente del libro: Arquitectura y clima.

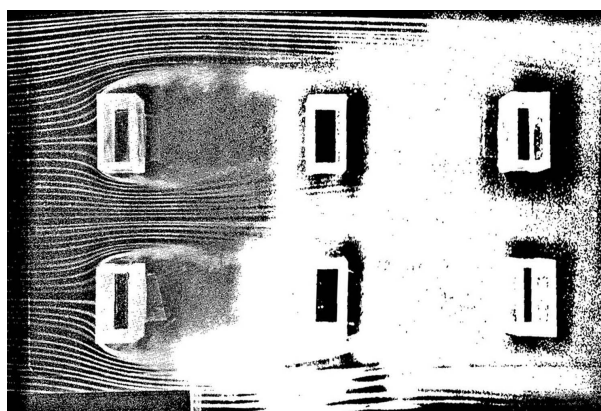


Imagen 3.46. Sombra de viento en los edificios en hilera, perpendiculares a la dirección del viento.
Fuente del libro: Arquitectura y clima.

La disposición sinuosa de las unidades aprovecha el modelo de saltos del viento, ya que unas dirigen el movimiento del aire a las siguientes bandas.

En la imagen 3.48, se puede apreciar que la dirección del flujo de aire es perpendicular a la tercera hilera de viviendas. La primera tipología permite evitar los efectos del viento en invierno, el segundo modelo asegura una distribución equitativa de las brisas veraniegas. Debido a que generalmente las ventiscas invernales y las brisas de verano no provienen de la misma dirección, es posible satisfacer ambas condiciones.

Experimentos realizados en el Departamento de Estudio Tropicales de la Asociación Norteamericana de Arquitectos, muestran que si en un asentamiento rural en campo abierto se ubican las construcciones de una planta en fila, como

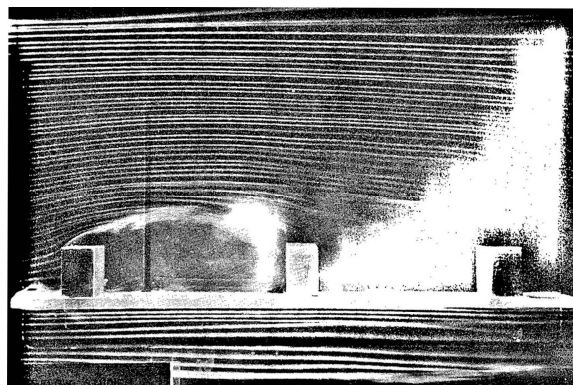


Imagen 3.47. Sombra de viento en los edificios en hilera, perpendiculares a la dirección del viento.
Fuente del libro: Arquitectura y clima.

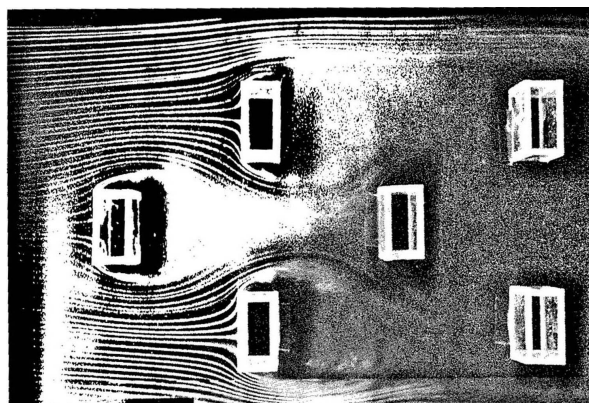


Imagen 3.48. Distribución alternada aprovechando las brisas.
Fuente del libro: Arquitectura y clima.

se muestra en la imagen 3.49, la sombra aerodinámica de cada construcción se superpone con la siguiente, trayendo como consecuencia que los edificios queden sumergidos en una zona de estancamiento del aire, impidiendo su adecuada ventilación.

Una serie de estudios realizados por Weston en Australia mostraron que si un edificio bajo se ubica dentro de la sombra aerodinámica de un edificio considerablemente más alto, este incremento en la altura pudiera llegar a generar una corriente de aire en el edificio más bajo, pero de sentido inverso al del viento del lugar.

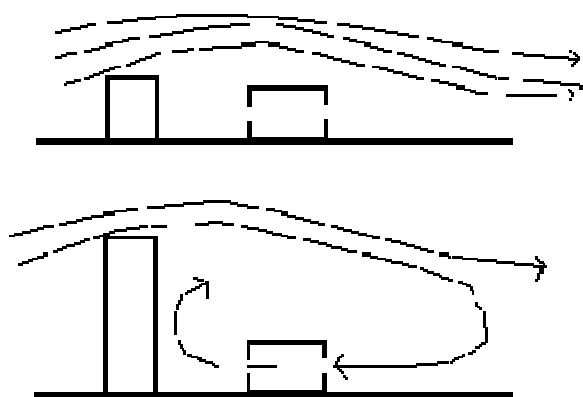


Imagen 3.49. Edificios altos que se anteponen al viento provocan ventilación deficiente.

Fuente del libro: Viento y arquitectura.

3.4.4 EL VIENTO Y LA VEGETACIÓN

La vegetación forma parte de la rugosidad y por lo tanto de la fricción superficial, la que determina el flujo del viento cerca de la superficie de la tierra.

Las áreas forestadas o áreas verdes son característicamente superficies rugosas y por lo tanto contribuyen a la formación de turbulencia mecánica en el aire, aunque también disminuyen la turbulencia térmica.

Existen cuatro formas básicas para controlar el viento:

- Obstrucción, bloquea el flujo de aire en una zona.

- Filtración, reduce la velocidad del viento al pasar por una barrera permeable.
- Deflexión, desvía el viento y disminuye su velocidad.
- Encauzamiento, cambia la dirección del viento conduciéndolo hacia una zona donde se requiera ventilación.

Protección contra el viento

El grado de protección que brinda una barrera depende, de la dirección y velocidad del viento; así como de las características de la barrera:

- Altura
- Anchura
- Longitud
- Densidad o penetrabilidad
- Forma

Altura de la barrera. El grado de protección contra el viento depende en gran medida de la altura de la barrera. A mayor altura mayor es la protección. Generalmente, la sombra de viento se extiende hasta 20 o 25 veces la altura de la barrera y se obtiene la mayor protección o reducción de la velocidad del viento a una distancia de 5 veces la altura de esta.

Anchura de la barrera. Si se incrementa el ancho y densidad de una zona boscosa, disminuye la velocidad del viento y la protección dentro de la arboleda es mayor.

Por el contrario, la sombra de viento es mayor si la barrera la constituye tan sólo una hilera de árboles.

Longitud de la barrera. Al incrementar la longitud de una hilera de árboles se incrementará el ancho de la sombra de viento sólo hasta un límite, por lo general, con una longitud de 11 a 12 veces la altura de la barrera. Después de este límite la sombra aumenta su longitud y mantiene su ancho máximo constante.

Cuando una barrera se forma con árboles, la velocidad del viento se incrementa ligeramente bajo los troncos (10-20%) debido a su efecto Venturi; por otro lado, el viento también se reduce a barlovento de la barrera, aunque en mucho menor grado que en sotavento.

Densidad de la barrera. La densidad, junto con la altura de la barrera, es el factor determinante de la reducción de velocidad y distribución del flujo.

Barreras muy densas o sólidas reducen mucho la velocidad del viento, inmediatamente después de la obstrucción (en sotavento); pero la velocidad se recupera rápidamente, crea turbulencia y describe una sombra de viento pequeña, es decir, una de protección restringida.

Las barreras menos densas, con más penetrabilidad, dejan pasar algo de aire a través de ellas; con esta filtración, la velocidad del aire en el lado de sotavento

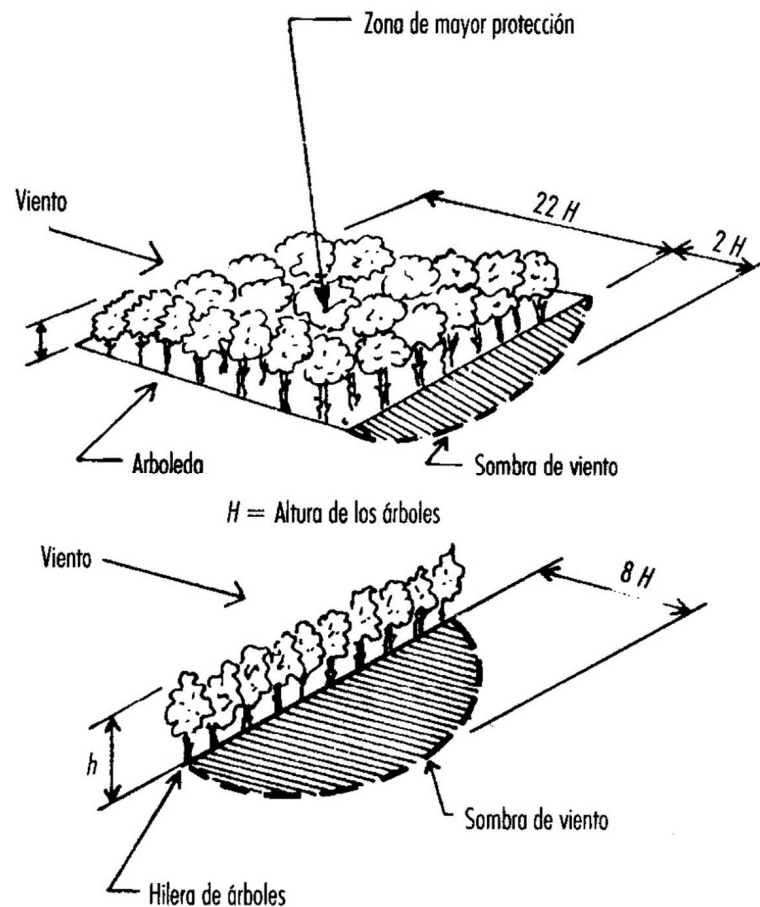


Imagen 3.50. Sombra de viento de hilera de arboles.
Fuente del libro: Viento y arquitectura.

aun no es tan reducida como en el caso de las obstrucciones densas; pero la sombra de viento o zona de protección es mucho mayor reduciéndose substancialmente la turbulencia.

Cuando la barrera se forma con árboles o elementos vegetales es necesario considerar la densidad en función de su especie, ya que una planta de hoja perenne ofrece una obstrucción o penetrabilidad distinta a una planta caducifolia. Además, en estas últimas se presentan variaciones en el efecto de obstrucción, a causa de los cambios estacionales de su follaje.

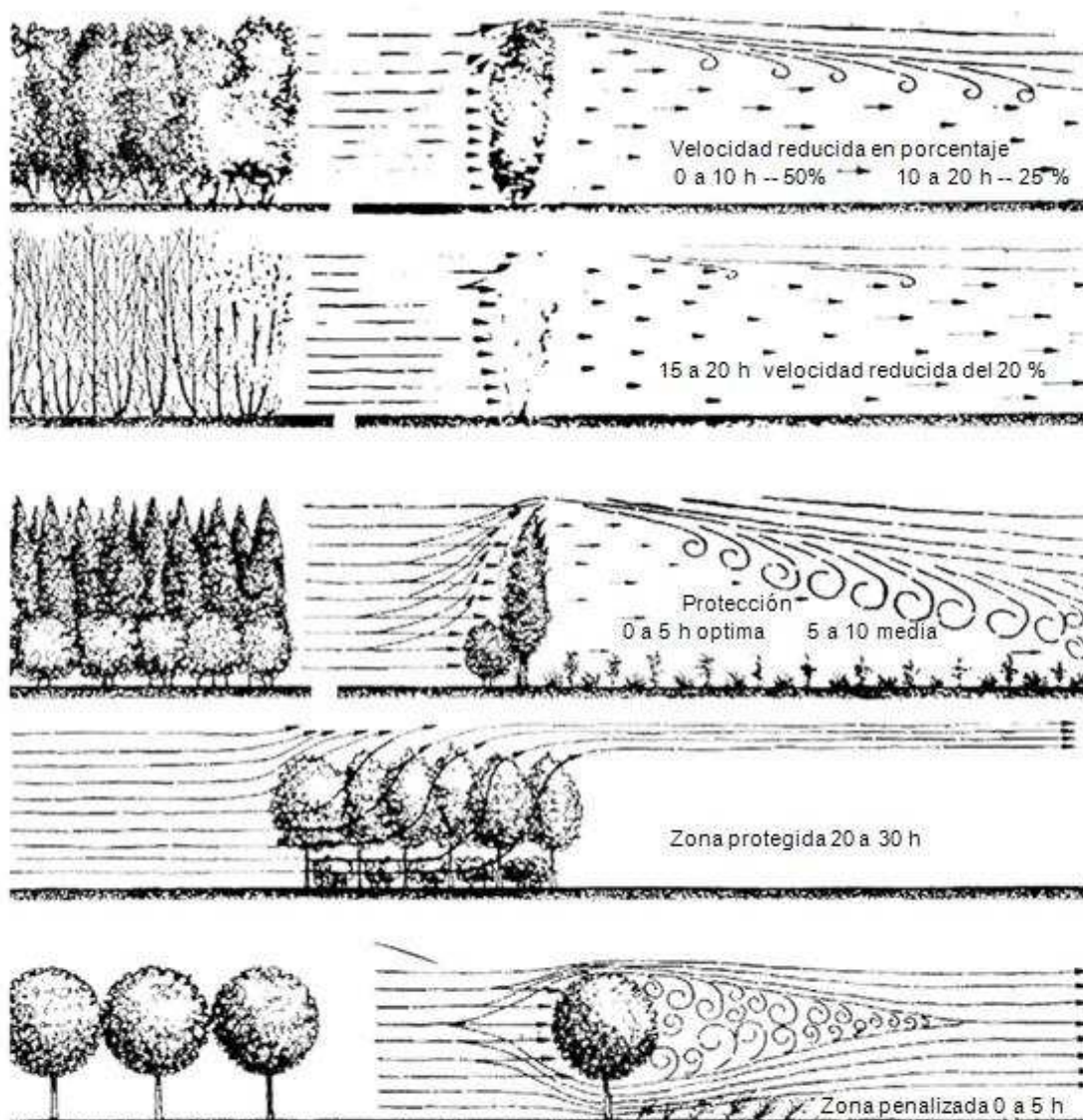


Imagen 3.51. Diversos tipos de barreras verdes con indicaciones cualitativas del flujo del viento
Fuente del libro: Spazi verdi urbani.

La óptima densidad de una barrera es entre 50 y 60% del área frontal de la barrera vegetal.

Forma de la barrera. La forma de la barrera también es un factor que influye en el comportamiento del flujo del aire. Formas con aristas cerradas o formas poco uniformes provocan mayor turbulencia que formas curvas y ligeras.

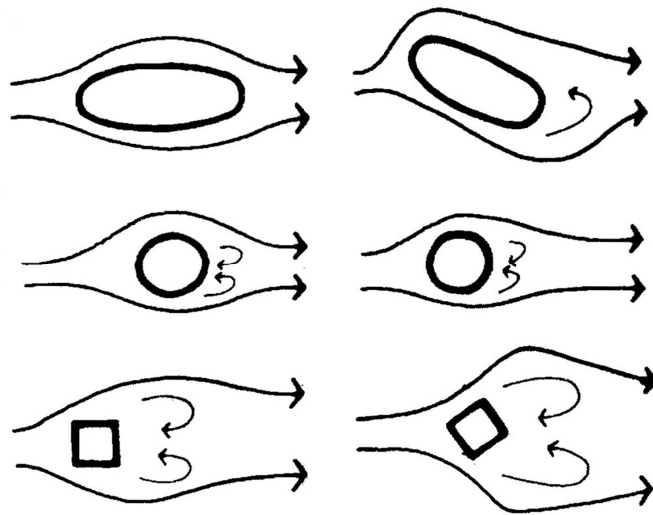


Imagen 3.52. Flujo de aire ante diversas formas de barreras.
Fuente del libro: Viento y arquitectura.

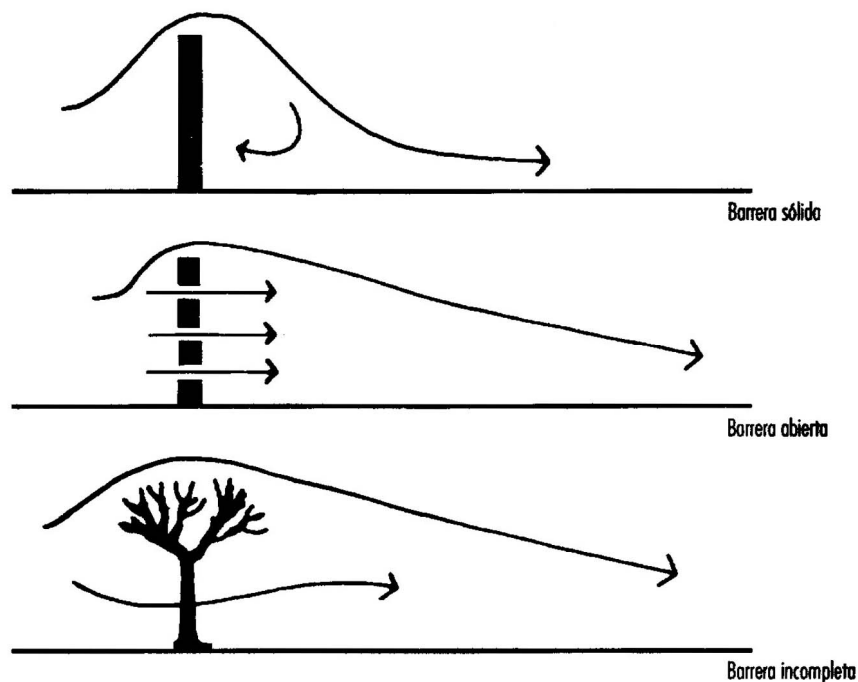


Imagen 3.53. Barrera sólida, abierta e incompleta.
Fuente del libro: Viento y arquitectura.

Experimentos que se realizaron con la ayuda de un túnel de viento revelaron que las barreras formadas con árboles proporcionan mayor protección que barreras sólidas artificiales de distinta forma. Debido a su menor densidad, no reducen drásticamente la velocidad de viento, pero sí logra una sombra de viento mucho mayor. Dentro de la vegetación existen plantas de muy diversas formas, tamaños y densidades, que controlan eficazmente el flujo del viento, ya sea para obstruirlo o para canalizarlo, según nuestros requerimientos bioclimáticos para la obtención del confort.

3.4.5 LA HUMEDAD EN LOS ESPACIOS EXTERIORES

En la ciudad la evapotranspiración se reduce como consecuencia de la poca vegetación existente y la sustitución de ésta por materiales de construcción diversos, caracterizados, por tener una capacidad muy pobre de infiltración, siendo, al final, el almacenamiento de agua menor que en el caso rural. Por ello, la variación de la escorrentía es mayor en la ciudad que el medio rural.

La existencia de agua en las superficies modifica las condiciones de humedad del aire y por la evaporación absorbe calor logrando un enfriamiento del ambiente

El efecto principal de reducción de la temperatura operativa es debido a los procesos de reflexión / absorción de la radiación solar de la temperatura del suelo y al proceso de evapotranspiración que "disminuye" el calor ambiental. Este efecto combinado repercute en una mayor reducción de la temperatura de radiación de las superficies y también una menor reducción en la temperatura del aire.

La variación de la temperatura de un suelo depende esencialmente de su profundidad, en general, va aumentando de forma regular alrededor de 3 o 4 °C cada 100 metros, aunque puede variar notablemente según el tipo de material predominante. De cualquier forma, en la capa superficial, que es la que interesa a efectos urbanísticos, las cosas suceden de manera muy diferente, la transmisión del calor procedente de la radiación solar en un suelo depende su conductividad que, a su vez, es función de la humedad que contenga y de su

porosidad (como el aire es mal conductor, un suelo arenoso, se calienta muy rápido pero apenas transmite el calor.

3.4.6 LA HUMEDAD Y LA VEGETACIÓN

Por su función fisiológica, durante la fotosíntesis, las especies vegetales liberan humedad al ambiente; esta humedad procede del agua que ha sido sustraída por sus raíces. Un metro cuadrado de bosque aporta 500 kg de agua anuales. En verano, la temperatura ambiente en el entorno de la vegetación se reduce en una cantidad equivalente al calor latente preciso para evaporar el agua transpirada. No todas las especies aportan la misma cantidad de humedad al medio ambiente. En general, las especies frondosas son las que más agua evaporan en comparación con las otras

El 10% de vapor de agua de la atmósfera se debe a este fenómeno, mientras que el 90% restante se debe a la evaporación de las superficies acuosas, océanos, lagos, ríos principalmente.

La transpiración de las plantas, eleva la humedad del aire circundante y aumenta las precipitaciones, por lo que las zonas boscosas tienen un mayor índice de pluviosidad que los terrenos a los que se les ha despojado de su bosque natural debido a las talas masivas a los que se les ha sometido.

El proceso de transpiración es un eficiente sistema de refrigeración de la planta. Teniendo en cuenta que se absorben 540 calorías en la evaporación de un gramo de agua, la transpiración produce un descenso de 1 a 3 grados en la superficie de las hojas por debajo de la temperatura del aire, lo que puede ser muy necesario en días calurosos de irradiación intensa.

3.5 CONFORT

El ser humano realiza sus actividades en ambientes rodeados de estímulos: higrotérmicos, acústicos, lumínicos y olfativos. Los órganos receptores de que

disponemos se ven incitados ante cada uno de ellos, provocando reacciones placenteras o de molestia en el organismo, de tal modo que podremos calificar al ambiente o al factor ambiental del que se recibe el estímulo como confortable o como no confortable.

La sensación de bienestar o de incomfortabilidad que se aprecia en un espacio no es la consecuencia de los estímulos aislados, sino de la combinación compleja de todos ellos y de su acción simultánea.

Si bien, hay otras circunstancias que también influyen sobre nuestra percepción, como nuestro estado de salud el cansancio, la tensión provocada por una situación, entre otras, desde el punto de vista de la definición de las condiciones de diseño ambiental son los mencionados parámetros higrotérmicos, acústico luminosos y olfativos los que quedan vinculados entre sí, quedando el resto dentro de las consideraciones psicológicas o sociológicas.

Serra y Coch (2001), explican que un mismo espacio con idénticos parámetros de confort, puede tener respuestas muy distintas según las condiciones de sus usuarios, estas condiciones personales se clasifican en biológico fisiológicas (herencia, sexo, edad), condiciones sociológicas (tipo de actividad, educación, ambiente familiar, moda, tipo de alimentación, entre otros), y condiciones psicológicas de cada uno de los usuarios.

Confort térmico del ser humano

Un ambiente térmico inadecuado causa reducciones de los rendimientos físico y mental; provoca irritabilidad, incomodidad al sudar o temblar; aumento o disminución de la frecuencia cardiaca, lo que repercute negativamente en la salud e incluso, en situaciones límite, puede desembocar en la muerte.

El confort térmico es una sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado. Según la norma ISO 7730 el confort térmico “es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”; depende de varios parámetros globales externos, como la temperatura del aire, la velocidad del mismo y la humedad relativa, y otros específicos internos como

la actividad física desarrollada, la cantidad de ropa o el metabolismo de cada individuo.

Se llega al bienestar higrotérmico cuando el cuerpo pierde calor a la velocidad adecuada; una mayor velocidad implica sensación de frío y una menor velocidad sensación de calor. A esa velocidad se equilibran todos los intercambios energéticos que se originan en el hombre.

La capacidad de adaptación del ser humano le permite subsistir en muy variadas condiciones de clima. Es aquí donde aparecen los límites impuestos por la naturaleza, siendo que con la tecnología se pueden controlar, mas sin embargo esto resultaría muy costoso. Desde el punto de vista bioclimático son cuatro los elementos del medio físico que suelen considerarse de forma destacada: radiación solar, humedad, movimiento y temperatura del aire; modificando de una u otra forma el balance energético entre el cuerpo humano y el entorno que lo rodea, como se puede apreciar en la imagen 3.54.

El intercambio de energía calorífica se realiza de cuatro formas principales: por conducción, convección, evaporación y radiación.

El confort térmico puede definirse como la manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con el ámbito térmico existente; debido a la variabilidad psicofisiológica es parcialmente imposible conseguir que un colectivo de personas, cualesquiera que sean las condiciones ambientales de referencia, la totalidad de las mismas manifiesten sentirse confortables en una situación microclimática dada.

Fanger y la ecuación de confort

El método Fanger para la valoración del confort térmico, fue propuesto en 1973 por P.O. Fanger, en la publicación *Thermal Comfort* (New York, McGraw-Hill, 1973). Este método es en la actualidad uno de los más extendidos para la estimación del confort térmico.

Fanger define tres condiciones para que una persona se encuentre en confort térmico:

1. Que cumpla el equilibrio térmico, depende de la actividad física, de la vestimenta, y de parámetros ambientales como: la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad del aire y la humedad del aire.
2. Que la tasa de sudoración esté dentro de los límites de confort,
3. Que la temperatura media de la piel esté dentro de los límites de confort.

La convección y la radiación pueden ser de distinto signo, positivo (pérdidas), cuando el entorno está a menor temperatura que el cuerpo, o negativo (ganancias), cuando está a mayor temperatura. Sin embargo, la evapotranspiración, que como se ve siempre representa pérdidas, debe actuar de cierre de la expresión, siendo regulada en todo momento por el organismo.

Las transferencia por convección y radiación dependen de la superficie de intercambio y de la resistencia de los elementos interpuestos (ropa tejido muscular), pero, sobre todo, de la diferencia de temperatura entre la piel y el entorno (aire o paramentos).

Por eso, cuando la temperatura ambiente comienza a elevarse, al reducirse la diferencia de temperaturas entre ésta y la superficie de la piel, disminuye

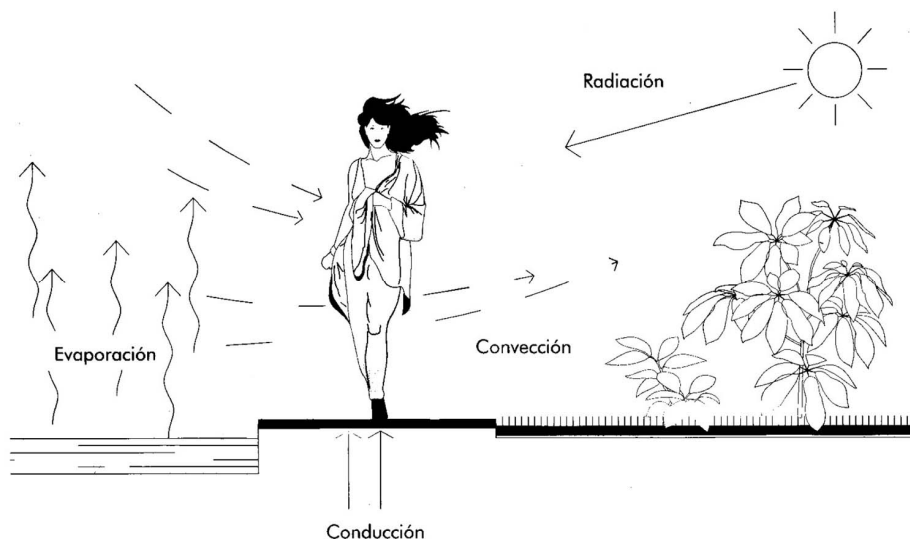


Imagen 3.54. Intercambio de energía calorífica.
Fuente del libro: La ciudad y el medio natural.

también la velocidad de disipación de calor, con lo que aumenta la temperatura interna. Para evitarlo, el organismo dilata las venas superficiales y deriva hacia ellas más cantidad de sangre, para que éste aumento de superficie de intercambio compense la reducción del salto térmico. Cuando esto no es bastante, y el organismo no pierde calor suficientemente rápido por convección y por radiación, comienza la exudación, para que, al evaporarse el sudor depositado en la piel, el cuerpo pierda calor empleado en el cambio de estado. Si la temperatura del ambiente sigue aumentando, en un primer momento se producirá la fatiga térmica propia de una

pérdida continuada de fluidos, para posteriormente, cuando la evaporación del sudor resulta insuficiente aumentar también la temperatura interna, provocando incomfortabilidad, malestar y, en un caso extremo, si se superan durante cierto tiempo los 41 °C puede sobrevenir la muerte.

En el otro extremo, si el proceso es de pérdida de calor, al bajar la temperatura del ambiente cesa la producción de sudor, se contraen las venas superficiales y se reduce la temperatura de la piel para disminuir las pérdidas por convección y radiación. Si esto no es suficiente, el organismo tiende a generar calor mediante una actividad física involuntaria como titiritar, intentando evitar que descienda la temperatura interna, produciéndose la muerte al mantenerse por debajo de los 28 °C.

3.5.1 CONFORT TÉRMICO EN LOS ESPACIOS ABIERTOS

La utilización de los espacios abiertos está unida directamente a la obtención de niveles de confort aceptables en dichos espacios. En los espacios abiertos no se pretende alcanzar sin embargo una sensación de bienestar equiparable a la que se da en espacios interiores climatizados.

En un espacio exterior los flujos de calor cambian respecto al espacio interior. Hay que evacuar además del calor generado por el metabolismo, el flujo de calor que aporta la radiación solar. Este flujo de calor es el más importante.

Ochoa (2002), es uno de los primeros en evaluar el confort térmico en espacios abiertos, desarrollo la herramienta informática CONFORT-EX, para evaluar y dar las pautas de diseño en los espacios exteriores.

El balance del confort lo expresa en la siguiente ecuación:

$$B = \text{Met} + \text{Ra} + \text{Conv} - E - \text{Re}$$

La evaluación la interpreta como la sensación de confort de la siguiente manera:

- **B = energía resultante del cuerpo humano al aire libre**, este balance se establece al sumar y/o restar las pérdidas o ganancias de energía de una persona en el espacio exterior.
- **Met = calor metabólico liberado (W/m²)**. El calor producido por el cuerpo se incrementa debido a la realización de una actividad. Si el individuo realiza una actividad más intensa será mayor el calor metabólico y serán mayores los esfuerzos del cuerpo por eliminar el calor en exceso acumulado. Un cuerpo en reposo tiene un intercambio de calor cero.
- **Ra = Radiación neta absorbida (solar + onda larga)**. El intercambio de calor por radiación tiene lugar entre la superficie de la persona, ya sea su piel o su vestido, y las superficies que la rodean, el calor ganado por la radiación solar es independiente de la temperatura del aire.
La cantidad de radiación absorbida por una persona corresponde a la suma de la radiación incidente de onda corta (solar) que absorbe dependiendo del albedo de la misma. Se considera un factor de 0.37 al albedo de una persona vestida de color medio.
- **Conv = Intercambio de calor por convección**. El proceso de convección libre viene motivado usualmente debido a las diferencias de temperaturas entre la superficie de una persona, la temperatura del aire que la rodea, y la temperatura del aire expirado.

Si la persona tiene una temperatura superior al aire próximo se calentará y dado que la densidad del aire caliente es menor que la del aire frío, el caliente ascenderá, y se ocupará este espacio con nuevo aire frío.

Esta dado por la cantidad de energía perdida o ganada por efectos del viento la ecuación de análisis toma en cuenta la diferencia de temperaturas corporal y la de ambiente y la resistencia de la vestimenta (clo) dada por la permeabilidad del viento incidente considerado a una altura de 1.5 m sobre el suelo.

- **Cond = Intercambio de calor por conducción.** Se debe a la transmisión de calor entre el cuerpo y los objetos que están en contacto con la piel. Depende de la diferencia de temperatura entre las superficies de los

cuerpos en contacto y de la conductividad térmica del material en contacto. Cuando el aire cuya temperatura es inferior a la de la piel es impulsado por convección.

- **E = Pérdida del calor por evaporación del sudor.** La evaporación del sudor es uno de los mecanismos más efectivos mediante el cual el cuerpo puede mantener su temperatura interna dentro de los calores normales. La cantidad de sudor que se evapora varía mucho en función de la actividad que se realice, del tipo de vestido, de la velocidad del aire, de la humedad del ambiente, y está limitada por la capacidad de sudar de cada persona.

El calor liberado por evaporación corresponde al calor latente producido por la transpiración del organismo. El cálculo toma en cuenta la diferencia de la humedad específica entre el aire ambiente y la temperatura superficial de la persona contrarrestada por la resistencia de la vestimenta.

- **Re = Radiación de onda larga emitida por el cuerpo.** Corresponde a la radiación terrestre absorbida y emitida de onda larga que recibe de la emisión de las superficies alrededor, radiación difusa y terrestre sumada a la emitida por la persona como un cuerpo negro, cuya absorptividad es de 1.

<i>B</i>	Energía resultante del balance del cuerpo humano al aire libre
<i>Met</i>	Cantidad de calor debido a la actividad física
<i>Ra</i>	Radiación neta absorbida (solar + onda larga)
<i>Conv</i>	Intercambio de calor por convección
<i>Cond</i>	Intercambio de calor por conducción
<i>E</i>	Pérdida de calor por evaporación
<i>Re</i>	Radiación de onda larga emitida por el cuerpo

Tabla 3.7. Balance de confort exterior.
Fuente: Ochoa (2002).

El balance de confort se interpreta de la siguiente manera:

Una persona en el espacio exterior, se le considera que esta en estado de

Balace (W/m^2)	Interpretación
$B < - 250$	Muy frío (posible hipotermia)
$- 250 < B - 150$	Frío
$-150 < B - 50$	Ligeramente frío
$- 50 < B + 50$	Comfortable
$+ 50 < B < + 150$	Ligeramente caluroso
$+ 150 < B + 250$	Caluroso
$+ 250 < B$	Muy caluroso (posible insolación)

Tabla 3.8. Interpretación del resultado del balance térmico (B) de una persona como sensación de confort térmico en un espacio exterior. Fuente: Ochoa (2002).

confort cuando el valor oscila entre $\pm 50 \text{ W / m}^2$, se ubica en un estado de equilibrio, las ganancias son iguales a las pérdidas de energía en el entorno inmediato.

Cuando el cuerpo recibe más de energía térmica de la que pierde y se encuentra entre 50 W / m^2 y 150 W / m^2 , el cuerpo tiende a generar más calor del que puede disipar y tendrá una sensación de frescor, pero cuando sobre pasa los 150 W / m^2 tendrá una sensación de calor, si el resultado es considerablemente mayor $>250 \text{ W / m}^2$ se encuentra en estado de máximo discomfort.

Al encontrarse entre los $- 50 \text{ W / m}^2$ y $- 150 \text{ W / m}^2$, necesita aumentar su actividad metabólica o realizar alguna actividad para recuperar el calor perdido. Si sobrepasa los $- 150 \text{ W / m}^2$, tendrá una sensación de frío.

CAPITULO

IV

METODOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

La presente metodología servirá para poder comprobar la hipótesis que logra relacionar los objetivos planteados, al caracterizar las variables clave que intervienen en el balance del confort del peatón, utilizando el programa confort-ex, que permite evaluar cuantitativamente, la sensación de confort térmico de los espacios exteriores, en las circulaciones peatonales.

El estudio del comportamiento del entorno urbano requiere de la medición del efecto producido por las variables clave que intervienen en el balance energético de los espacios exteriores. Siendo la variables el clima, el contexto y el usuario.

El microclima del lugar de donde obtenemos los parámetros de temperatura del aire, de radiación, la humedad y el movimiento del aire.

El contexto se refiere a las características físicas y espaciales, es decir, la ubicación, la forma, los límites y los elementos vegetales que los componen.

El usuario, es la persona que realiza sus actividades en el espacio exterior, pudiendo ser alguna de ellas como: caminar lenta o apresuradamente, correr, andar en bicicleta, patinar, sentarse, entre otras; como consecuencia de estas actividades hay un intercambio de energía siendo su actividad metabólica uno de los factores que condicionan el confort de la persona en el espacio exterior.

Los pasos específicos que se siguieron para poder cubrir todos los aspectos anteriormente señalados, se describen con detalle en los apartados siguientes.

4.1 TIPO DE ESTUDIO

El desarrollo de este análisis requiere que sea acotado para su análisis como un caso de estudio según Hernández, Fernández y Baptista (2003).

Para este caso de estudio se eligieron las circulaciones peatonales en el barrio de Icaria en la Villa Olímpica, del distrito de Sant Martí; el cual se observa en la imagen 4.1. Antiguamente era una zona industrial, formada en el siglo XIX por grandes fábricas, almacenes, talleres y viviendas que ocupaban una extensión de terreno con poca relación con la ciudad, la cual se degradó con el tiempo, y con la aprobación del proyecto olímpico, el barrio de Icaria desapareció reformándose y habilitado como residencia para deportistas con motivo de los Juegos Olímpicos de Barcelona en 1992.

Siendo un caso único de un desarrollo urbanístico en el litoral costero, con las características, que se describen a continuación.

Nova Icaria actualmente, es un barrio residencial del distrito de San Martí, su estructura urbana está formada por cinco fajas sucesivas paralelas al mar y en sistema de parque integrados, como se aprecia en la imagen 4.2 y 4.3.

- A. Primera faja: playas y malecones de abrigo en una longitud de más de 1 km de frente marítimo.
- B. Segunda faja: se trazó un paseo marítimo peatonal de 30 m de anchura como continuación del paseo Marítimo de la Barceloneta, bordeando las playas y el malecón.
- C. Tercera faja: formada por las torres que configuran la fachada marítima a gran escala, concentrando muchas actividades (hoteles, oficinas y



Imagen 4.1. Original tomada de “Vuelo Virtual BCN 4D”, manipulada por el investigador.

- D. espacios de recreo agrupados en planta baja alrededor de las torres) y dejan suficiente espacio para que el área residencial disfrute de las vistas de la playa.
- E. Cuarta faja: la ronda del Litoral, es un segmento del sistema de cinturones circulatorios de la ciudad y absorbe un flujo de vehículos muy importante.
- F. Quinta faja: núcleo urbano: integra la morfología tradicional a las nuevas tipologías residenciales.
- G. Sistema de parques. Centros de actividad pública, ejes vertebradores de todo el barrio, los cinco parques, cada uno con carácter propio se relacionan entre sí, como se muestra en la imagen 4.4.

El caso de estudio se sitúa en dos zonas, las cuales se muestran en la imagen 4.5., se encuentran a lo largo de la fachada marítima, una es el Trayecto Uno Port Olímpic, frente al centro comercial llamado “El Centre de la Vila Port Olímpic”, pasando por el parque del Puerto, el paseo marítimo peatonal hasta llegar a la playa; la otra zona de estudio es el Trayecto Dos Nova Icària, que se

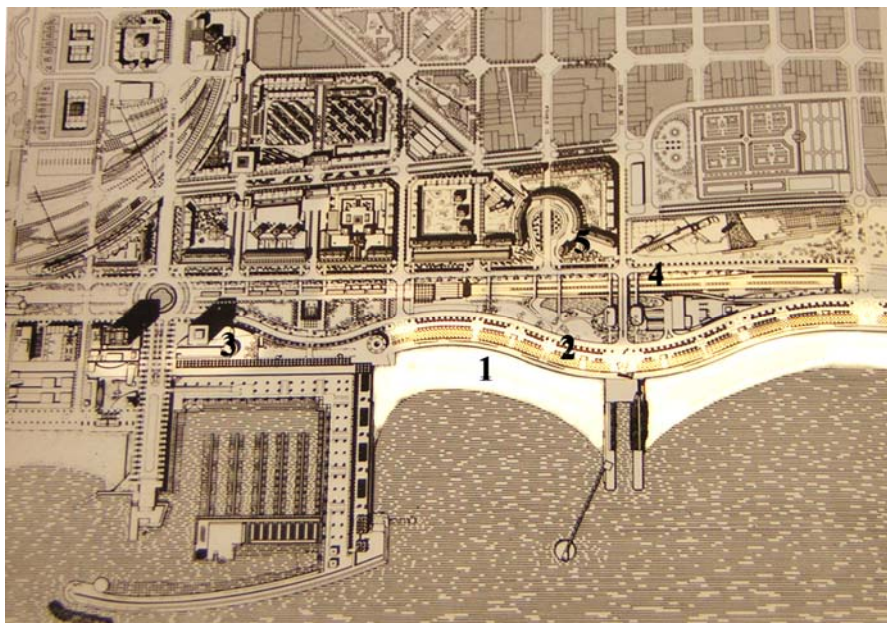


Imagen 4.2. Original tomada de “Pla Especial d’Ordenació Urbana de la façana al mar de Barcelona”, manipulada por el investigador.

encuentra frente a la manzana en forma cóncava, pasando por el parque de Icaria, llegando hasta la playa.

Se manejan dos tipologías de manzana, la cerrada con patio interior y la cóncava. Este estudio también será un estudio longitudinal, transversal, bibliográfico y de campo; como se describe a continuación:

El estudio longitudinal de tenencia, a decir de Hernández et al (2003) es aquel

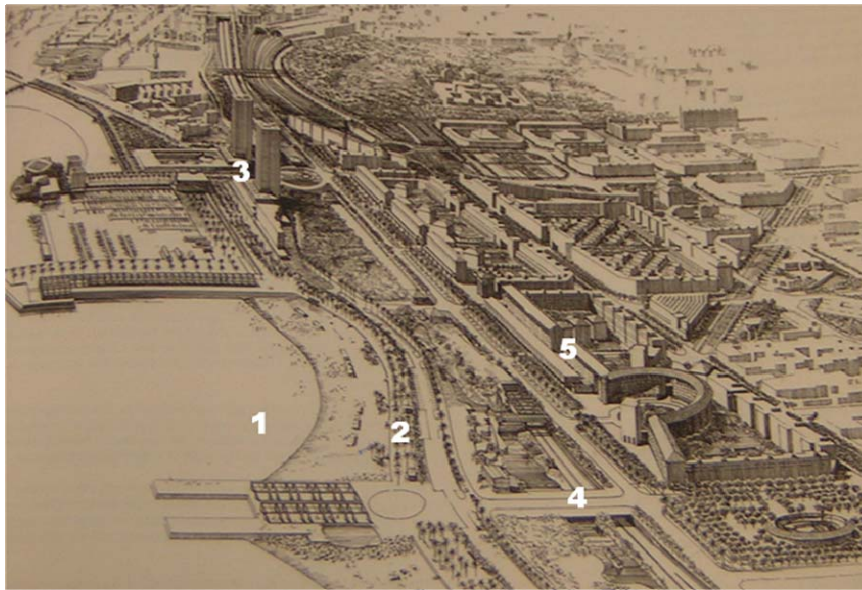


Imagen 4.3. Original tomada de “Pla Especial d’Ordenació Urbana de la façana al mar de Barcelona”, manipulada por el investigador.

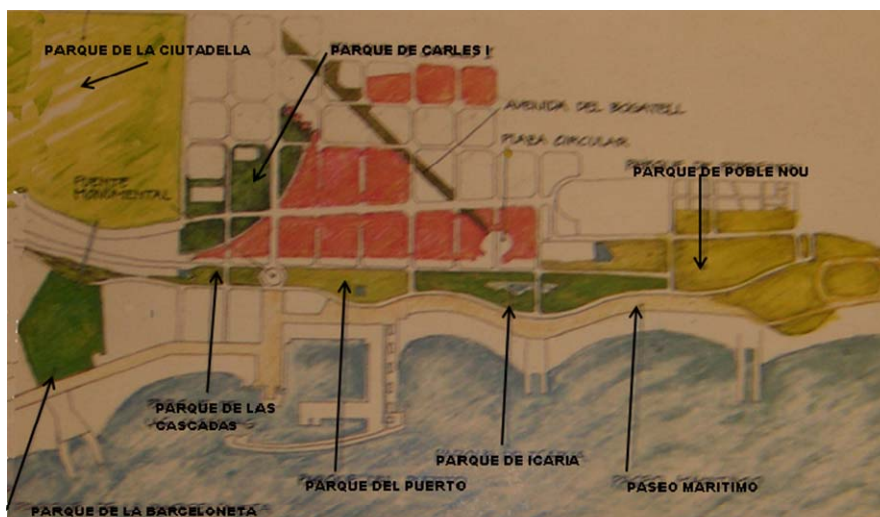


Imagen 4.4. Original tomada de “Pla Especial d’Ordenació Urbana de la façana al mar de Barcelona”, manipulada por el investigador.

en el que se recolectan datos en varios puntos en el tiempo y se examina su evolución a lo largo de este periodo. Se miden y observan las variables entre éstas. Para el caso correspondiente a esta investigación, la longitudinalidad estará establecida dado que se tendrá que realizar estudios en los periodos de equinoccios de primavera - otoño y solsticios de verano - invierno.

Este estudio se hará en los equinoccios primavera y otoño, así como en los solsticios de verano e invierno. Se harán mediciones de los parámetros climáticos: temperatura ambiente, humedad relativa, viento, temperatura de las distintas superficies y vegetación, que componen el espacio.

Es un estudio transversal correlacional causal a decir de Hernández et al (2003), porque describe las relaciones entre dos o más variables en un momento determinado.

Las causas y los efectos ocurren durante el desarrollo del estudio, y el investigador observa y reporta. Describen relaciones en uno o más grupos y suelen describir primero las variables incluidas en la investigación, para luego establecer las relaciones entre éstas.

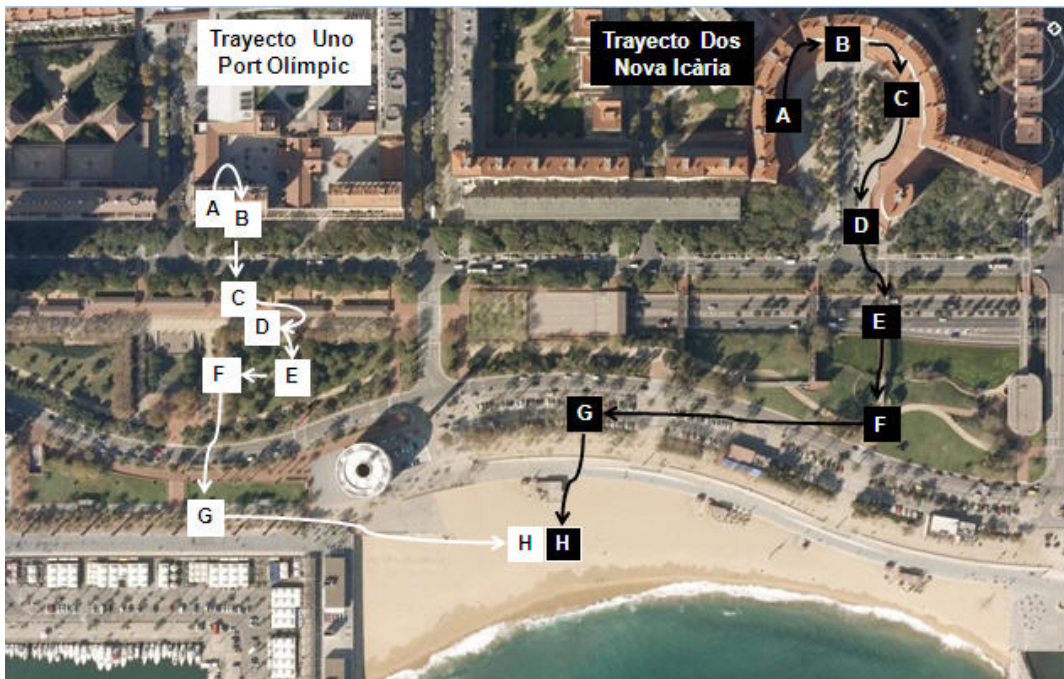


Imagen 4.5. Original tomada de “Vuelo Virtual BCN 4D”, manipulada por el investigador.

En las diferentes tipologías de circulaciones peatonales, se describirán los fenómenos que suceden con las variables de temperatura del aire, temperatura de radiación, de las superficies, humedad y viento; durante un día desde el orto hasta el ocaso.

La información bibliográfica es la búsqueda de información en varias bibliotecas, con los datos del autor, en el catálogo por materias o por tema.

La información bibliográfica se llevó a cabo mediante una búsqueda en varias bibliotecas, en ocasiones se disponía de bibliografía, con datos de autores, en otros casos con la idea del tema, se buscaba la información o en el catálogo por materias.

Los libros se consultaban en la biblioteca, para posteriormente pedir a préstamo. Se consultaron artículos e información en internet.

En librerías se compró bibliografía, que se consideraba básica para la tesis. Finalmente es un estudio de campo, ya que como comenta Hernández et (2003), es un estudio de investigación en un ambiente natural, una situación realista en la que una o más variables independientes son manipuladas por el experimentador en condiciones tan cuidadosamente controladas como la situación lo permite.

La investigación se llevó a cabo, en espacios exteriores, donde se necesitaba que las mediciones fueran en días soleados, sin lluvia, ni nubosidad. Se checaban en la página de la estación meteorológica www.meteosat.com, la predicción del tiempo, buscando los días soleados y en base a eso se determinaban los días para las mediciones, dentro del rango de las fechas establecidas.

4.2 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN

DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

Tal como fue citado en la parte introductoria de este Capítulo, las variables que serán analizadas en el presente estudio serán:

Temperatura de radiación

Es la temperatura de una superficie. Entre más alta sea la temperatura de la superficie, mayor será la radiación de onda larga (infrarroja) emitida por ésta. Depende principalmente de dos factores: de la cantidad de radiación solar incidente y del color de la superficie, que está relacionado con su albedo, por lo tanto con la cantidad de radiación que absorbe. Entre menor sea el albedo, mayor será la radiación absorbida y mayor la temperatura de la superficie.

El rango de mediciones en el termómetro, la temperatura de radiación fluctúa de - 18 ° C a 200 °C.

Temperatura del aire

La variación de la temperatura diurna depende del estado del cielo, en días claros, la gran cantidad de radiación solar recibida y la libre expansión de la misma originan un amplio margen de variaciones térmicas, mientras que en días nublados dicho margen es inferior. En verano los días claros son más cálidos ya que se recibe una mayor radiación solar, pero en invierno, un día en las mismas condiciones es generalmente más frío que uno nublado, ya que durante el período nocturno – más amplio que el diurno- el calor producido por la radiación escapa más fácilmente al encontrar una atmosfera más despejada.

Se mide en grados centígrados, el termómetro registra como mínima – 29 ° C y máxima 70 ° C.

Humedad relativa

Es la forma más común de expresar la humedad atmosférica. Es la relación entre el contenido de vapor en un momento determinado y el máximo que podría contener si estuviese saturado.

Se utilizan unidades enteras al dar el tanto por ciento de humedad relativa, se calcula con medidores de humedad que indican desde el 0 % (aire seco absoluto) hasta el 100 % (aire completamente saturado como niebla, nubes o baño de vapor). Ofrece una indicación directa del potencial de evaporación y está muy relacionada con el bienestar.

El rango de mediciones del termómetro fluctúa de 5% a 95%.

Velocidad del aire

Existen patrones de comportamiento de los vientos en toda la geografía mundial debido al desigual calentamiento de la superficie terrestre y a la masa atmosférica, incluso pueden llegar a caracterizarse por su temperatura, contenido de humedad y desplazamientos, en periodos que pueden ser diarios o estacionales en regiones específicas del planeta.

Las características físicas del sitio determinarán, por otro lado, las posibles variaciones del régimen de viento, y constituyen un fenómeno físico complejo en el cual intervienen diversos factores, como la densidad del aire, su fricción con el terreno, la variación horizontal de presiones, las diferencias térmicas, los obstáculos, entre otros.

Para los fines del diseño, es necesario conocer de los vientos locales en función de las observaciones horarias de cada día y de cada mes, que permiten establecer los patrones de su comportamiento:

- La dirección horaria
- La velocidad horaria
- La frecuencia diaria y mensual

- Las características de su movimiento de tipo cualitativo, dividido en laminar o turbulento.

ESCALA	DESCRIPCIÓN	VELOCIDAD M/S	EFFECTO EN EL HOMBRE	EFFECTO EN EDIFICIOS Y VEGETACIÓN
0	Calma	0 – 0.5	Ninguno	El humo sube verticalmente y la superficie del agua está tranquila
1	Aire ligero	0.6 – 1.5	Movimiento apenas percibido debido al efecto de enfriamiento	La dirección del viento la muestra el humo pero no las veletas
2	Brisa ligera	1.6 – 3.3	El aire fresca se siente sobre la cara	Murmullo de las hojas
3	Brisa suave	3.4 – 5.4	El cabello se mueve, ligero golpeteo de la ropa, empieza la incomodidad.	Las hojas y ramitas se mueve, existe una ligera extensión de bandera Y rizos en el agua
4	Brisa moderada	5.5 – 7.9	El cabello se desarregla, medianamente incomodo.	El polvo se levanta y los papeles vuelan, la arena se extiende sobre el terreno.
5	Viento fuerte	8.0 – 10.7	La fuerza del viento se siente incómodamente sobre el cuerpo.	Los árboles con follaje empieza ladearse, la arena es impulsada u existen ondas de agua con cresta blanca.
6	Viento muy fuerte	10.8 – 13.8	Se escucha el viento, el cabello se extiende de frente y es difícil caminar firmemente.	Las hojas se desprenden, la arena o nieve sopla sobre las cabezas las ramas grandes se mueven.
7	Vendaval	13.9 -17.1	Caminar contra el viento equivale a subir con una inclinación de 1/7.	Todos los árboles se encuentran generalmente en movimiento
8	Ventarrón	17.2 – 20.7	Generalmente impide el paso, lo que equivale a subir una cuesta de 1/5.	Las ramas grandes se doblan y las ramitas pequeñas se rompen
9	Ventarrón fuerte	20.8 – 20.4	Las ráfagas empujan lo que equivale a subir una cuesta ¼.	Las estructuras ligeras se dañan y las maderas y tejas se remueven
10	Borrasca	24.5 – 28.4	Caminar contra el viento equivale a subir una cuesta de 1/3, pero las ráfagas hacen prácticamente imposible moverse.	Las estructuras están considerablemente dañadas, y los árboles partidos o arrancados de cuajo.
11	Borrasca fuerte	28.5 – 29.0	Hombres y animales arrastrados o elevados.	Edificios totalmente destruidos y bosques enteros arrancados.
12	Borrasca muy fuerte	más de 29.0	Más fuerte que el anterior	Más fuerte que el anterior.

Tabla 4.1. Escala de la fuerza del viento de Beaufort. Fuente del libro: Viento y arquitectura.

Para comprender los registros de viento, debe observarse que la dirección anotada corresponde a la de la procedencia del viento, La velocidad se registra en metros por segundo (mps) o en kilómetros por hora (kph), es fácil comprender su magnitud al relacionar las velocidades de los efectos que el viento produce en la tierra con la escala Beaufort, la cual se muestra en la tabla 4.1.

La velocidad del viento se estima con referencia a la escala de Beaufort.

Su rango de mediciones es de 0,4 a 40,0 m/s.

4.2.1 PLANTEAMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS

La recolección de datos diseñado para este proyecto pretende resolver la captura de información de las siguientes variables, establecidas en el apartado anterior:

1. De las climatológicas:

- Temperatura de radiación.
- Temperatura del aire
- Humedad Relativa
- Velocidad del viento
- Dirección del viento

Se diseñaron dos trayectos bajo los mismos criterios generales, pero diferenciados exclusivamente por las características de cada uno; diseñados para realizar la experimentación: Trayecto Uno Port Olímpic y Trayecto Dos Nova Icaria.

Para el Trayecto Uno Port Olímpic se encuentra dividido en dos grandes apartados, como se puede ver en la imagen 4.6.

LUGAR	Villa Icaria	UBICACIÓN	
FECHA		Trayecto 1, Port Olímpic.	

A. Pórtico							
Hora	TR muro	TR losa int.	TR columna	TR piso	Ta	HR	V
	lad. rojo °C	madera °C	lad. rojo °C	terrazo °C	°C	%	m/s d
	sol sombra	sol sombra	sol sombra	sol sombra			

B. Circulación peatonal y ciclista				
pavimento (hormigon)				
Hora	TR piso	Ta	HR	V
	c. gris °C	°C	%	m/s d
	sol sombra			

D. Circulación peatonal en arena				
Hora	TR	Ta	HR	V
	arena °C	°C	%	m/s d
	sol sombra			

C. Circulación peatonal bajo cubierta de teja							
Hora	TR col.	TR losa int.	TR col.	TR piso	Ta	HR	V
	hormigon °C	teja barro °C	hormigon °C	lad. rojo °C	°C	%	m/s d
	sol sombra	sol sombra	sol sombra	sol sombra			

E. Entre tres hileras de arboles					F. Al lado de una hilera de arboles				
Hora	TR	Ta	HR	V	TR	Ta	HR	V	
	lad. rojo °C	°C	%	m/s d	arena °C	°C	%	m/s d	
	sol sombra				sol sombra				

G. Entre dos hileras de palmeras					H. En playa				
Circulación zona turística									
Hora	TR pavimento	Ta	HR	V	Hora	TR	Ta	HR	V
	lad. rojo °C	°C	%	m/s d		arena °C	°C	%	m/s d
	sol sombra					sol sombra			

Imagen 4.6. Ficha de recolección de datos. Trayecto Uno Port Olímpic.

- I. El de información general que permita registrar la ubicación y la fecha donde se efectuarían las mediciones.

- II. El de tipologías de circulación peatonal, consistente en 8 tipos:
 1. Pórtico
 2. Peatonal y ciclista
 3. Peatonal bajo cubierta de teja
 4. Peatonal sobre suelo de arena
 5. Peatonal entre dos hileras de arboles
 6. Peatonal al lado de una hilera de arboles
 7. Peatonal entre tres hileras de palmeras
 8. Playa.

En el apartado correspondiente a cada una de las tipologías establecidas, se captura a su vez la siguiente información:

- a. Temperatura de radiación en límites verticales y horizontales, ajustados en cada caso, dependiendo de la tipología de circulación peatonal (TR).
- b. Temperatura del aire (TA).
- c. Humedad relativa (HR).
- d. Velocidad del viento (v)
- e. Dirección del viento (d).

En este apartado se dejaron un mínimo de 5 espacios para registrar los datos obtenidos con los instrumentos de medición en el rango de tiempo establecido para efectuar el mismo y descrito con precisión en el apartado de Técnica de aplicación del instrumento.

Para el Trayecto Dos Nova Icaria; se encuentra dividido también en dos grandes apartados, como se puede apreciar en la imagen 4.7.

LUGAR		Villa Icaria		FECHA																	
UBICACIÓN		Trayecto 2, Nova Icaria.																			

A. Circulación p. frente a fachada Noreste						B. Circulación p. frente a fachada Sureste												
Hora	TR muro		TR pav.	Ta	HR	V		TR muro		TR pav.	Ta	HR	V					
	lad. rojo °C	concreto °C	°C	%	m/s	d	lad. rojo °C	concreto °C	°C	%	m/s	d	lad. rojo °C	concreto °C	°C	%	m/s	d
	sol	sombra	sol	sombra			sol	sombra	sol	sombra			sol	sombra				

C. Circulación p. frente a fachada Sur						
Hora	TR muro		TR pav.	Ta	HR	V
	lad. rojo °C	concreto °C	°C	%	m/s	d
	sol	sombra	sol	sombra		

D. Frente a calle					E. En puente					
Hora	°C	Ta	HR	V	°C	Ta	HR	V		
	ban. firme °C	°C	%	m/s	d	p. madera °C	°C	%	m/s	d
	sol	sombra			sol	sombra				

F. En parque de Icaria						
Hora	TR piedrilla		Ta	HR	V	
	sol	sombra	°C	%	m/s	d

G. Circulación entre 3 h. de árboles						
Hora	TR arena		Ta	HR	V	
	sol	sombra	°C	%	m/s	d

H. Zona de playa						
Hora	TR arena		Ta	HR	V	
	sol	sombra	°C	%	m/s	d

Imagen 4.7. Ficha de recolección de datos. Trayecto Dos Nova Icaria.

- I. El de información general que permita registrar la ubicación y la fecha donde se efectuarían las mediciones.

- II. El de tipologías de circulación peatonal, consistente en 8 tipos:
 1. Peatonal frente a fachada NE
 2. Peatonal frente a fachada S
 3. Peatonal frente a fachada SE
 4. Peatonal frente a calle
 5. Peatonal en puente
 6. Peatonal en parque de Icària
 7. Peatonal entre tres hileras de arboles
 8. Playa

En el apartado correspondiente a cada una de las tipologías establecidas, se captura a su vez la siguiente información:

- a. Temperatura de radiación en límites verticales y horizontales, ajustados en cada caso, dependiendo de la tipología de circulación peatonal (TR).
- b. Temperatura del aire (TA).
- c. Humedad relativa (HR).
- d. Velocidad del viento (v)
- e. Dirección del viento (d).

En ambos casos se dejaron, para cada una de las tipologías mencionadas, un mínimo de 5 espacios para registrar los datos obtenidos con los instrumentos de medición en el rango de tiempo establecido para efectuar el mismo y descrito con precisión en el apartado de Técnica de aplicación del instrumento.

Un segundo tipo de recolección de datos, correspondió a una bitàcora de visitas, en donde se obtuvo la información única que se requería para resolver la configuración espacial de la variable del contexto, misma en la cual se registraron la siguiente información:

- Se llevo a cabo un levantamiento de las dimensiones de cada una de las tipologías, se trazaron en planta y alzado, ancho de las tipologías, alturas de límites verticales, en el caso de la vegetación, distancia entre árboles, altura máxima, altura del tronco, ancho y altura de la copa del árbol, se registraron los materiales de cada circulación peatonal, así mismo se tomaron fotografías.

Para lo correspondiente al uso de la variable usuario, se determinó su vestimenta y actividades, basados en el sentido común y la observación llevada a cabo durante las visitas físicas efectuadas al lugar de experimentación, mismas que fueron determinadas de la siguiente manera, para ser aplicadas en los estudios y análisis posteriormente efectuados:

1. Equinoccio de primavera

- Vestimenta mayormente usada: camisa polo, pantalón y botas.
- Actividad preponderante: caminando a paso moderado.

2. Solsticio de verano

- Vestimenta mayormente usada: short, camiseta y sandalias.
- Actividad preponderante: caminando a paso moderado.

3. Equinoccio de otoño

- Vestimenta mayormente usada: camisa polo, pantalón y botas.
- Actividad preponderante: caminando a paso moderado.

4. Solsticio de invierno

- Vestimenta mayormente usada: camisa polo, pantalón, botas y anorak.
- Actividad preponderante: caminando a paso moderado.

Estas actividades y vestimentas permitirán hacer uso y referencia de las tablas correspondientes a actividades metabólicas, permeabilidad de la ropa entre otras todas elaboradas por Ochoa (1999).

Usuario

Actividad metabólica

Las personas viven en un ambiente formado por muchos elementos (espacio, color, texturas, sonido, clima, etc.), que interactúan y producen determinadas sensaciones en el ser humano.

Los elementos del medio físico que modifican de una y otra forma el balance energético entre el cuerpo humano y el entorno que lo rodea son: la radiación solar, humedad, movimiento y temperatura del aire.

El intercambio de energía calorífica del ser humano se realiza de cuatro formas principales: por conducción convección evaporación y radiación. El ser humano debe mantener su temperatura corporal dentro de ciertos límites, para ello cuenta con un sistema de autorregulación (metabolismo) que se pone en marcha cuando las condiciones exteriores son desfavorables.

El metabolismo es la suma de las reacciones químicas que se producen en todas las células del organismo. El límite mínimo, del metabolismo está determinado por la actividad fisiológica básica para mantenerse vivo, por lo que recibe el nombre de metabolismo basal el metabolismo basal varía con la edad, el sexo, el peso y por otras causas de origen psicofisiológico.

A partir del metabolismo basal, las actividades físicas y los estados emocionales, según su intensidad, incrementarán el metabolismo. Para determinar el calor que genera el cuerpo en la realización de una actividad es necesario considerar tanto el calor producido para ejecutarla como el generado por metabolismo basal.

Por ejemplo, una actividad física para la cual la eficiencia mecánica del sujeto alcanza el 25%, como pudiera ser el ciclismo, que a 20 km/h requiere un consumo energético aproximadamente de 590 W; y teniendo en cuenta que el ciclista es un hombre con un metabolismo basal de 77 W. El calor generado (Q)

por el ciclista se puede determinar cómo el 75% del gasto energético empleado en pedalear (GE_w) más el metabolismo basal (M_B):

$$Q = 0,75 \times GE_w + M_B ; \quad Q = 519,5 \text{ W}$$

En la tabla 4.2 se presentan, las diferentes actividades metabólicas, realizadas en el exterior.

Vestimenta

El vestido modifica la interrelación entre el organismo y el medio al formar una frontera de transición entre ambos que amortigua o incrementa (según el caso) los efectos del ambiente térmico sobre la persona.

Aislamiento de la ropa

En ambientes calurosos el vestido dificulta la evaporación del sudor y su necesidad depende del tipo de calor; en caso del calor seco de los desiertos, la

actividad metabólica	
Actividad	W/m ²
Durmiendo	50
Descansando	60
Sentado/de pie	90
Trabajando en una mesa/conduciendo	95
De pie/trabajo ligero	120
Caminando lentamente (4 km/h)	180
Caminando moderadamente (5.5 km/h)	250
Actividad intensa intermitente	600

Tabla 4.2. Actividad metabólica tomada de Ochoa 1999

ropa constituye, además de una pantalla protectora contra la radiación calórica, una necesidad imprescindible para evitar la deshidratación del cuerpo por una excesiva evaporación del sudor, ya que el aire seco, ávido de agua, absorbe el sudor del hombre en grandes cantidades y muy rápidamente.

Permeabilidad de la ropa

En el caso del calor húmedo, como es el calor tropical, donde el aire tiene una importante carga de humedad que dificulta la evaporación la ropa frena aún más, al contrario al calor del desierto, donde es importante cubrirse lo más posible. En el trópico el vestido debe ser ligero inexistente, tal como se estila. En la tabla 4.3 se muestra según el tipo de ropa el aislamiento y su permeabilidad.

Tipo de ropa		
Tipo de ropa	Aislamiento de la ropa ($^{\circ}\text{Km}^2/\text{W}$)	Permeabilidad de la ropa (s/m)
Camiseta, pantalones cortos, calcetines, zapatillas deportivas	50	175
Polo, pantalones largos, calcetines, zapatos o botas	75	150
Polo, pantalones largos, calcetines, zapatos, anorak	100	100
Camisa manga larga, pantalones largos, calcetines, zapatos, anorak	125	65
Camisa manga larga, pantalones largos, calcetines, zapatos, sweater	175	125
Camisa manga larga, pantalones largos, calcetines, zapatos, sweater, anorak	250	50
Color de la ropa	Albedo de la persona (%)	
Oscura	20	
Media	37	
Clara	50	

Tabla 4.3. Tipo de ropa, tomada de Ochoa 1999.

4.2.2 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Antes de poder determinar cuáles serían los puntos seleccionados para hacer las mediciones correspondientes y necesarias para resolver el objetivo e hipótesis planteado en el presente proyecto de investigación, se tuvieron que efectuar una serie de pruebas experimentales consistentes en lo siguiente:

Frente al litoral costero de Barcelona, en el barrio de Icaria, se manejan dos tipos de manzanas, la cerrada con patio interior y pórtico frente a la fachada del litoral, y la de forma cóncava.

Se eligió de las manzanas con pórtico la del centro comercial “El Centre de la Vila Port Olímpic”, por tener el mayor número de circulaciones que llegaban al centro comercial, y la única manzana de forma cóncava.

En la primera parte se iniciaron las mediciones en los patios interiores de la manzana del centro comercial, midiendo en cada fachada interior de cada uno de los patios, los parámetros climáticos, continuándose con el Trayecto Uno Port Olímpic descrito anteriormente. Estas pruebas se realizaron en dos días en el año 2006 en los meses de octubre, noviembre, diciembre, y en el 2007 en enero y febrero.

En la segunda parte se descartó del Trayecto Uno Port Olímpic, las mediciones de los patios interiores, quedando las siguientes circulaciones peatonales:

- A. peatonal en pórtico fachada SE
- B. peatonal y ciclista con arbolado en hilera
- C. peatonal con techumbre, abierto lateralmente con orientación NE - SO
- D. peatonal en arena, contigua a la cubierta de teja y con arbolado en hilera en uno de sus lados,
- E. peatonal con arbolado en hilera en ambos lados con orientación NO – SE
- F. peatonal con arbolado en hilera en un solo lado
- G. peatonal con palmeras en hilera en ambos lados
- H. playa

Finalmente se eligieron las siguientes circulaciones, por tener toda una variante de cubierta y con elementos verticales en ambos lados.

- A. peatonal en pórtico fachada SE
- B. peatonal y ciclista con arbolado en hilera
- C. peatonal con techumbre, abierto lateralmente con orientación NE - SO
- D. peatonal en arena, contigua a la cubierta de teja y con arbolado en hilera en uno de sus lados,
- E. peatonal con arbolado en hilera en ambos lados con orientación NO – SE
- F. peatonal con arbolado en hilera en un solo lado
- G. peatonal con palmeras en hilera en ambos lados

En el Trayecto Dos Nova Icària, se hicieron mediciones de los parámetros climáticos en el interior del túnel, que atraviesa la manzana cóncava y las mediciones en la manzana cóncava, se efectuaron aproximadamente a 3m de distancia, estas pruebas se realizaron en dos días, en el 2006 en los meses de octubre, noviembre, diciembre; en el 2007 en enero y febrero.

Al establecerse que no había variación o era mínima, en tres metros de distancia en la manzana cóncava, se decidió tomar en tres puntos de esta manzana, lo que daba circulaciones peatonales con diferentes orientaciones.

En el Trayecto Dos Nova Icària, frente a la fachada de manzana cóncava se trabajó con ocho puntos:

- A. peatonal en fachada NE
- B. peatonal en fachada SO
- C. peatonal en fachada SE
- D. peatonal frente a calle orientación NE - SO
- E. peatonal en puente de madera
- F. peatonal donde concurren varias circulaciones peatonales
- G. peatonal con arbolado en hilera en ambos lados
- H. playa

De los cuales se eligieron las siguientes tipologías:

- A. fachada NE
- B. fachada SO
- C. fachada SE
- H. peatonal entre tres hileras de arboles

Esto permitió establecer el proceso definitorio para la captura de la información que se requería recabar para el instrumento N° 1: formato de mediciones.

- a. La recolección de datos se realizaba desde las 8 hasta las 17 horas.
- b. El sitio inicial de toma de datos, era el punto A del Trayecto Uno, Port Olímpic.
- c. En el mismo, se tomaba con el termómetro infrarrojo de la marca Radio Shack, las temperaturas de radiación a una distancia de 20 cm de los elementos verticales, mientras que de los pavimentos se tomaba a una distancia de 40 cm y de las cubiertas en interior variaba de 1.5 a 3.0 m según la altura de la misma.
- d. En el mismo sitio, pero usando ahora un instrumento de monitoreo del clima de la marca Krestel, se registraban las temperatura del aire a una altura de 1.5 m, tomando las variaciones durante dos minutos, anotando la temperatura más alta y más baja, para obtener el promedio de la misma, dato que era el registrado finalmente en el instrumento de recolección de datos.
- e. Así mismo, en el mismo lugar y con el mismo instrumento de medición Krestel, se registraba la humedad relativa a una altura de 1.5 m, tomando las variaciones durante dos minutos, anotando la humedad relativa más alta y más baja, para obtener el promedio de la misma, dato que era el registrado en el instrumento de recolección de datos.
- f. Finalmente con el instrumento de monitoreo del clima Krestel, se registraba la velocidad y dirección del aire, colocándose a una altura de 1.5 m el aparato, con las aspas en posición perpendicular a la dirección

del viento, durante dos minutos se observó la variación, registrando la velocidad más baja y más alta, para obtener el promedio. Cuando existía turbulencia, se observaba el movimiento de las hojas de los árboles para determinar la dirección del viento.

- g. El proceso de toma de datos, llevaba en cada punto de cada trayecto aproximadamente siete minutos.
- h. Concluido la toma en la circulación peatonal A, se pasaba al sendero B del mismo trayecto, de forma que en cada uno de los ocho puntos establecidos del Trayecto Uno Port Olímpic, se repetía el procedimiento anteriormente descrito, para completar el trayecto completo en aproximadamente 60 minutos, iniciándose de nueva cuenta la toma de datos en el punto A, exactamente a las 10:00 horas.
- i. El siguiente registro se iniciaba dos horas posteriormente y así sucesivamente hasta completar el tiempo de finalización del último registro el cual iniciaba a las 16 horas.
- j. Concluido el Trayecto Uno Port Olímpic, al día siguiente se procedía con el trayecto 2 Nova Icària, usándose el mismo procedimiento descrito para el trayecto 1.
- k. Para corroborar la información recabada en ambos trayectos, se volvía a repetir, en el tercer día la toma de datos en cada uno de los puntos del Trayecto Uno Port Olímpic y un cuarto día para el Trayecto Dos Nova Icària es decir, se hacía dos veces el recorrido del Trayecto Uno Port Olímpic en dos días y los mismo para el Trayecto Dos Nova Icària; respetándose el procedimiento descrito con antelación. Esto tenía la intencionalidad de que al pasar el transcurso del día hubiese una variación sensible en las condiciones climáticas, las cuales en esencia debían de ser constante cuando se registraban todos los puntos de un mismo trayecto, es decir si amanecía el día soleado, pero al pasar las horas, se nublaba el día, esto interfería con la medición, por lo cual era

necesario volver a registrar el dato en condiciones similares a la de los puntos anteriores.

- I. Este proceso se realizó en los equinoccios de primavera y otoño y en los solsticios de verano e invierno; durante cuatro días máximo para cubrir las secciones transversales establecidas: Uno Port Olímpic y Dos Nova Icària.

- m. Es de mencionar que hubo un ajuste al respecto del horario solar y la hora “oficial”, la cual se debe por las siguientes condiciones: existen dos fechas cada año, el 21 de marzo y el 21 de septiembre, en las que el día y la noche tienen la misma duración de doce horas. La hora oficial española está desfasada con la hora solar una hora en invierno y de dos horas en verano; por lo cual el ajuste horario para las mediciones en los equinoccios iniciaron a las 8 horas hora local y en el solsticio de verano iniciaron a las 9 horas para terminar a las 18 hora local, con lo cual se hacía que correspondieran las estimaciones efectuadas para cada caso.

4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Concluida la fase de recolección de datos, queda pendiente solamente establecer el proceso seguido para el análisis de los datos recabados, mismo que serán analizados a profundidad en el capítulo siguiente, dándose exclusivamente en este apartado un breve referente sobre la metodología que se planteó para resolverlo.

Sol

Temperatura del aire y temperatura de radiación

Se analizará el comportamiento de los pavimentos en términos de radiación, con diferentes materiales, se compararán los datos más altos, más bajos, con las horas, haciéndose un análisis de la emitancia, reflectividad y albedo de los materiales. Toda la información correspondiente al albedo de las superficies, será referenciada de la tabla 4.4. Se comparan los Trayectos Uno Port Olímpic y

Dos Nova Icària en las circulaciones sin cubierta, y las circulaciones con cubierta.

Albedo del suelo		
Tipo de superficie	Albedo (%)	Emisividad (%)
Suelos	5-75	90-98
Húmedo oscuro cultivado	5-15	
Húmedo gris	10-20	
Seco arenoso	25-35	84-91
Húmedo arenoso	20-30	
Dunas de arena seca	30-75	
Vegetación	5-30	90-99
Césped	20-30	90-95
Campos verdes	3-15	
Campos de trigo	15-25	
Pradera	10-30	
Chaparral	15-20	
Pastizal	25-30	
Bosque mixto	5-20	
Caducifolias sin hojas	15	97
Caducifolias con hojas	20	98
Coníferas	5-16	97-98
Bosque pantanoso	12	97-99
Agua	5-95	92-97

Tabla 4.4. Albedo del suelo.
Original tomada de Ochoa 1999.

Albedo de las superficies

Se refiere a la energía radiante que difunde por reflexión una superficie y la energía incidente. Una superficie con albedo bajo (color oscuro), es decir menor que 50%, es una superficie que estará absorbiendo más radiación incidente de la que refleja y por lo tanto tendrá temperaturas más altas.

Transmisividad de la vegetación y de los objetos

Se refiere a la cantidad de la radiación que pasa a través del follaje de una planta o un objeto. Una transmisividad de 0.00% significa que el objeto (techumbre) es completamente opaca a la radiación solar, por ejemplo una lámina metálica, madera o teja. Si es del 100% quiere decir que está completamente descubierto; si fuera del 50 % equivaldría a un árbol de follaje medio o una cubierta de lona translúcida de color claro.

Factor de vista de cielo

Es un parámetro que representa la obstrucción de vista del cielo, utilizado para caracterizar las propiedades de radiación en las zonas urbanas y para expresar la relación entre la zona visible del cielo y la parte del cielo cubierto por edificios, vista desde un determinado punto de observación, como se observa en la imagen 4.8.

El valor máximo de SVF es 1, y se da en áreas abiertas, sin obstrucciones. En una calle relaciona la proporción de las alturas de las fachadas y la anchura entre ellas.

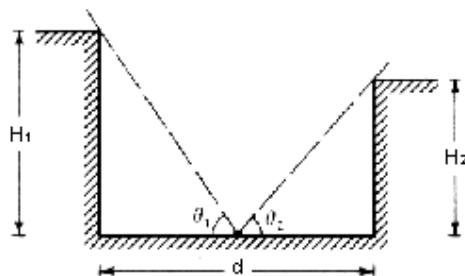


Imagen 4.8. Factor de vista de cielo (Sky View Factor)

$$\theta_1 = \text{arc Tan} (H_1 / d / 2)$$

$$\theta_2 = \text{arc Tan} (H_2 / d / 2)$$

$$\text{SVF}_1 = \cos \theta_1 / 2$$

$$\text{SVF}_2 = \cos \theta_2 / 2$$

$$\text{SVF}_{\text{total}} = 1 - (\text{SVF}_1 + \text{SVF}_2)$$

Altura solar

Es el ángulo que forma la posición del sol con respecto al plano del horizonte. Se mide en grados, desde el orto 0° hasta el cenit de cada día (las 12.00 horas solares). A partir de medio día, empieza a descender hasta el ocaso. Las alturas solares son también diferentes con respecto a la latitud del lugar, registrándose las alturas máximas entre los trópicos y también las mínimas en los círculos polares. En el caso de Barcelona aproximadamente:

LATITUD DEL LUGAR	CENIT DEL SOLSTICIO DE INVIERNO	CENIT DEL SOLSTICIO DE VERANO
41° 14' N Barcelona	23°	72°

A mayor latitud, menor altura solar de culminación el mismo día. Estos valores indican que, en invierno, no sólo el recorrido del sol es menor en planta sino que, además la altura solar también es mucho menor, como se aprecia en la imagen 4.9.

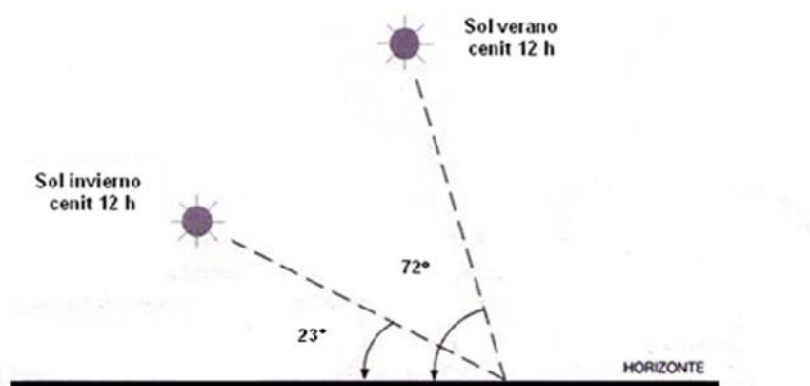


Imagen 4.9. Alturas solares en invierno y verano sobre una dirección norte – sur, (altura solar máxima a las 12.00 horas solares).

En Barcelona, el recorrido del sol en invierno va aproximadamente, desde 60° SE al 60° SO. En los equinoccios 90° E a 90° O. Su recorrido es máximo en verano, 121° NE a 121° NO. Estos datos fueron calculados con el programa Heliodon de Benoit Beckers & Luc Masset y se pueden apreciar en la carta solar estereográfica de la imagen 4.10.

Se graficarán en Excel las mediciones hechas en el sitio, de temperatura de radiación y temperatura del aire, de los días elegidos de los equinoccios de primavera y otoño, así como el solsticios de verano e invierno.

Con el programa Archicad se analizarán las sombras, analizando el movimiento durante el día, en las estaciones del año elegidas. Distinguiendo entre una sombra sólida y la sombra de los árboles, mediante tablas se graficará la transmisividad de los árboles.

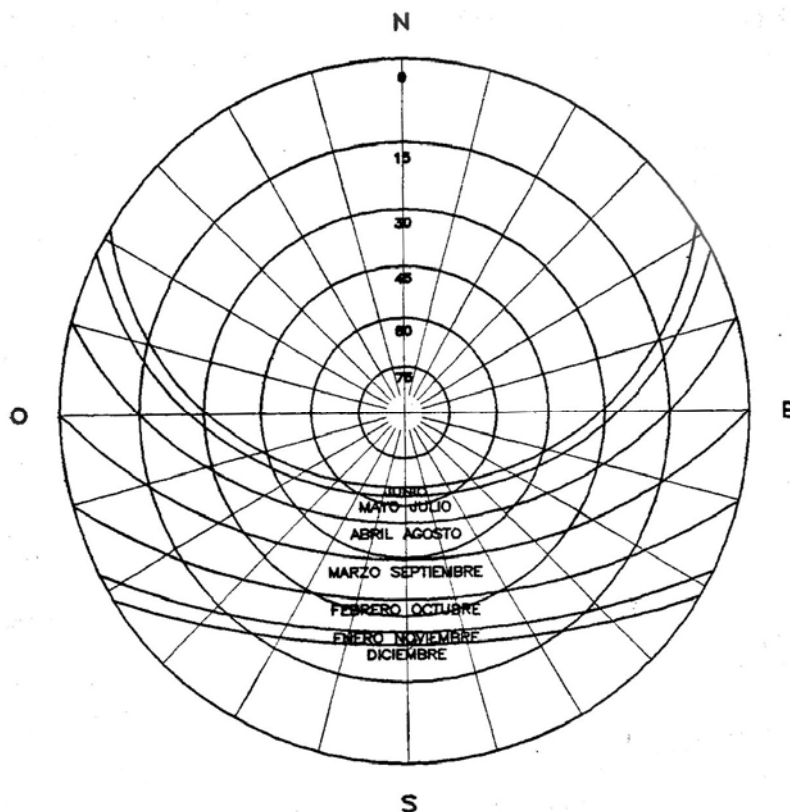


Imagen 4.10. Carta solar estereográfica de 41° 30' N.
Fuente libro: Arquitectura y energía natural.

Viento

Con los datos obtenidos del sistema meteorológico, se determinará los vientos dominantes en las diferentes épocas del año, así como su velocidad promedio.

Se analizarán como los límites verticales y horizontales, modifican la velocidad y dirección del viento, apoyada con las mediciones hechas en el sitio. Observando sus variaciones con la gráfica de la rosa de los vientos.

Apoyado con dibujos en planta y alzado y mapas del sitio se describirá el movimiento del viento, sus velocidades en equinoccios y solsticios.

Humedad

Se analizará el porcentaje de humedad durante el día en las diferentes estaciones del año, analizando la cercanía a las áreas verdes, arbolado, y fachadas sin vegetación, como el cambio de los materiales influye en el porcentaje de humedad.

Se analizará la cercanía de las áreas verdes, como el proceso de evaporación, transpiración de acuerdo a la época del año, como influye en la temperatura del aire, el viento y la temperatura de radiación.

Se compararán las superficies de área verde y su proporción con la densidad habitacional.

Se graficarán en Excel las mediciones hechas en el sitio, en los equinoccios y solsticios, para analizar los resultados comparando los datos más altos, más bajos, con las horas, así como su configuración espacial.

Se contrastarán los datos de humedad con la temperatura de radiación, del aire y el viento.

Se describirá de acuerdo a la época del año, la influencia del viento en el porcentaje de humedad.

Así mismo se describirá la influencia de la temperatura de radiación solar y el viento en el porcentaje de humedad. En las diferentes épocas del año.

Confort

Con el programa CONFORT-EX se hará el cálculo del confort de cada una de las circulaciones peatonales en las fechas señaladas.

Todos lo anteriormente descrito, será tratado más profundamente y con detalle en el capítulo siguiente.

CAPITULO V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

INTRODUCCION

El espacio urbano se caracteriza por reunir un conjunto de elementos que crean entre sí un determinado ambiente. La calidad del ambiente está vinculada a las condiciones del espacio y su repercusión sobre las personas. El objetivo de este estudio es analizar las diferentes variables asociadas a las circulaciones peatonales, definiendo su grado de confortabilidad.

Siendo la hipótesis de este trabajo de investigación:

En climas templados, el confort ambiental de los peatones que transitan sobre las circulaciones horizontales en los espacios exteriores de las costas, está determinado por su ubicación, trama urbana, la morfología edificatoria, la distancia al litoral y las constantes brisas.

Los factores del clima, temperatura del aire, temperatura de radiación, viento y humedad, son las variables clave que al ser modificadas por el contexto inmediato generaran diversos microclimas.

De sus límites verticales (vegetal o construido, que pueden estar en uno o ambos lados) y horizontales (con o sin techo, vegetal o construido); pareciendo la cubierta como el elemento principal que permite el generar un microclima determinado en un sendero.

Esta se deberá de comprobar realizando el cálculo del confort de las sendas estudiadas modificando la cubierta de las circulaciones que la tienen y colocándoles a las que no la tienen.

Esto tendrá como consecuencia y objetivo evaluar el conjunto de variables clave que producen el confort ambiental en el peatón, en los periodos de primavera, verano, otoño e invierno, entre la primera fachada y el litoral costero de Villa Icaria en Barcelona, España, cuyos resultados servirán para generar una propuesta de parámetros para proyectos similares de litorales costeros con climas templados.

5.1 PROCESAMIENTO

El proceso para efectuar el análisis de confort de las circulaciones peatonales será definido de la siguiente manera:

1. Cada trayecto, se agrupará y analizará, según la estación del año; exponiendo el resultado del balance de energía de una persona, en cada circulación peatonal, por hora.

Para determinar cuál es la circulación de mayor confort o discomfort, se usará el siguiente criterio:

- Se llevará a cabo sumando cada ganancia o pérdida de energía de una persona durante el día.
- El valor total de ganancias o pérdidas de energía del peatón en la circulación peatonal será el concluyente.

Se explicará exclusivamente, de manera particular, la circulación en cada trayecto que tengan el mejor confort y el de mayor discomfort.

Se dará la orientación de la circulación peatonal y la distancia al litoral costero. Se describirán límites verticales y horizontales. Se determinará el factor de vista de cielo mediante la fórmula: $SVF_{total} = SVF_1 + SVF_2$ explicada en el capítulo IV.

2. Analizando de manera general y particular las variables clave:

- a) Temperatura del aire y temperatura de radiación

- Se explicará brevemente el movimiento de las sombras, de acuerdo a los límites horizontales y/o verticales.
- Se determinará cómo se comportan los diferentes materiales de los pavimentos, en términos de radiación, haciéndose un análisis de su albedo y emitancia.
- De acuerdo al tipo de vegetación se determinará su transmisividad.

b) Viento

- Se dibujaran en plano del sitio la dirección de los vientos en las diferentes horas del día, determinado la dirección dominante.
- Se analizaran los límites verticales y horizontales, es decir, obstáculos urbanos y vegetación existente de acuerdo a sus características fisiológicas y estructurales, como modifican la velocidad y dirección del viento, apoyada con las mediciones hechas en el sitio.

c) Humedad

- Se analizará el porcentaje de humedad en las circulaciones peatonales, en relación a la cercanía de áreas verdes, arbolado, y fachadas sin vegetación, como el cambio de los materiales influye en el porcentaje de humedad.

El proceso a seguir para el cálculo del confort en los espacios exteriores se desglosa a continuación:

El programa diseñado por Ochoa en 1999, llamado CONFORT – EX está formado por tres apartados:

- a) Datos de la persona
- b) Datos del sitio
- c) Valores de los factores del clima

Se debe permitir el contenido bloqueado, posteriormente se nos presenta la pantalla de los datos de la persona, como se muestra en la imagen 5.1.

Como ejemplo se describirán los pasos que se siguieron para la circulación peatonal D del Trayecto Uno, Port Olímpic, en el solsticio de verano. Esta circulación tiene las siguientes características:



Imagen 5.1. Circulación peatonal D, sobre arena, del Trayecto Uno Port Olímpic.

Limites verticales

- Vegetación hilera de árboles plátano de sombra, nombre botánico *platanus acerifolia*.
- Cubierta de teja con columnas de hormigón.

Limite horizontal

- Pavimento arena seca.

a) Datos de la persona

En la actividad metabólica (W/m^2), se muestra la actividad Durmiendo – 50, en la cual se da un clic y se desglosan las demás actividades, en este caso se eligió caminando lentamente, con un valor de $180 W/m^2$. Los valores están dados en la tabla 5.1.

Imagen 5.2. Datos de la persona

El tipo de ropa; que se escogió de acuerdo a los datos del clima de la estación del año, en este caso se eligió para verano: camiseta, pantalones cortos, calcetines, zapatillas deportivas: la cual nos da un valor de aislamiento de la ropa de 50 s/m y permeabilidad de la ropa de 175, como se muestra en la imagen 5.2.

Color de la ropa será también de acuerdo a la estación del año para verano se consideró ropa clara, la cual nos da un albedo de 50, los valores están dados en la tabla 5.2.

actividad metabólica	
Actividad	W/m ²
Durmiendo	50
Descansando	60
Sentado/de pie	90
Trabajando en una mesa/conduciendo	95
De pie/trabajo ligero	120
Caminando lentamente (4 km/h)	180
Caminando moderadamente (5.5 km/h)	250
Actividad intensa intermitente	600

Tabla 5.1. Actividad metabólica

Tipo de ropa		
Tipo de ropa	Aislamiento de la ropa (°Km ² /W)	Permeabilidad de la ropa (s/m)
Camiseta, pantalones cortos, calcetines, zapatillas deportivas	50	175
Polo, pantalones largos, calcetines, zapatos o botas	75	150
Polo, pantalones largos, calcetines, zapatos, anorak	100	100
Camisa manga larga, pantalones largos, calcetines, zapatos, anorak	125	65
Camisa manga larga, pantalones largos, calcetines, zapatos, sweater	175	125
Camisa manga larga, pantalones largos, calcetines, zapatos, sweater, anorak	250	50
Color de la ropa	Albedo de la persona (%)	
Oscura	20	
Media	37	
Clara	50	

Tabla 5.2 Tipo de ropa

b) Datos del sitio:

Transmisividad de la vegetación, se investigó el tipo de vegetación existente, su nombre botánico y se buscaron los datos en la tabla 3.5, del capítulo III, el valor para el cálculo del ejemplo descrito, el nombre botánico es platanus acerifolia, con un coeficiente de sombreadamiento 0.14 para verano.

Albedo de los objetos sobre el horizonte (%), se consideraron de la tabla 4.4, capítulo IV, en este caso el elemento del horizonte son las columnas de la cubierta de teja, su material es hormigón con un albedo de 30 %; para el suelo que es arena seca se consideró el albedo de 30%.

Factor de cielo visto, se consideró el cálculo para la circulación peatonal D, aplicando la fórmula explicada en el capítulo IV, imagen 4.8 se tomo el valor de SVF=100, por estar en un espacio abierto sin obstrucciones, todos estos datos se aprecian en la imagen 4.3.

Transmisividad de la vegetación (%)	Albedo de los objetos sobre el horizonte (%)	Albedo del suelo (%)	Factor de cielo visto
14	30	30	100

Anterior Siguiete Ayuda

Imagen 5.3. Datos del sitio

Al terminar de vaciar los datos se presiona siguiente y nos aparece la imagen 5.4.

Leer un archivo

Leer manualmente

Anterior Siguiete Ayuda

Imagen 5.4. Hoja para escoger la captura de los valores.

En la cual se escoge entre leer un archivo o leer manualmente, en este caso se leyeron los datos de un archivo, que anteriormente se había vaciado en Excel como se muestra en la tabla 5.3.

c) Valores de los factores del clima:

De las mediciones hechas en el sitio se proporcionaron los siguientes datos:

- Hora
- Temperatura ambiental (°C)
- Humedad (%)
- Velocidad del viento (m/s)
- Temperatura de los objetos (°C)
- Temperatura del suelo (°C)
- Altura solar (grados), este dato se obtuvo del programa Heliodon de Benoit Beckers & Luc Masset (2004), el cual se bajo de la página <http://www.upc.edu/aie/>, haciendo un clic en la imagen 5.5, nos presenta la imagen 5.6.

Esta imagen está dividida en tres apartados, a la izquierda una retícula, donde podemos dibujar en planta, a la izquierda superior

Hora	Altura Solar (grados)	Temperatura ambiental (C)	Humedad relativa (%)	Radiación solar (W/m2)	Rad. solar difusa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Temperatura de los objetos (C)	Temperatura del suelo (C)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	22.2	58.5	258.2	10	0.7	23.7	26.6	
0	0	0	0	0	0	0	0	
49	24.6	55.2	564	10	0.3	26	29.8	
0	0	0	0	0	0	0	0	
68	23.8	54	731.5	10	0.7	24.7	40.8	
0	0	0	0	0	0	0	0	
68	28.5	48.7	731.5	10	0.7	30	44.2	
0	0	0	0	0	0	0	0	
49	29.5	52.2	564	10	0.01	31	40.4	

Tabla 5.3. Valores de los parámetros

el diagrama solar, y en la parte inferior izquierda muestra la vista en perspectiva del dibujo.

Pulsando con el botón derecho sobre el diagrama solar como se muestra en la imagen 5,6 obtenemos un menú flotante que nos presenta el nombre de diversas ciudades del mundo. Se selecciona la ciudad de Barcelona, como se muestra en la imagen 5.7.

Se vuelve a hacer un clic sobre la imagen 5.6, se despliega otro menú flotante donde se introducen los datos de hora y día de medición, esto nos proporciona el acimut y altura solar, en el diagrama solar.



Imagen 5.5. Icono Heliodon

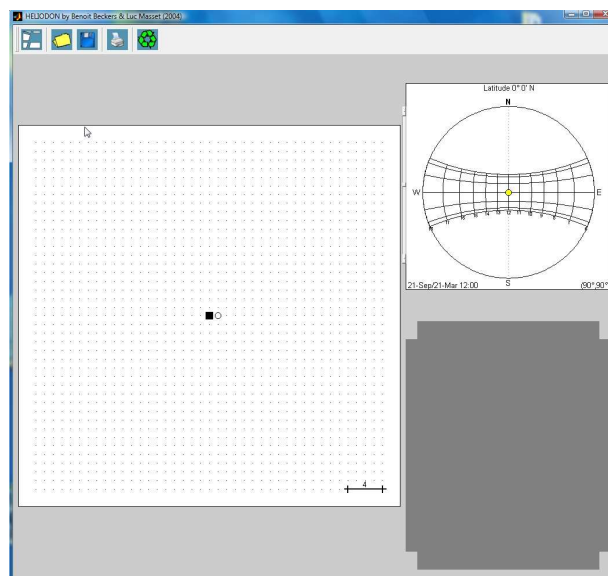


Imagen 5.6 Heliodon Virtual

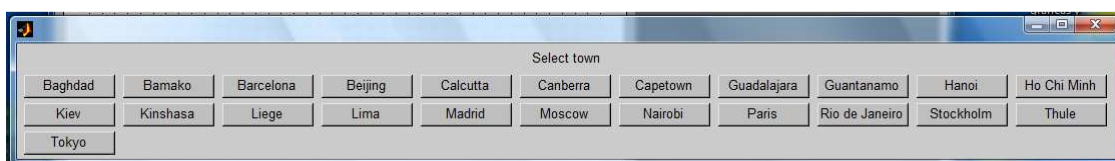


Imagen 5.7. Heliodon, ciudades

- Radiación solar (W/m2), esta información se obtuvo del libro de Carrier; los datos de radiación son según la fecha y hora solar de la medición, de acuerdo a la latitud, en este caso se tomo la de 40°, por ser la más cercana, a la latitud de Barcelona.
- Radiación solar difusa (%), se pone un porcentaje de la radiación global, sino se tiene el dato, se considera el 10%, esta información la proporcionó el Dr. Ochoa.

Con estos datos una vez ingresados en la tabla, se hace clic en calcular, dando como resultado de la simulación del balance final de energía en una persona, en este caso la circulación peatonal D en verano del Trayecto Uno, Port Olímpic:

JUNIO 23 **CIRCULACION PEATONAL ARENA**

Datos de la persona
 Actividad Metabólica (W/m2): 180.00
 Aislamiento de la ropa (s/m): 50.00
 Permeabilidad de la ropa: 175.00
 Albedo de la persona (%): 50.00

Datos del sitio
 Transmisividad de la vegetación (%): 14.00
 Albedo de los objetos sobre el horizonte (%): 30.00
 Albedo del suelo (%): 30.00
 Factor de cielo visto (%): 100.00

Hora	Altura Solar (grados)	Temperatura ambiental (C)	Humedad relativa (%)	Radiación solar (W/m2)	Rad. solar difusa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Temperatura de los objetos (C)	Temperatura del suelo (C)	Radiación absorbida por la persona (W/m2)	Balance de energía de la persona
9:00	26.00	22.20	58.50	258.20	10.00	0.70	23.70	26.60	251.30	-42.75
11:00	49.00	24.60	55.20	564.00	10.00	0.30	26.00	29.80	295.86	30.44
13:00	68.00	23.80	54.00	731.50	10.00	0.70	24.70	40.80	324.83	40.01
15:00	68.00	28.50	48.70	731.50	10.00	0.70	30.00	44.20	339.34	106.20
17:00	49.00	29.50	52.20	564.00	10.00	0.01	31.00	40.40	322.14	124.61

Tabla 5.4. Calculo balance de energía de la persona en verano. Circulación peatonal D sobre arena. Trayecto Uno, Port Olímpic.

	HORA	A	B	C	D	E	F	G	H
VERANO	9:00				-42.75				
	11:00				30.44				
	13:00				40.01				
	15:00				106.2				
	17:00				124.61				

Tabla 5.5. Ejemplo de balance de energía de una persona en verano. Circulación peatonal D, en suelo de arena. Trayecto Uno, Port Olímpic.

Interpretación de los valores

El cálculo se tiene que hacer con la hora solar, en verano existe un desfase de dos horas, por eso datos para el cálculo con el software de la hora solar y radiación solar son de las 7:00, mas en la tabla 5.5 se vaciaron los datos con la hora local.

Del balance del confort, de acuerdo a la tabla 5.6; dividida en tres columnas, la primera se refiere a los valores en que oscila el balance energía en una persona, la segunda es la sensación que se tiene con los anteriores valores, la tercera, representa la simbología con la cual se va identificar cada uno de las sensaciones del confort reflejadas en las tablas de la 5.8 a la 5.15.

Balance (W/m^2)	Interpretación	
$B < - 250$	Muy frío (posible hipotermia)	■
$- 250 < B - 150$	Frío	■
$-150 < B - 50$	Ligeramente frío	■
$- 50 < B + 50$	Comfortable	■
$+ 50 < B < + 150$	Ligeramente caluroso	■
$+ 150 < B + 250$	Caluroso	■
$+ 250 < B$	Muy caluroso (posible insolación)	■

Tabla 5.6. Balance de confort de una persona

5.2 ANÁLISIS DE LOS DATOS DEL TRAYECTO UNO, PORT OLÍMPIC.

Se analizaran las variables clave de cada una de las tipologías de los senderos peatonales, después de haber realizado las mediciones en primavera, verano, otoño e invierno.

Este análisis se va a dividir en los siguientes apartados:

- a) Temperatura del aire y temperatura de radiación
- b) Viento
- c) Confort

En la imagen 5.8 se muestran los puntos de medición y en la tabla 5.9 las distancias entre ellos del Trayecto Uno, Port Olímpic.

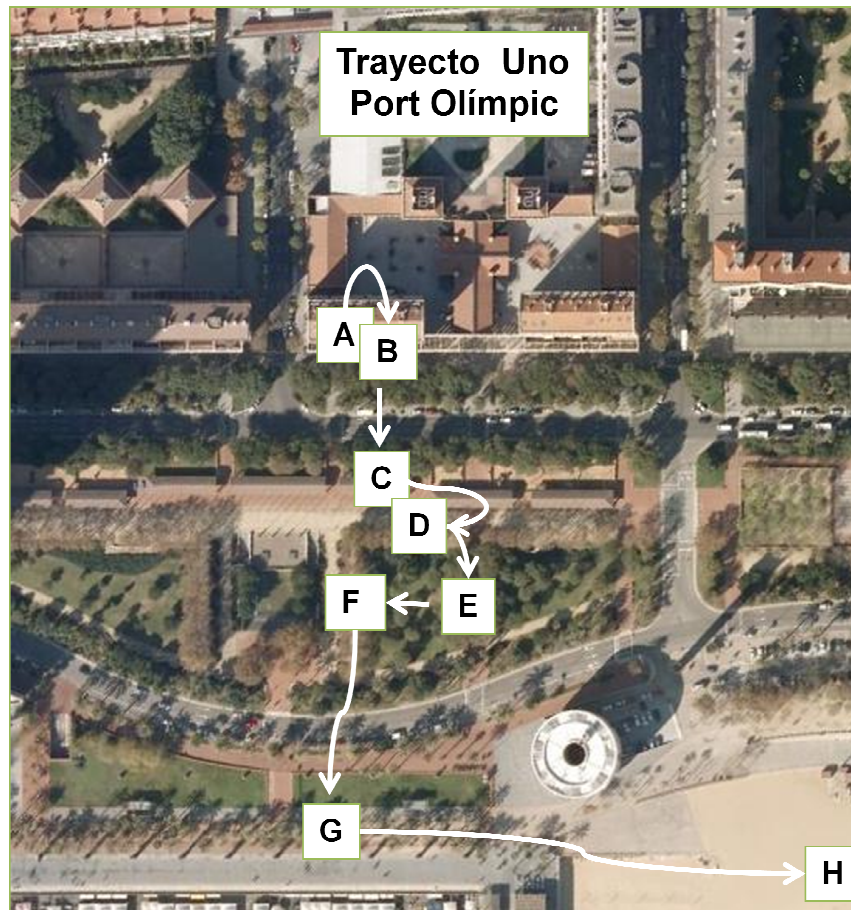


Imagen 5.8. Trayecto Uno, Port Olímpic.

A = Pórtico	B = Ciclista	C = Cubierta	D = Arena
E = 2 hileras arboles	F = 1 hilera arboles	G = Palmeras	H = Playa

Tabla 5.7. Trayecto Uno, Port Olímpic.

Las mediciones que se realizaron para cada uno de los puntos del A al H, en los equinoccios y solsticio de verano del 2007 y solsticio de invierno en el 2008. Se descarto la circulación H, por no contar con las características de las demás circulaciones, sus resultados de confort se presentan en las tablas 5.8, 5.9, 5.10, 5.11.

5.2.1 Trayecto Uno, Port Olímpic en primavera

A continuación se presenta el análisis sobre la interrelación de las variables de temperatura del aire, temperatura de radiación, viento y confort en el periodo de primavera, Trayecto Uno, Port Olímpic.

En Barcelona, en Marzo el desfase de la hora solar con la hora local es de una hora, por lo que a las 8:00 hora local corresponde a las 7:00 hora solar. Esto se considera para el cálculo del confort; los siguientes análisis se realizan con la hora local.

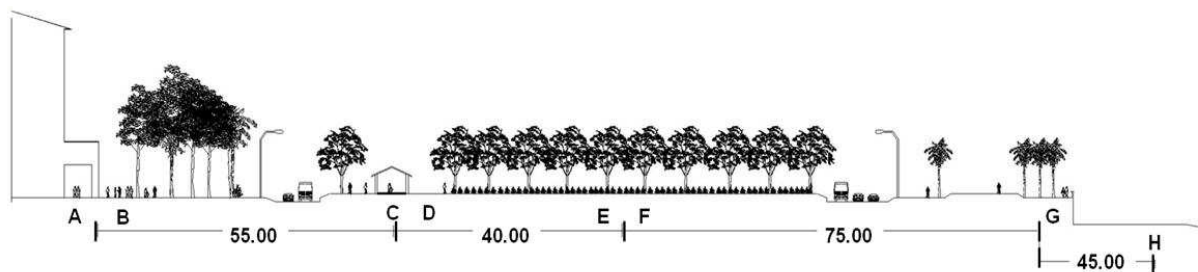


Imagen 5.9. Corte del Trayecto Uno, Port Olímpic.

Materiales de los pavimentos de las circulaciones peatonales del Trayecto Uno, Port Olímpic:

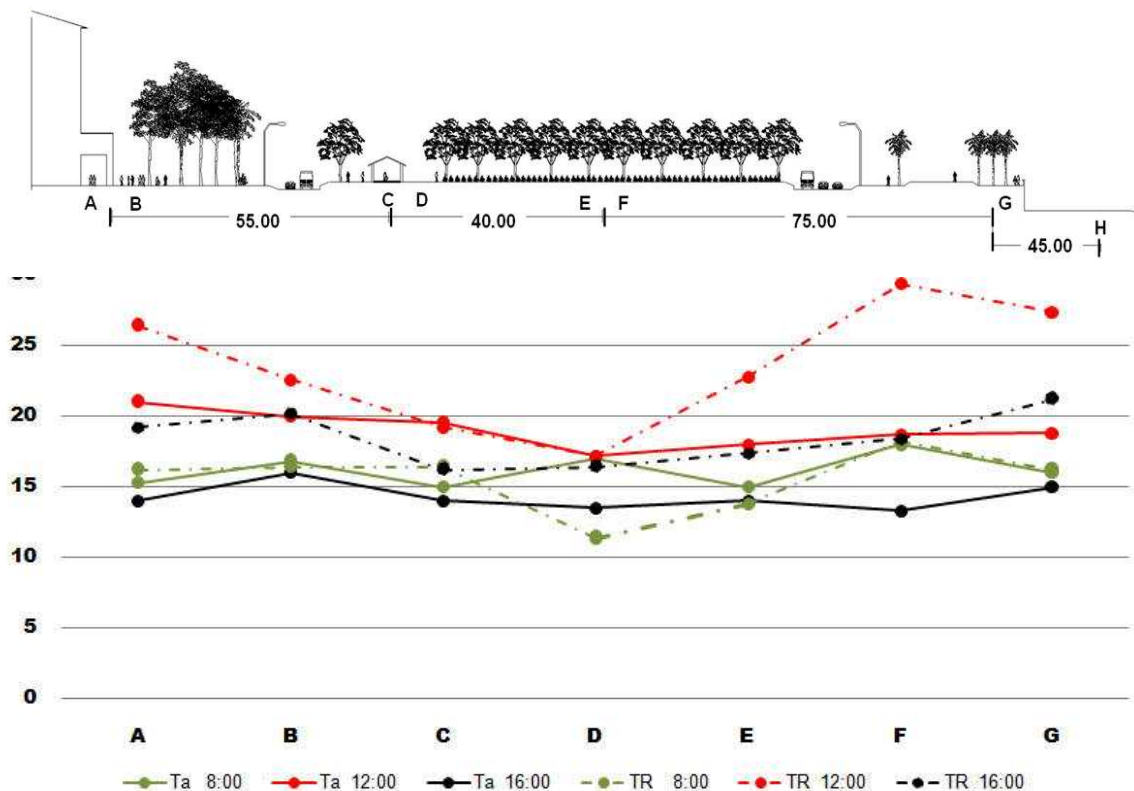
- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| A hormigón | E ladrillo rojo |
| B hormigón | F arena y arcilla |
| C ladrillo rojo | G caucho sintético rojo |
| D arena y arcilla | |

a) Temperatura del aire y temperatura de radiación

En la gráfica 5.1, se aprecia que la temperatura del aire en el Trayecto Uno, Port Olímpic, se mantiene entre 13° y 21° C.

En la mañana de 8:00 horas a 12:00 horas aumenta la temperatura del aire entre 3° y 6° C, subiendo más rápido en el pòrtico. Al tener una altura de 6 m, deja pasar la radiación solar por la mañana, la temperatura del aire se mantiene más alta que las demás circulaciones. Posteriormente de las 12:00 a las 16:00 horas bajó más rápido entre 4° y 7° C.

La temperatura de radiación tiene variaciones más notables, a las 8:00 horas en la circulación peatonal de arena y arcilla D, al ser un material permeable y encontrarse en un espacio sin cubierta, durante la noche se enfría más rápido, alcanzando la más baja temperatura de radiación por la mañana.



Gráfica 5.1. Temperatura del aire y temperatura de radiación en primavera. Trayecto Uno, Port Olímpic

En la circulación peatonal de la cubierta de teja C, se mantienen la temperatura del aire y temperaturas de radiación, más constantes que las otras circulaciones peatonales. La cubierta de teja, no permite que por la noche, libere energía de radiación tan rápido.

Hay una mayor variación en la circulación peatonal entre tres hileras de palmeras G, donde por la mañana alcanza 18°C, cuando no existe obstrucción a las 12:00 alcanza los 29 °C, por la tarde volviendo a bajar a los 18 °C.

b) Viento en primavera

La imagen 5.10 a las 8:00 horas se registro en zona de calma, a

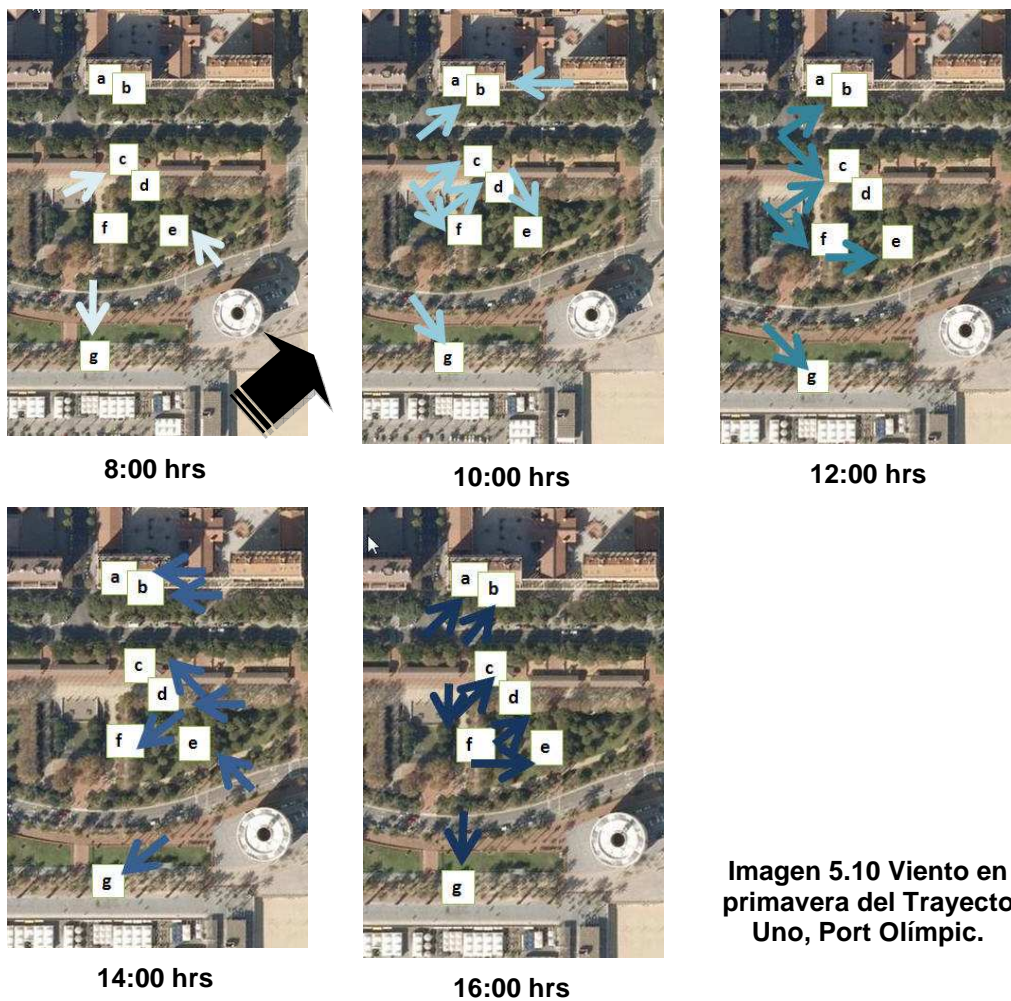


Imagen 5.10 Viento en primavera del Trayecto Uno, Port Olímpic.

las 10:00, y 12:00 horas, predominan los vientos del Sur; a las 14:00 horas cambio de dirección el viento registrándose del Norte, Noreste y Este, a las 16:00 del Sur, Suroeste y Noroeste.

Las velocidades más altas se registran en las circulaciones E entre dos hileras de árboles, al lado de una hilera de árboles F y entre tres hileras de palmeras G, siendo esta brisa ligera. En las circulaciones bajo la cubierta de teja C y sobre arena D se encuentran entre brisa ligera y aire ligero. En el pórtico A y en la circulación peatonal y ciclista B en aire ligero y calma, en la escala de Beauford.

c) Confort en primavera

De la tabla 5.8, podemos destacar que en la primavera, el punto de medición de la circulación más confortable es la peatonal y ciclista B. Las otras circulaciones se presentaron en ligeramente calurosas en algunas de sus horas, y con ligero fresco bajo la cubierta de teja C.

	HORA	A	B	C	D	E	F	G
PRIMAVERA	8:00	31	19.	-66	47	-26	55	19
	10:00	10	-34	-121	39	67	63	133
	12:00	129	23	-102	6	45	69	139
	14:00	-48	48	-80	104	63	60	58
	16:00	-3	28	-45	98	9	14	71

Tabla 5.8. Balance de energía de una persona en primavera. Trayecto Uno, Port Olímpic.

Circulación de mayor confort en primavera

La circulación peatonal y ciclista B, se aprecia en las imágenes 5.11, 5.12 y 5.13. Ubicada en una dirección Noreste – Suroeste, tiene como límite vertical al Sureste una hilera de árboles agrupados, esta hilera es el borde de la calle Salvador Espriu, frente a esta calle se localiza el parque del Port Olímpic; el otro límite vertical, es el pòrtico con una fachada de seis niveles.

Debido a que la altura de los troncos de los árboles es de 4 m, con un diámetro de 5 m de follaje, teniendo un coeficiente de sombreadamiento del 25 %; por las mañanas deja pasar el sol, cuando se registraron temperaturas entre 16 °C y 21.8 °C.

Con una humedad de 25 a 47 %, se mantiene baja la humedad, al estar sin cubierta y con una distancia al litoral costero de 220m la

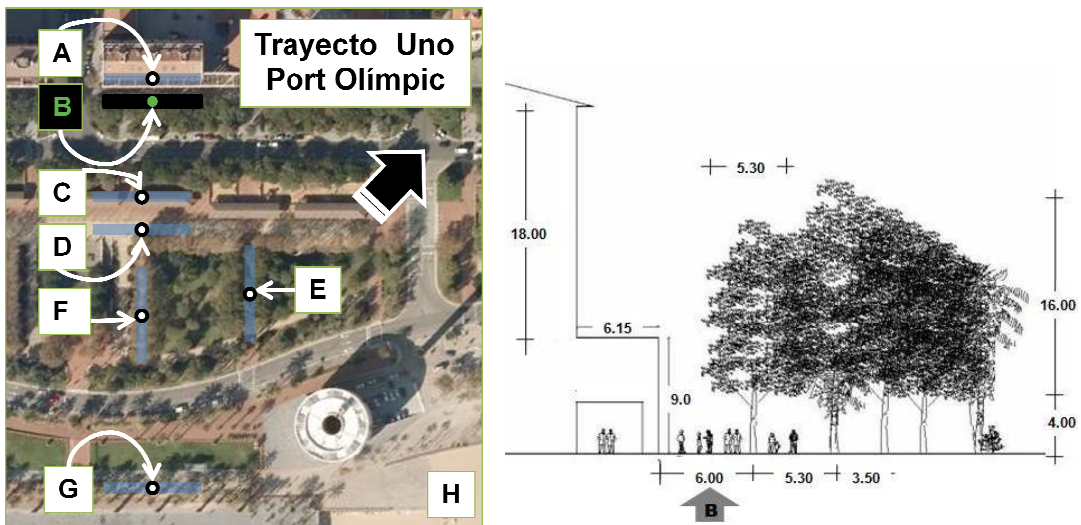


Imagen 5.11. Planta y alzado del punto de medición de la circulación peatonal y ciclista B. Trayecto Uno, Port Olímpic.

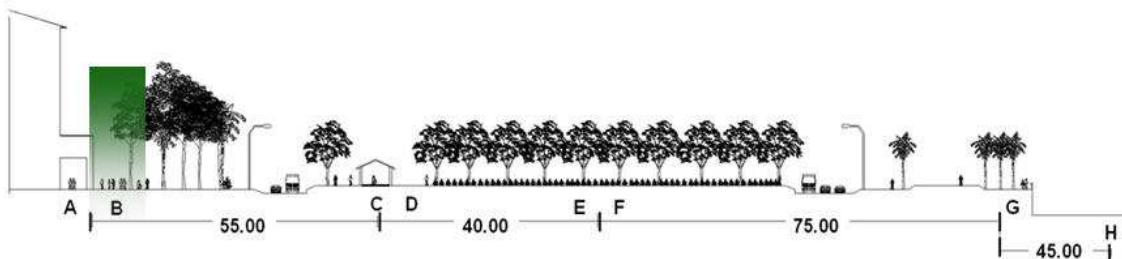


Imagen 5.12. Circulación peatonal y ciclista B. Mayor confort en primavera. Trayecto Uno, Port Olímpic.

brisa del litoral costero ha disminuido y se mantiene con una velocidad de brisa ligera. El factor de vista de cielo es de 80, como se observa en las imágenes 5.13.

Está formada por un cañón semiabierto, esta proporción deja pasar el sol por la mañana desde las 7:00 hrs hasta las 9:30 hrs, a partir de esta hora se generan sombras del grupo de árboles hasta las 15:00 hrs y a partir de las 16:00 hrs se recibe la sombra del edificio del pórtico.



Imagen 5.13. Circulación peatonal y ciclista B. Trayecto Uno, Port Olímpic.

Circulación de mayor disconfort en primavera

Todas las circulaciones se presentaron en confort, por lo cual no hay registro de disconfort, para esta época del año.

5.2.2. Trayecto Uno, Port Olímpic en verano

A continuación se presenta el análisis sobre la interrelación de las variables de temperatura del aire, temperatura de radiación, viento y confort en el periodo de verano, Trayecto Uno, Port Olímpic.

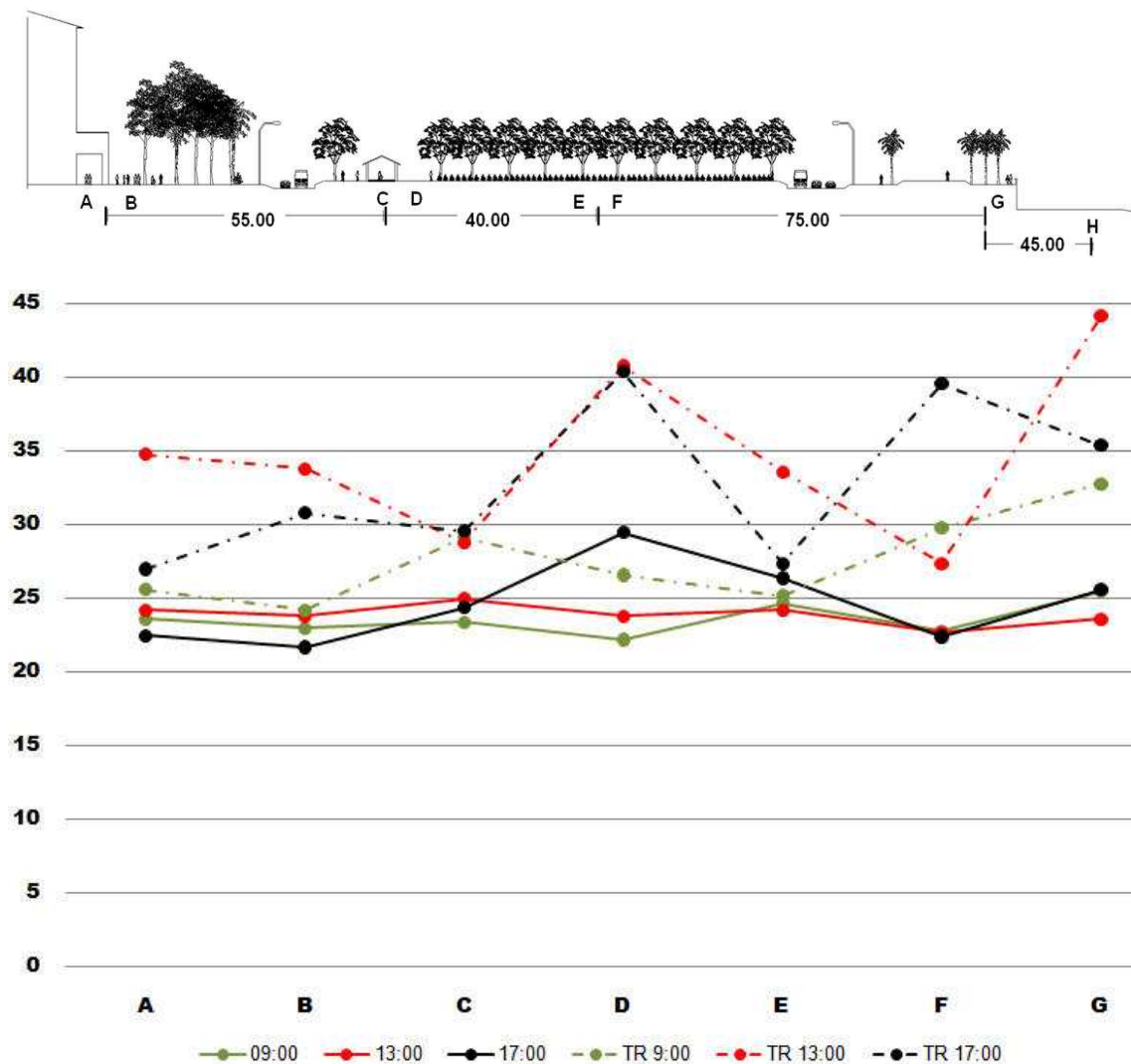
En Barcelona, en Junio el desfase de la hora solar con la hora local es de dos horas, por lo que a las 9:00 hora local corresponde a las 7:00 hora solar. Esto se considera para el cálculo del confort; los siguientes análisis se realizan con la hora local.

a) Temperatura del aire y temperatura de radiación

Las temperaturas del aire se mantienen entre 22 y 26 °C, como se observa en la gráfica 5.2. Se presenta poca fluctuación durante el día,

excepto en la circulación peatonal D, donde el factor de vista de cielo es de 1. Al no haber obstrucción a la radiación solar, teniendo el acimut en esta época del año mayor a 70° , casi perpendicular al suelo de arena – arcilla, presenta la temperatura del aire más alta.

En las temperaturas de radiación hay importantes saltos térmicos, en la circulaciones peatonales D, F y G. En D como se mencionó anteriormente no hay obstrucción solar; en F al lado de una hilera de árboles a las 17:00 horas, por la orientación NO – SE de los árboles, deja pasar la radiación solar por del poniente y en G circulación peatonal de palmeras con orientación NE – SO, es casi nula la protección solar.



Gráfica 5.2. Temperatura del aire y temperatura de radiación en verano. Trayecto Uno, Port Olímpic.

b) Viento en verano

En la imagen 5.14, la dirección del viento a las 9:00 horas con dirección es del Este y Sureste, después se mantiene de las 11:00 a las 17:00 con dirección dominante del Sur.

La velocidad del viento en la escala de Beauford se conserva en una escala de calma a brisa ligera.

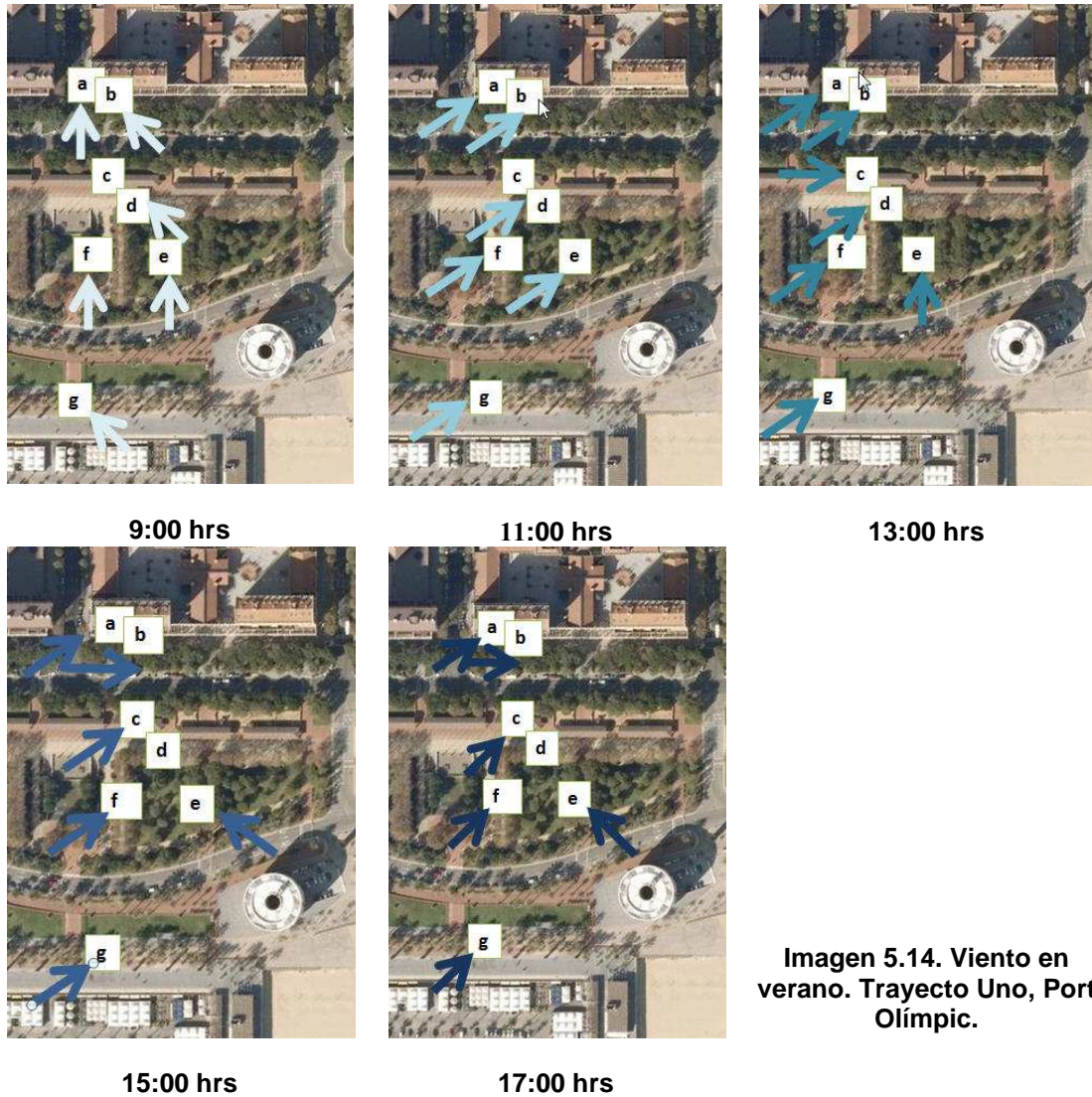


Imagen 5.14. Viento en verano. Trayecto Uno, Port Olímpic.

c) Confort en verano

En verano, donde la radiación solar es la más alta; se encuentran en estado de confort las circulaciones A, B, C, D, E y F, lo cual se puede apreciar en la tabla 5.9; las cuales presentan variación en sus diferentes

cubiertas, siendo solidas o vegetales, entre dos hileras de árboles o al lado de una hilera de árboles,

	HORA	A	B	C	D	E	F	G
VERANO	9:00	8	--38	12	-43	-36	-33	141
	11:00	20	-9	37	30	2	-14	183
	13:00	13	11	-26	40	23	-13	175
	15:00	9	18	14	106	36	18	156
	17:00	-12	-25	-22	125	19	23	193

Tabla 5.9. Balance de energía de una persona en verano. Trayecto Uno, Port Olímpic.

Circulación de mayor confort, en verano

En la imágenes 5.15 y 5.16, se presenta el sendero como de mayor confort bajo la cubierta de teja C, dado que de los valores obtenidos es la de menor gasto de energía de una persona en el trayecto.

La circulación peatonal C, se encuentra en el parque del Port

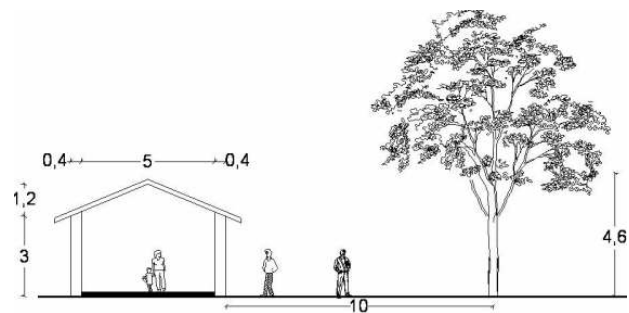
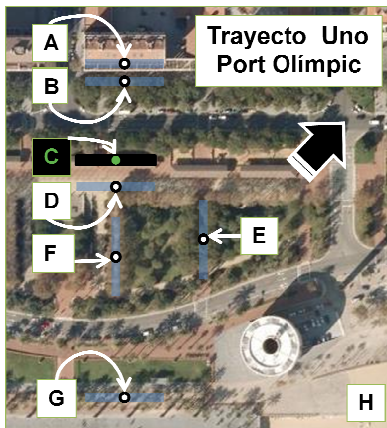


Imagen. 5.15. Planta y alzado circulación peatonal C, con cubierta de teja. Trayecto Uno, Port Olímpic.

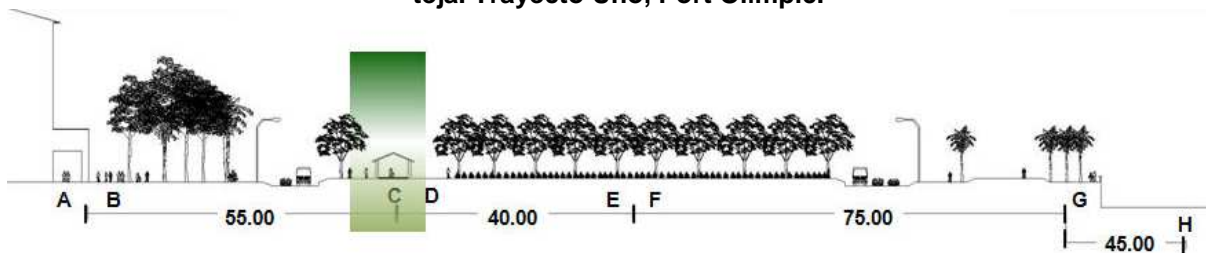


Imagen 5.16. Circulación peatonal cubierta de teja C. Confort en verano. Trayecto Uno, Port Olímpic.

Olímpic. Se ubica en dirección Noreste – Suroeste a una distancia de 160 m del litoral costero. Es un espacio abierto lateralmente, como se aprecia en la imagen 5.17.

Soportada por una hilera de columnas de hormigón, en cada lado, la hilera Sureste es paralela a la circulación peatonal D en arena.

La hilera Noroeste de esta circulación, se encuentra frente un área de juegos infantiles y frente a ella la calle Salvador Espriu.

Por la mañana desde las 8:00 horas hasta las 12:00 horas recibe parte de la sombra de la hilera de árboles de la circulación peatonal de arena. La sombra de la cubierta de teja penetra a la circulación a partir de las 11:00 horas. A las 14:00 horas está completamente sombreada la circulación peatonal permaneciendo hasta las 18:00 horas. A partir de esta hora se desplaza lentamente fuera del pavimento.

Se registraron temperaturas entre 23 y 26 °C, con una humedad entre 53 y 59 %. La velocidad del viento se mantiene en calma, de 0 a 0.9 m/s en escala 0 de Beaufort.



Imagen. 5.17. Circulación peatonal C cubierta de teja. Trayecto Uno, Port Olímpic.

Circulación en disconfort caluroso, en verano.

La circulación de mayor disconfort se presenta en la circulación peatonal entre tres hileras de palmeras G, la cual se observa en la imagen 5.17. Tiene una dirección Noreste – Suroeste, con una distancia al litoral costero de 45 m.

Al Noreste tiene se encunetra un jardín, frente a él, la Avenida del Litoral Mar; al Sureste se localiza el paseo marítimo peatonal el cual es la continuación del paseo marítimo de la Barceloneta.

Sus límites verticales son una hilera de palmeras a cada lado de la circulación, como se observa en las imágenes 5.18, 5.19 y 5.20. El factor de vista de cielo es del 100%.

Las palmeras tienen una transmisividad del 95 %, el suelo es un pavimento flexible de color rojo, con un bajo albedo.

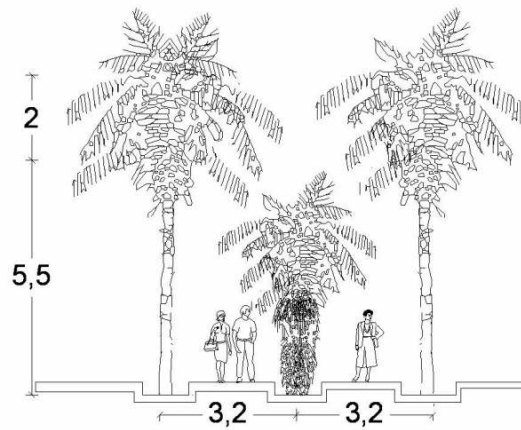
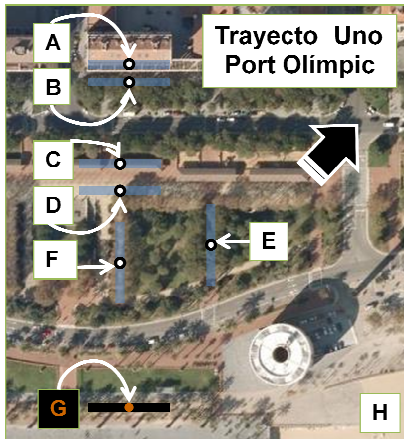


Imagen 5.18. Planta y alzado circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Trayecto Uno, Port Olímpic.

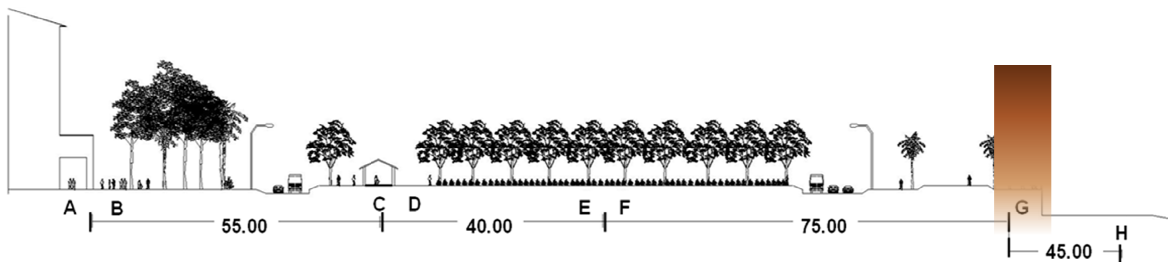


Imagen 5.19. Circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Disconfort en verano. Trayecto Uno, Port Olímpic

Se registraron temperaturas entre 23 y 25.6 °C, con una humedad entre 50 y 63%, el viento cambia de una velocidad promedio en calma a una brisa ligera de 0.5 a 1.7 m/s en escala Beaufort de 0 a 2.



Imagen. 5.20. Circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Trayecto Uno, Port Olímpic.

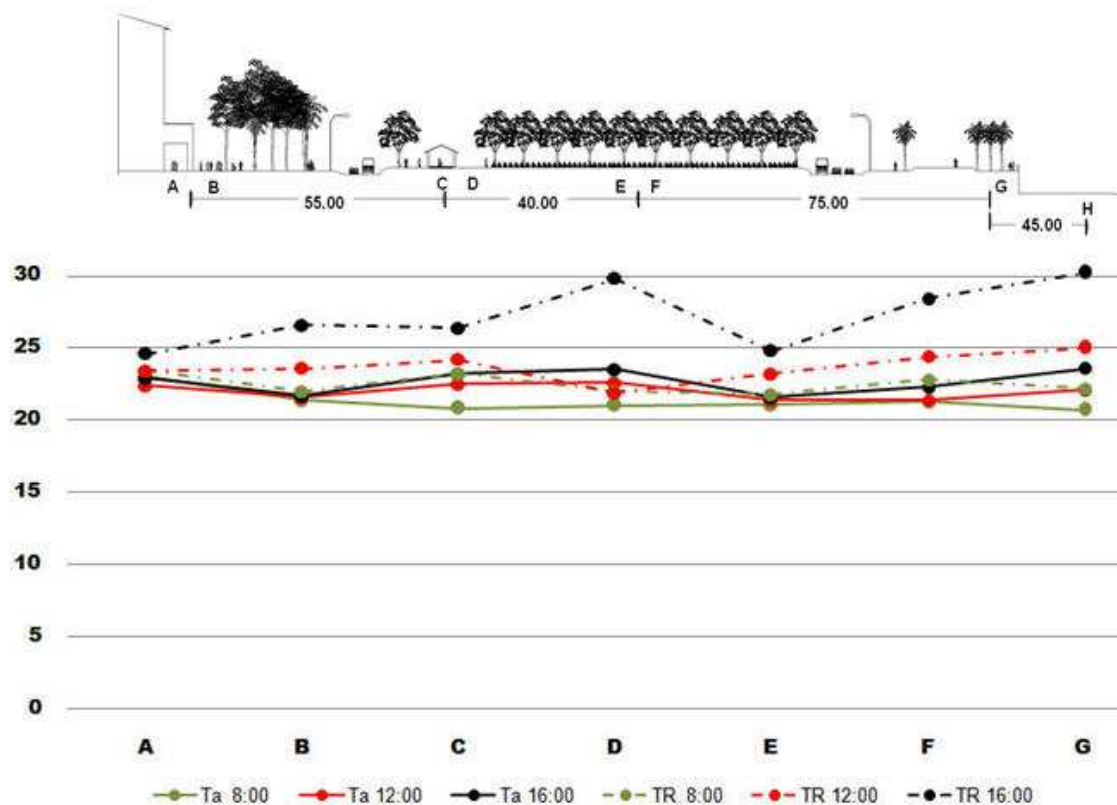
5.2.3. Trayecto Uno, Port Olímpic en otoño.

A continuación se presenta el análisis sobre la interrelación de las variables de temperatura del aire, temperatura de radiación, viento y confort en el periodo de otoño, Trayecto Uno, Port Olímpic.

En Barcelona, en Otoño el desfase de la hora solar con la hora local es de dos horas, por lo que a las 9:00 hora local corresponde a las 7:00 hora solar. Esto se considera para el cálculo del confort; los siguientes análisis se realizan con la hora local.

a) Temperatura del aire y temperatura de radiación

La temperatura del aire se mantiene entre 21 y 23 °C a lo largo del día, hay muy poca variación, en los espacios sin cubierta como la circulación peatonal en arena D y entre tres hileras de palmeras G, la temperatura de radiación alcanza los 30°C, lo cual se observa en la grafica 5.3.

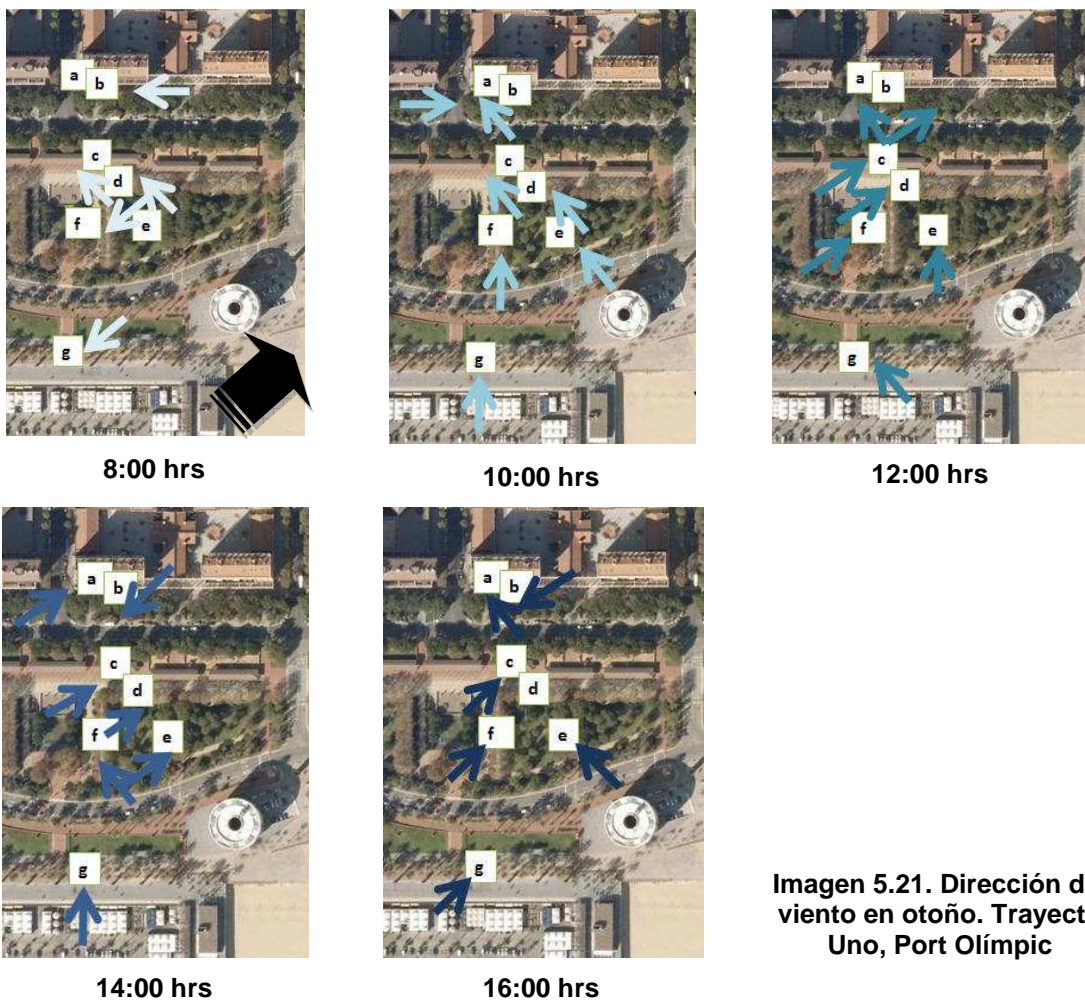


Gráfica 5.3. Temperatura del aire y temperatura de radiación en otoño. Trayecto Uno, Port Olímpic.

b) Viento en otoño

En la imagen 5.21 se puede observar que a las 8:00 horas se observaron vientos del Este y del Norte; a las 10:00 horas predominaron los vientos del Este, cambiando su dirección de las 12:00 a las 16:00 horas predominando los vientos del Sur.

Se registraron velocidades de zona de calma a aire ligero en la escala de Beauford en todas las horas de medición.



c) Confort en otoño

En Barcelona, en Septiembre el desfase de la hora solar con la hora local es de dos horas, por lo que a las 8:00 hora local corresponde a las 6:00 hora solar, en el libro de Carrier, la altura solar en el ocaso a esta hora es cero; no hay datos de radiación solar, por lo cual no hay valor para el balance de energía.

En otoño, la radiación solar es más baja que en verano, las circulaciones que se presentaron en confort, como se observa en la tabla 5.10, son la A, B, C, E, y F. Estas circulaciones al estar al lado de una hilera de árboles, entre dos hileras de árboles, bajo una cubierta ventilada como es C.

	HORA	A	B	C	D	E	F	G
OTOÑO	10:00	-36	-29	-63	49	-24	-20	69
	12:00	-19	-25	-56	66	9	17	154
	14:00	-2	10	-51	70	11	21	168
	16:00	5	2	-48	159	13	21	161

Tabla 5.10. Balance de energía de una persona en otoño. Trayecto Uno, Port Olímpic.

Circulación de mayor confort en otoño

En la imagen 5.22, se presenta de mayor confort la circulación peatonal

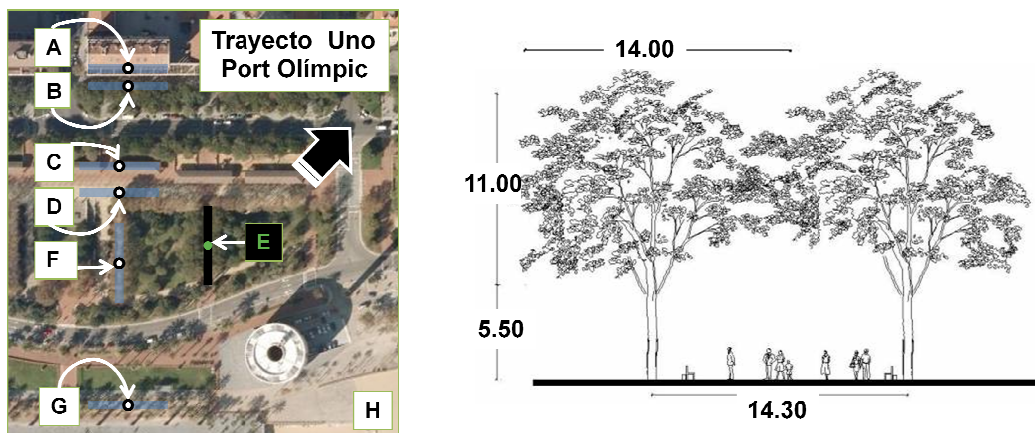


Imagen. 5.22. Alzado circulación peatonal E, entre dos hileras de árboles. Trayecto Uno, Port Olímpic.

E entre dos hileras de árboles. En este sendero los valores obtenidos es la de menor gasto de energía de una persona en el trayecto. La circulación peatonal E, es paralela a la senda F. Tiene una dirección Noroeste – Sureste, se encuentra a 120 m del litoral costero, en el parque del Port Olímpic.

Este sendero que se aprecia en las imágenes 5.23 y 5,24; tiene como límites verticales dos hileras de árboles, cuyo nombre botánico es acacia-cyanophylla.

La distancia entre los árboles y la altura de la base del follaje, forman una cúpula en dirección Sureste, la cual permite que ingrese el sol por la mañana hasta las 10:00 horas, posteriormente permanece en sombra. No existen obstáculos urbanos, con la cual recibe durante el día la brisa del mar.

Se registraron temperaturas entre 21 y 22 °C, con una humedad entre 61 y 69.7 %. El viento cambia de una velocidad promedio en calma a un aire ligero de 0.5 a 1.1 m/s en escala Beaufort de 0 a 2.

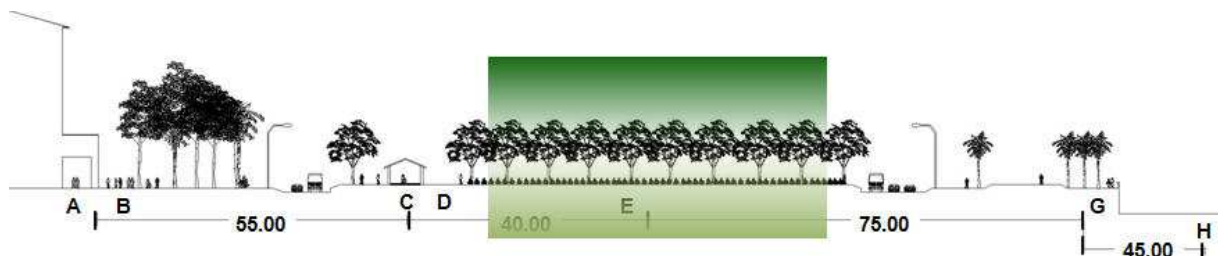


Imagen 5.23. Circulación peatonal E, entre dos hileras de árboles. Confort en otoño. Trayecto Uno, Port Olímpic.

El periodo de lluvias en Barcelona es de Septiembre a Noviembre; por lo que la circulación C bajo la cubierta de teja, presenta un ligero fresco por el alto porcentaje de humedad, la cubierta impide.



Imagen 5.24. Circulación peatonal E, entre dos hileras de árboles. Trayecto Uno, Port Olímpic

La circulación peatonal sobre arena D, se presenta ligeramente calurosa a partir de las 12:00 al no tener sombras, la cubierta de teja que se encuentra a un lado de ella, le genera sombra a partir de las 16:00 horas. que esta se evapore.

Circulación en mayor disconfort caluroso, en otoño.

El disconfort de calor se presentó en las circulaciones peatonal D y G. En el sendero E, a las 16:00 horas, en G, a las 12:00, 14:00 y 16:00 horas, por la cual G es la de mayor horas de disconfort.

El punto de medición de la circulación de mayor disconfort se presenta en la circulación peatonal entre tres hileras de palmeras G, la cual se puede observar en las imágenes 5.25, 5.26 y 5.27.

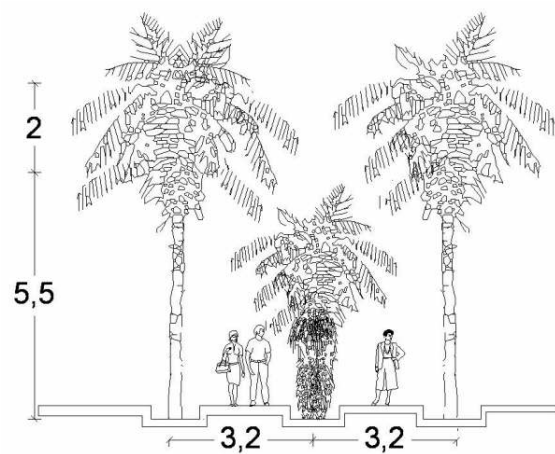
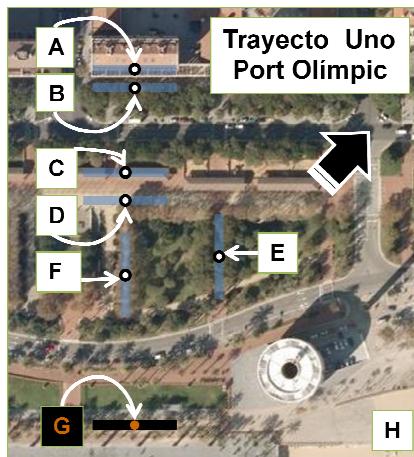


Imagen 5.25. Alzado circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Trayecto Uno, Port Olímpic.

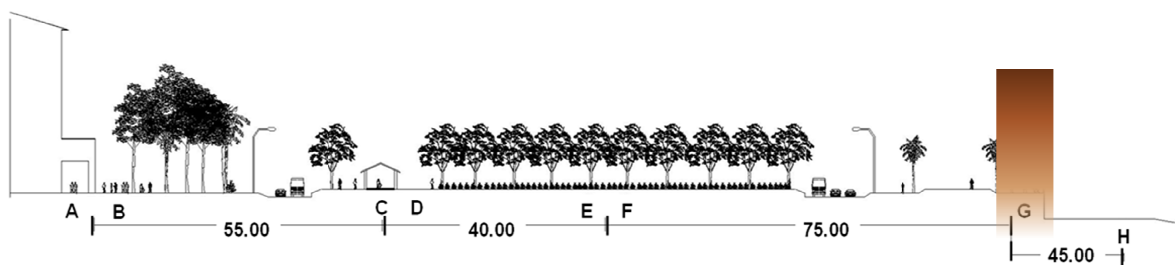


Imagen 5.26. Circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Disconfort en otoño. Trayecto Uno, Port Olímpic

Tiene una dirección Noreste – Suroeste, con una distancia al litoral costero de 45 m. Sus límites verticales son una hilera de palmeras a cada lado de la circulación, el factor de vista de cielo es del 100%.

Se presenta una transmisividad del 95 %, el suelo es un pavimento flexible de color rojo, con un bajo albedo.

Se registraron temperaturas entre 20.7 y 23.6 °C, con una humedad entre 57.5 y 69.7%.

El viento cambia su velocidad promedio de 0.9 a 1.4 m/ s manteniéndose en aire ligero en la escala de Beaufort de 1.

La radiación solar está durante todo el día desde que sale el sol, hasta que se oculta, la sombra de las palmeras es muy poca, generando discomfort en el peatón.



Imagen. 5.27. Circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Trayecto Uno, Port Olímpic.

5.2.4. Trayecto Uno, Port Olímpic en invierno.

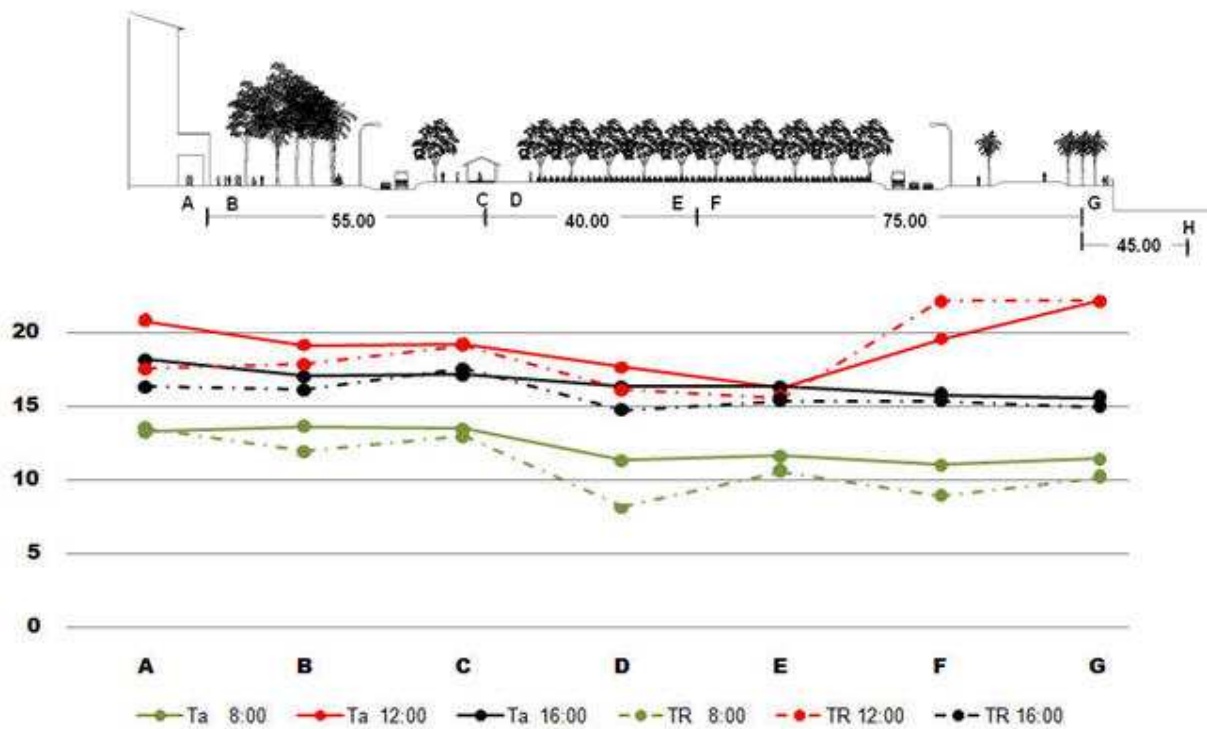
A continuación se presenta el análisis sobre la interrelación de las variables de temperatura del aire, temperatura de radiación, viento y confort en el periodo de invierno en el Trayecto Uno, Port Olímpic.

En Barcelona, en Enero el desfase de la hora solar con la hora local es de una hora, por lo que a las 8:00 hora local corresponde a las 7:00 hora solar, en el libro de Carirer, la altura solar es igual a cero; al no haber datos de radiación solar, no hay valores del balance de energía.

a) Temperatura del aire y temperatura de radiación.

La temperatura del aire para las circulaciones peatonales A, B y C, que se localizan a más de 150 m del litoral costero, a las 8:00 y 16:00 horas se registraron más altas que las que se encuentran dentro del parque de la Villa Olímpica la E y F, así como la más cercana al litoral la circulación peatonal G entre tres hileras de palmeras.

La temperatura del aire a las 8:00 y 16:00 horas se mantienen sin mucho cambio, existe una mayor variación a las 12:00 horas sobre todo en la circulación peatonal G entre tres hileras de palmeras y E entre dos hileras de árboles, los cuales han perdido su follaje, recibiendo la radiación de onda corta, esto se puede apreciar en la gráfica 5.4.



Gráfica 5.4. Temperatura del aire y temperatura de radiación en invierno. Trayecto Uno, Port Olímpic.

En invierno, como el ángulo de incidencia de los rayos del sol es menor a 30° sobre la horizontal, la temperatura de radiación que se registra es menor a la temperatura del aire, debido a la inercia térmica los pavimentos y suelos, conservan la temperatura del aire más alta que la de radiación. Solo en la circulación peatonal F al lado de una hilera de árboles, con suelo de arena, la temperatura radiación se mantiene arriba de la del aire, por su orientación Noroeste – Sureste, recibe la mayor cantidad de radiación solar.

b) Viento en invierno

En la imagen 5.28, a las 8:00, 10:00 y 12:00 horas se observó que predominan los vientos del Este; cambiando a las 14:00 horas y

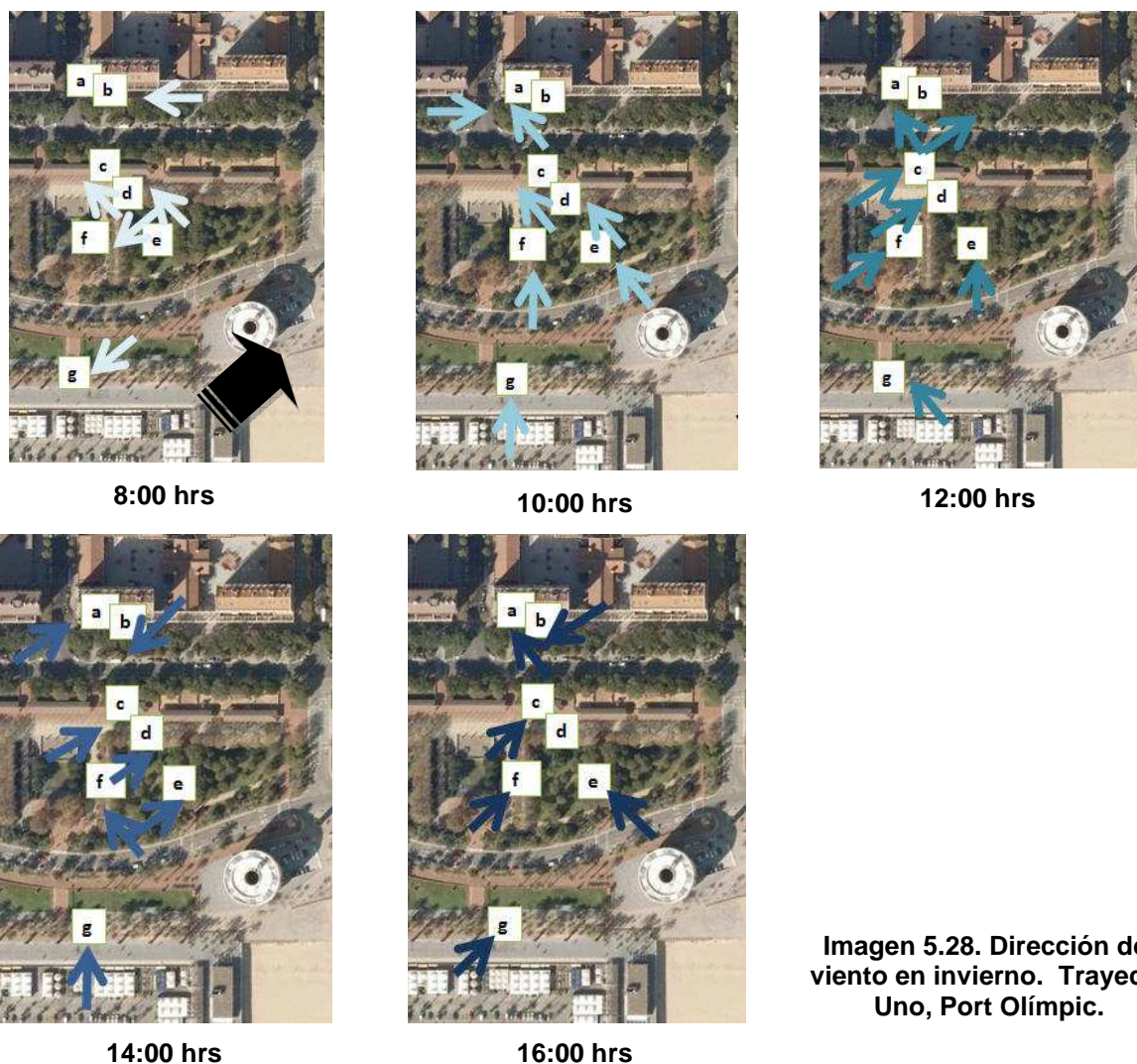


Imagen 5.28. Dirección del viento en invierno. Trayecto Uno, Port Olímpic.

se mantienen a las 16:00 horas con dirección Sur. Se registraron velocidades de zona de calma durante el día en todos los puntos de las circulaciones peatonales, exceptuando en la circulación peatonal G entre tres hileras de palmeras, se observó con una velocidad de aire ligero en la escala de Beauford, por ser esta circulación la más cercana al litoral.

c) Confort en invierno

En invierno, al tener duda sobre los resultados, los cuales presentan ligero calor en todas las circulaciones, menos en C; ya que las mediciones se realizaron con anorak.

El día de las mediciones la temperatura del aire osciló entre 11° y 22° C, por observación los peatones y la investigadora usaron el anorak, por lo que el cálculo se realizó con un aislamiento de la ropa de 100, permeabilidad de 100. Para comprobar si variaban mucho los resultados, -

	HORA	A	B	C	D	E	F	G
INVIERNO	10:00	4	54	1	19	14	21	71
	12:00	57	42	-19	70	60	102	179
	14:00	36	17	-19	50	81	92	152
	16:00	2	-15	-29	41	30	14	82

Tabla 5.11. Balance de energía de una persona en invierno. Trayecto Uno, Port Olímpic.

	HORA	A	B	C	D	E	F	G
	10:00	-2	52					
	12:00	53	35					
	14:00	30	6					
	16:00	-6	-26					

Tabla 5.12. Balance de energía de una persona en invierno. Trayecto Uno, Port Olímpic.

se realizó otro cálculo, sin anorak con un aislamiento de la ropa de 75 y permeabilidad de 150; con lo cual no hubo cambio significativo en el balance del confort, como se muestra en la tabla 5.12, por lo que el análisis siguiente se realizó con la tabla 5.11.

Circulación de mayor confort en invierno

En invierno, la incidencia de la radiación solar es la más baja. Las circulaciones en confort se presentaron en A, B, C, D, E y F, siendo B la que presenta el mejor balance de energía de una persona, al presentar menos ganancias. La circulación peatonal C, al presentar pérdidas en invierno, no se consideró como el sendero de mayor confort.

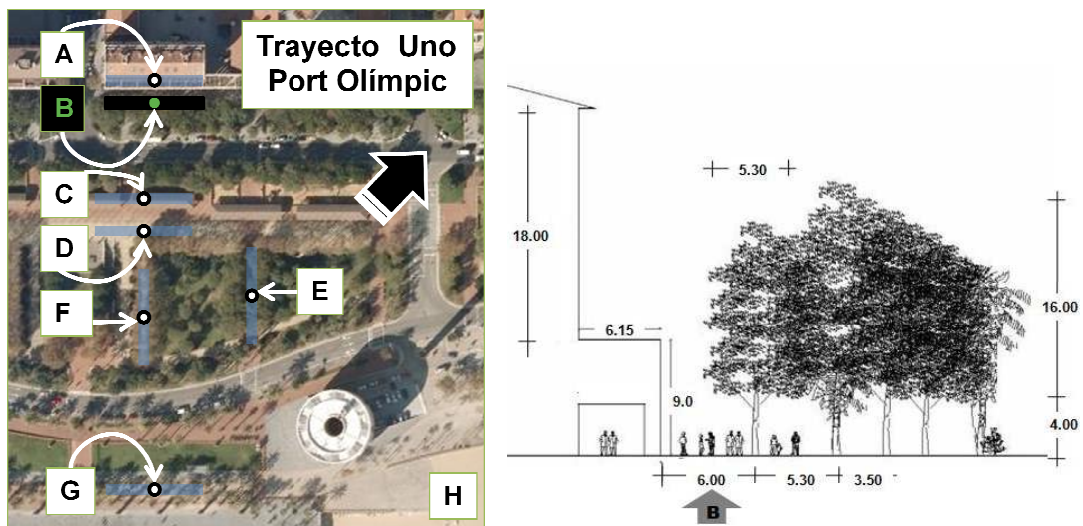


Imagen 5.29. Alzado circulación peatonal y ciclista B. Trayecto Uno, Port Olímpic.

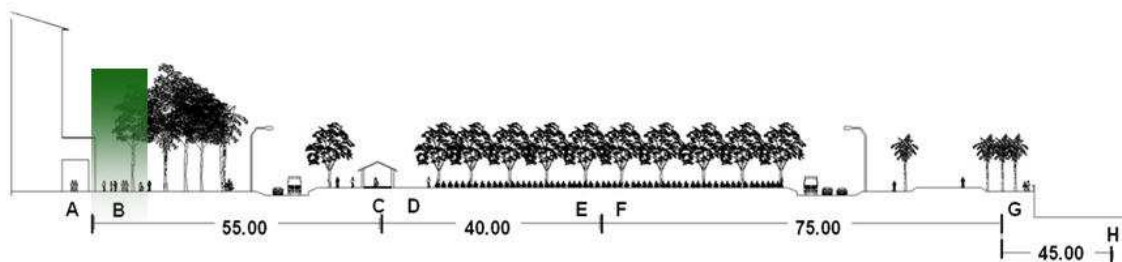


Imagen 5.30. Circulación peatonal y ciclista B. Mayor confort en invierno. Trayecto Uno, Port Olímpic.

La circulación peatonal y ciclista B, la cual se observa en las imágenes 5.29, 5.30 y 5.31. Se encuentra con una dirección Noreste – Suroeste, a 220m del litoral costero. Tiene como límite vertical al Sureste una hilera de árboles agrupados, esta hilera es el borde de la calle Salvador Espriu. Frente a esta calle se localiza el parque del Port Olímpic. El otro límite vertical, es el pórtico con una fachada de seis niveles.

Por las mañanas deja pasar el sol, desde las 9:00 horas hasta las 12:00. A partir de las 13:00 horas recibe parte de la sombra de los árboles.

No obstante, en esta época del año los árboles platanus acerifolia, han perdido su follaje, con lo cual se presenta un coeficiente de sombreadamiento de 55 %. Se registraron temperaturas entre 14 °C y 19 °C.

Se registró con una humedad de 55 a 73 %, aunque esta no es baja, sin embargo el espacio abierto favorece el confort. Además de la velocidad del viento que se mantuvo en calma de 0 a 0.9 m/s.



Imagen 5.31. Circulación peatonal y ciclista B. Trayecto Uno, Port Olímpic.

Circulación en disconfort caluroso en invierno

La única circulación que presenta disconfort caluroso, es la circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras, la cual se aprecia en las imágenes 5.32, 5.33 y 5.34.

Tiene una dirección Noreste – Suroeste, con una distancia al litoral costero de 45 m. Sus límites verticales que son una hilera de palmeras a cada lado de la circulación. El factor de vista de cielo es del 100%.

Las palmeras tienen una transmisividad del 95%, el suelo es un pavimento flexible de color rojo, con un bajo albedo

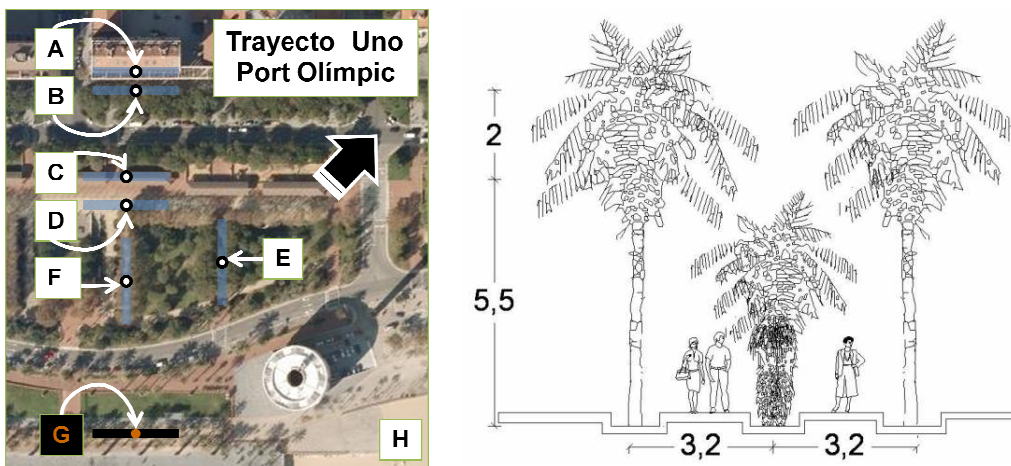


Imagen 5.32. Corte y alzado de la circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Trayecto Uno, Port Olímpic.

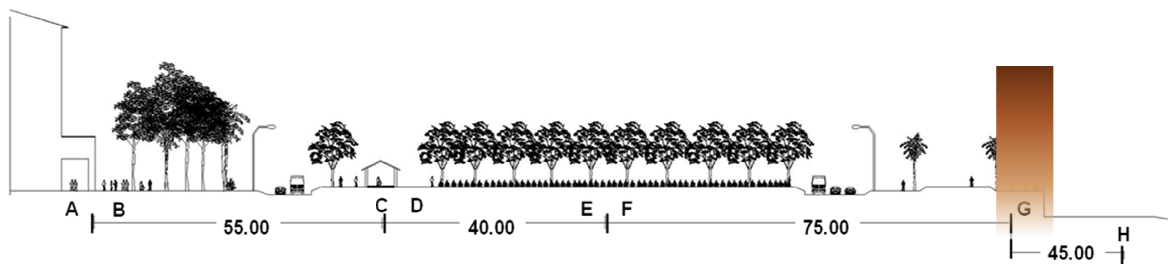


Imagen 5.33. Circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Disconfort en invierno. Trayecto Uno, Port Olímpic

Se registraron temperaturas entre 11 y 22 °C, con una humedad entre 53 y 78 %, el viento cambia su velocidad promedio de 0.5 a 1 m/s de viento en calma a aire ligero en la escala de Beaufort.. A las 12:00 horas se registró la más alta temperatura, de 22°C, con un aire ligero y la menor humedad del 53%.



Imagen. 5.34. Circulación peatonal G, entre tres hileras de palmeras. Trayecto Uno, Port Olímpic

5.2.5 Resumen del Trayecto Uno, Port Olímpic.

Como se puede apreciar en la tabla 5.13, del Trayecto Uno, Port Olímpic, en las estaciones del año, se encontró que el mayor confort se produce en primavera e invierno en la circulación peatonal B. Para verano, se presentó en la circulación peatonal C, bajo la cubierta de teja. En otoño en la circulación peatonal E, entre dos hileras de árboles.

TRAYECTO UNO, PORT OLÍMPIC	Mayor confort	Mayor disconfort caluroso
Primavera	B	-----
Verano	C	G
Otoño	E	G
Invierno	B	G

Tabla 5.13. Confort – disconfort del Trayecto Uno, Port Olímpic.

Confort

En primavera como se observa en la imagen 5.35, es la estación donde se encontraron todas las circulaciones en confort. a un lado de una hilera de árboles F o entre dos hileras de árboles E, siendo estos árboles son de hoja caduca, en cambio en la circulación B, entre el pórtico y el grupo de árboles, están formados por vegetación caduca y perennifolia, con lo cual su transmisividad es menor, llegando menor radiación solar al peatón.

En verano la circulación peatonal C bajo una cubierta de teja, en esta época del año, donde las temperaturas son más elevadas, la cubierta de teja con dirección Sureste Noreste, recibe sombra durante todo el día, por la mañana de la hilera de árboles de del Sureste y por la tarde de la misma cubierta.

En otoño la circulación E, entre dos hileras de árboles, es la da mayor confort. La arboleda de nombre botánico acacia cyanophilla, presenta una cubierta vegetal más uniforme, como se muestra en la imagen 5.36, ya que en esta época todavía no cambia sus hojas hasta las primeras semanas de noviembre, y proporcionan mayor protección de la radiación solar.

En invierno, se presenta el mayor confort en la circulación peatonal y ciclista B. En esta época del año, la altura solar se trasladó de 0 a 27°. La temperatura del aire osciló entre 14 y 19 °C. Al estar formada por un grupo de arboles cuyo periodo de foliación es del 21 de noviembre al 20 de diciembre. Al estar su límite vertical al sureste permite que ingrese la mayor parte de la radiación solar durante el día.

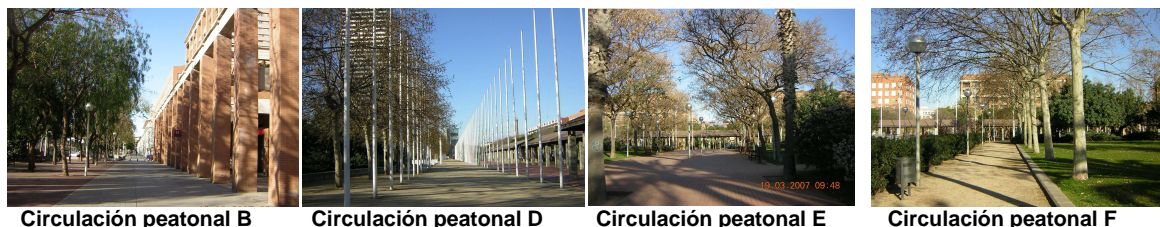


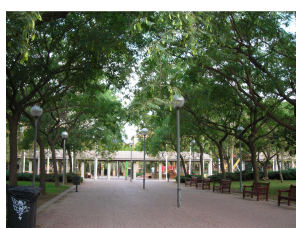
Imagen 5.35. Circulaciones peatonales en primavera. Trayecto Uno, Port Olímpic.

Confort ligeramente fresco

Se presenta solo en la circulación de la cubierta de teja C, en primavera cuando el viento aumento su velocidad y en otoño, que es la estación donde se presenta parte de la temporada de lluvias, contribuyendo al confort en ligeramente fresco, además de ser una cubierta solida, con sus lados abiertos donde deja pasar la brisa constante del mar, se encuentra a 160 m del litoral entre áreas de jardines, donde no existen obstáculos que se interpongan a los vientos del Sureste.



Circulación peatonal B, grupo de árboles acacia azul, sauce llorón.



Circulación peatonal E, hileras de árboles acacia azul.



Circulación peatonal F, hilera de árboles plátanos de sombra.

Imagen 5.36. Árboles de las circulaciones B, E y F en otoño.
Trayecto Uno, Port Olímpic.

Disconfort en calor

En todas las estaciones del año, la circulación peatonal entre palmeras G, presenta disconfort en calor, además de que las palmeras tienen la mayor transmisividad de la radiación solar, el caucho sintético de color rojo, es un gran acumulador térmico, las características de esta circulación peatonal no permiten que sea un lugar confortable para el peatón.

5.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS DEL TRAYECTO DOS, NOVA ICÀRIA.

Se analizarán las variables clave de cada una de las tipologías de los senderos peatonales, después de haber realizado las mediciones en primavera, verano, otoño e invierno.

Este análisis se va a dividir en los siguientes apartados:

- a) Temperatura del aire y temperatura de radiación

- b) Viento
- c) Confort

En la imágenes 5.37 y 5.38 se muestra los puntos de medición y distancia entre ellos del Trayecto Dos, Nova Icària. En la tabla 5.14 se encuentran los nombres de acuerdo a la ubicación de los puntos de medición.

Las corridas que se realizaron para cada uno de los puntos del A al H, de los cuales se descartaron los puntos D, E, F, y H, por no considerarse



Imagen 5.37. Trayecto Dos, Nova Icària.

A = Fachada Noreste	B= Fachada Sureste	C= Fachada Sur	D = Frente a calle
E = En puente	F = Al lado arboles	G = 3 hilera arboles	H = Playa

Tabla 5.14. Trayecto Dos, Nova Icària.

dentro de las características de las circulaciones peatonales, de tener por lo menos un recorrido de 10 m, conservando sus límites verticales y horizontales; con lo cual la valoración de las mismas no sería en las mismas circunstancias. Quedaron las circulaciones peatonales: frente a la fachada Noreste A, frente a la fachada Sureste B, frente a la fachada Sur C, y entre tres hileras de árboles G; cuyos resultados se muestran en las tablas 5.15, 5.16, 5.17 y 5.18.

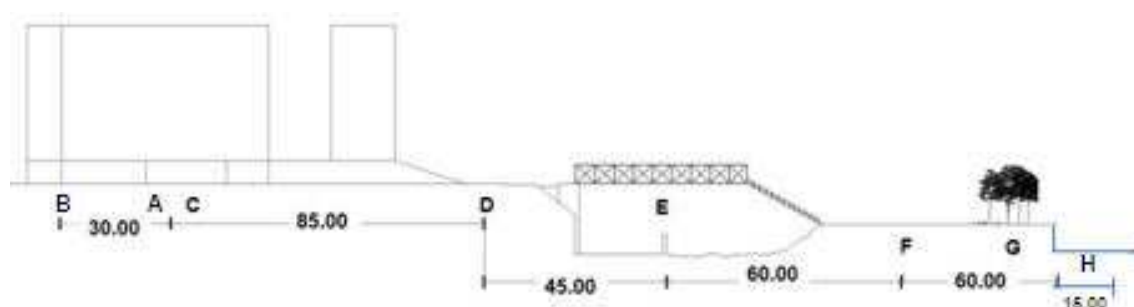


Imagen 5.38. Corte Trayecto Dos, Nova Icària.

5.3.1 Trayecto Dos, Nova Icària en primavera

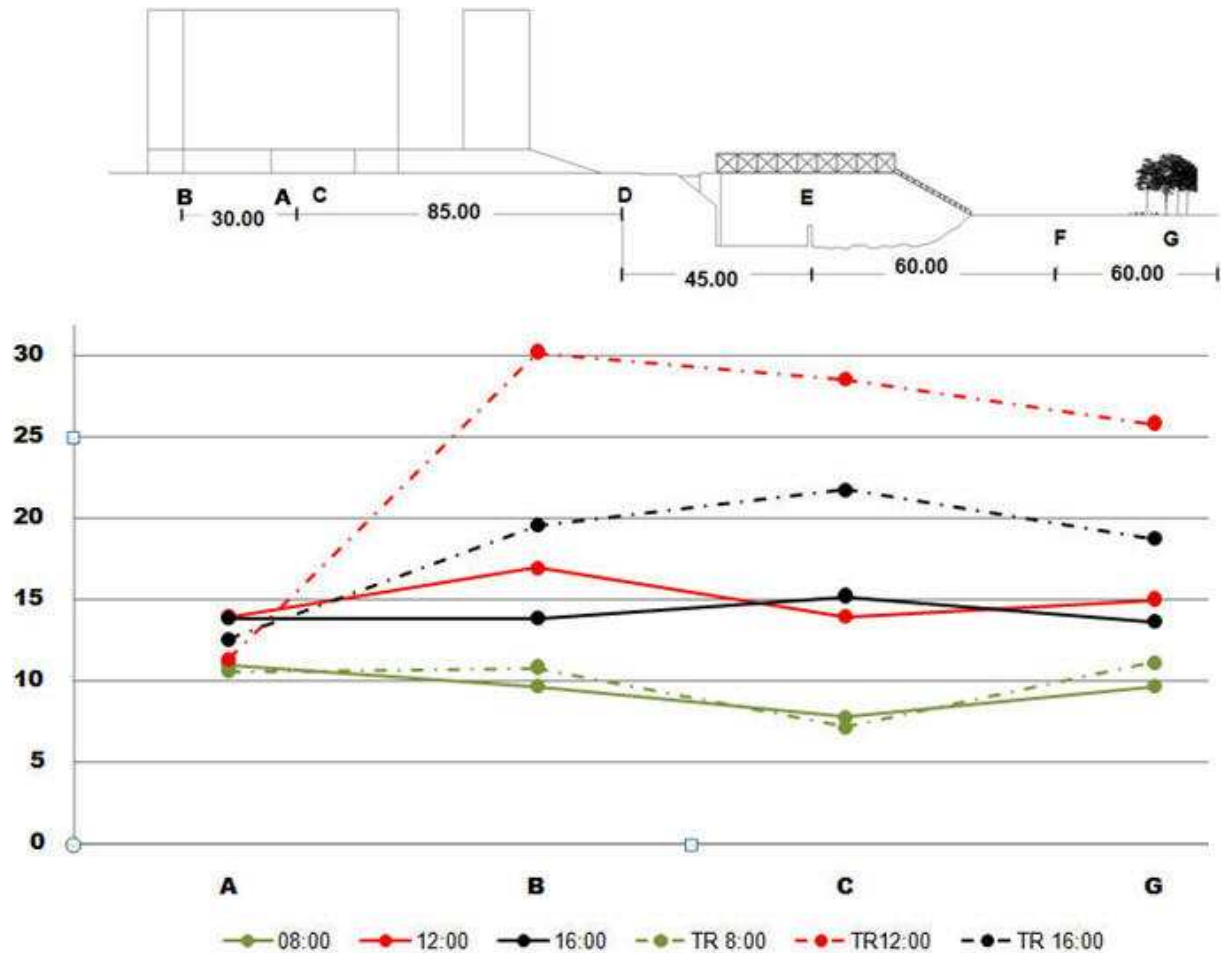
A continuación se presenta el análisis sobre la interrelación de las variables de temperatura del aire, temperatura de radiación, viento y confort en el periodo de primavera en el trayecto Dos, Nova Icaria.

En Barcelona, en Marzo el desfase de la hora solar con la hora local es de una hora, por lo que a las 8:00 hora local corresponde a las 7:00 hora solar.

a) Temperatura del aire y temperatura de radiación.

En la gráfica 5.5 se observa que la temperatura del aire a las 8:00 horas tiene poca fluctuación, exceptuando en C, al permanecer en sombra a esta hora, por lo cual se registraron las temperaturas más bajas. La circulación B frente a la fachada Sureste, es la que recibe la mayor

cantidad radiación durante el día por lo cual presenta la más alta temperatura del aire y de radiación.



Gráfica 5.5. Temperatura del aire y temperatura de radiación en primavera. Trayecto Dos, Nova Icaria.

b) Viento en primavera

En la imagen 5.39, los puntos de medición E y F fuera de la manzana cóncava que se encuentran dentro del parque de Icaria, se observa que predomina la dirección del Noroeste a las 8:00, 10:00 y 12:00 horas; a las 14:00 hay variabilidad de direcciones y a las 16:00 horas del Sur.

La dirección del viento en las circulaciones peatonales dentro de la manzana cóncava A, B, y C a las 8:00 y 10:00 horas se registran con dirección del Este, variando a las 12:00 con dirección Noroeste y Sureste, a las 14:00 hay variación de velocidades siendo estas del Sur, Este y Sureste, en cambio a las 16:00 horas provienen todas del Sur.

Durante el día las circulaciones peatonales A, B y C dentro de la manzana cóncava se registraron con velocidades de viento en calma a aire ligero en la escala de Beauford. Los puntos de medición y circulaciones peatonales fuera de la manzana cóncava D, E, F y G registran velocidades de brisa ligera.

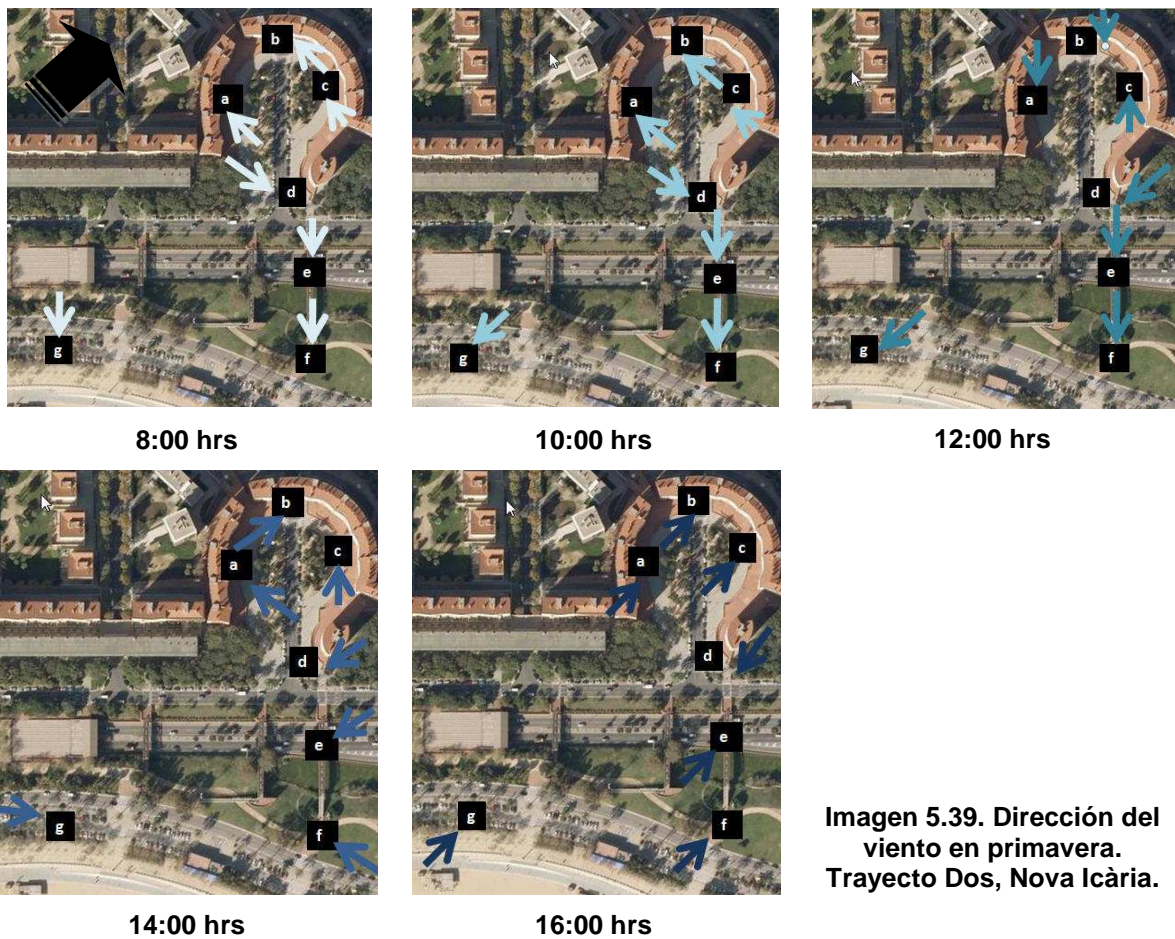


Imagen 5.39. Dirección del viento en primavera. Trayecto Dos, Nova Icària.

c) Confort en primavera

En primavera, como se muestra en la tabla 5.15, todas las circulaciones peatonales de este trayecto presentan disconfort en calor, coincidiendo las circulaciones frente a la fachada Noreste A, frente a la fachada Sureste B, y la circulación peatonal entre tres hileras de árboles G, con el mismo número de horas de disconfort.

	HORA	A	B	C	G
PRIMAVERA	8:00	-23	-8	62	-30
	10:00	177	212	102	73
	12:00	131	235	152	174
	14:00	155	144	171	185
	16:00	124	130	161	83

Tabla 5.15. Balance de energía de una persona en primavera Trayecto Dos, Nova Icària.

Circulación de mayor disconfort en calor en primavera

La circulación peatonal frente a la fachada Sur C, la cual se aprecia en las imágenes 5.40, 5.41 y 5.42; presenta el mayor número de horas de disconfort en calor; mas sin embargo, el balance de energía de una persona durante el día, es mayor en la circulación peatonal B. Esta ganancia de calor a las 10:00 y 12:00 horas es superior a los $200 W/m^2$. Por esta razón se considera B con mayor disconfort.

La circulación peatonal de mayor disconfort es la B, frente a la fachada Sureste, con una dirección Noreste – Suroeste. Con una distancia al litoral costero de 280m.

Teniendo como limite vertical la fachada de ladrillo rojo, con una altura de siete niveles, su límite horizontal, pavimento de ladrillo rojo, con un factor de vista de cielo de 50%.

La circulación peatonal que recibe la radiación solar desde las 9:00 hasta las 14:00 horas; esta fachada recibe 5 horas de radiación solar directa, una hora menos que la fachada Sur.

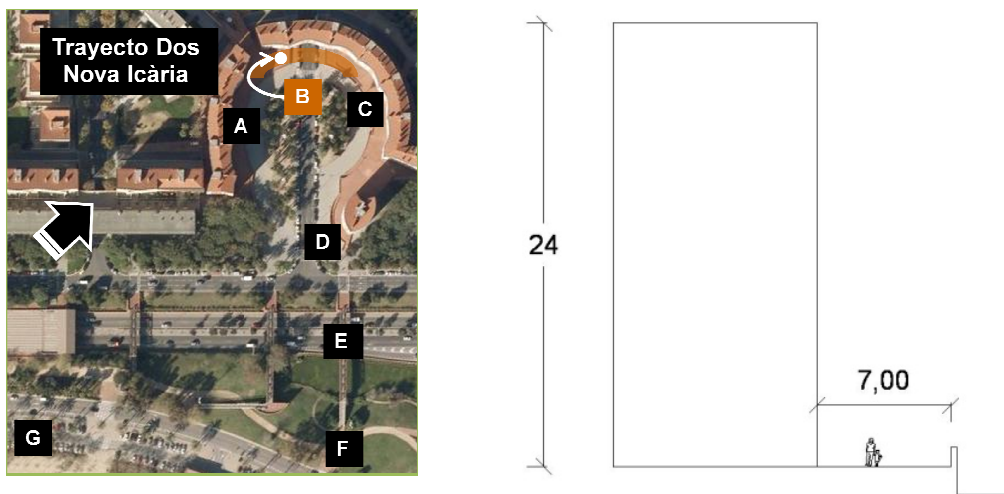


Imagen 5.40. Planta y corte de la circulación peatonal B, frente a fachada Sureste. Trayecto Dos, Nova Icaria.

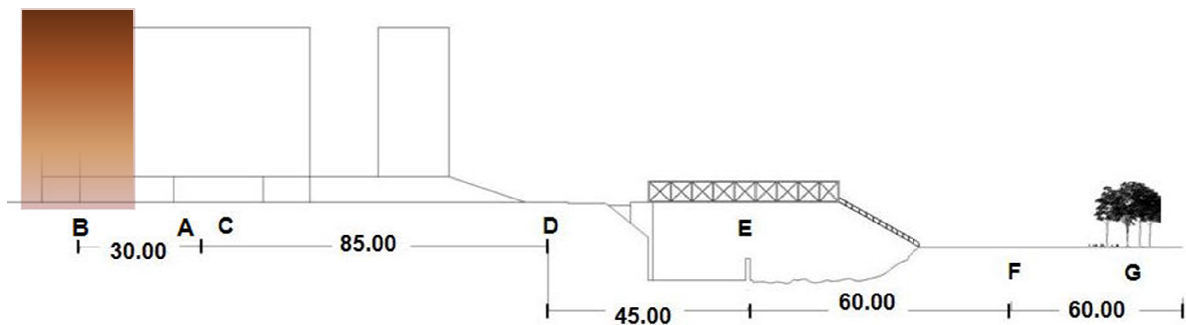


Imagen 5.41. Circulación peatonal B, frente a fachada Sureste. Disconfort en primavera. Trayecto Dos, Nova Icaria.

La temperatura del aire fluctuó entre 10 ° y 17° C, la humedad relativa entre 17 y 35 %, el viento se mantiene en calma durante la mañana y por la tarde pasa de 0.3 m/s, a un aire ligero de 1.5 m/s. El aire ligero es constante durante el día, el cual ha disminuido su velocidad 1,5 m/s en relación a la brisa del mar.



Imagen. 5.42. Circulación peatonal B, frente a la fachada Sureste. Trayecto Dos, Nova Icària.

En la imagen 5.43 se muestra las sombras a las 10:00 horas. Esta fachada se presenta más perpendicular a la radiación solar, por lo cual, el peatón tiene una mayor ganancia de energía.

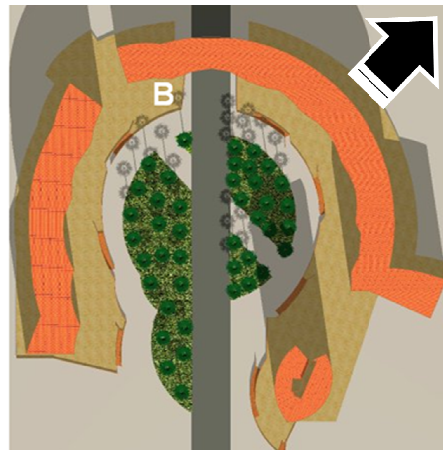


Imagen. 5.43. Sombras en planta, circulación peatonal B, frente a la fachada Sureste. Trayecto Dos, Nova Icària

5.3.2 Trayecto Dos, Nova Icaria en verano

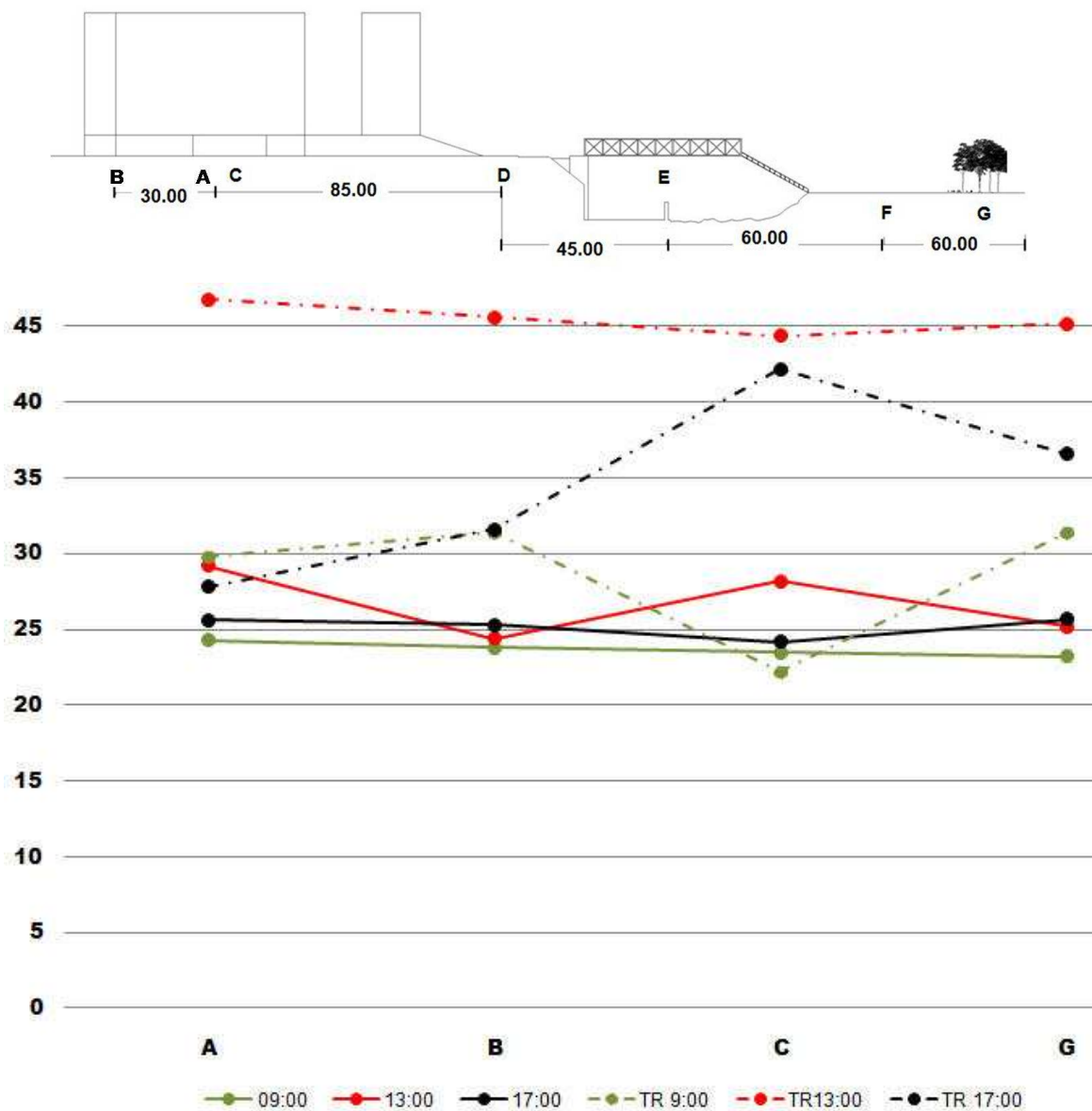
A continuación se presenta el análisis sobre la interrelación de las variables de temperatura del aire, temperatura de radiación, viento y confort en el periodo de verano en el Trayecto Dos, Nova Icaria.

En Barcelona, en Junio el desfase de la hora solar con la hora local es de una hora, por lo que a las 9:00 hora local corresponde a las 8:00 hora solar.

a) Temperatura del aire y temperatura de radiación

En la gráfica 5.6 se aprecian las temperaturas del aire más altas en las fachadas A Noreste y B Sur. Durante la mañana al salir el sol por el Este, la fachada Noreste recibe la incidencia de la radiación solar más perpendicular, a diferencia de las otras fachadas. Las horas en que la recibe son desde las 9:00 hasta las 12:00.

Por la tarde la fachada Sur, recibe la radiación de onda larga desde las 14:00 horas hasta las 18:00 horas. En la fachada B Sureste, debido a



Gráfica 5.6. Temperatura del aire y temperatura de radiación en verano. Trayecto Dos, Nova Icària.

la forma cóncava de la manzana provoca sombras propias, por lo cual son menos sus horas de incidencia de la radiación solar. A las 12:00 las temperaturas de radiación de las circulaciones peatonales del Trayecto Dos, Nova Icaria, presentan casi las mismas temperaturas, siendo las más altas durante el día.

A las 16:00 conforme el ángulo solar comienza a descender las temperaturas de radiación disminuyen, primero en la circulación peatonal A frente a la fachada Noreste, después la circulación peatonal B frente a la fachada Sureste continuando la más alta en la fachada Sur.

b) Viento en verano

En la imagen 5.44, el Trayecto Dos Nova Icaria, el cual cruza el parque de Icaria, se puede observar que la dirección del viento dominante de las 9:00 horas, proviene del Este, a las 11:00 horas domina la dirección

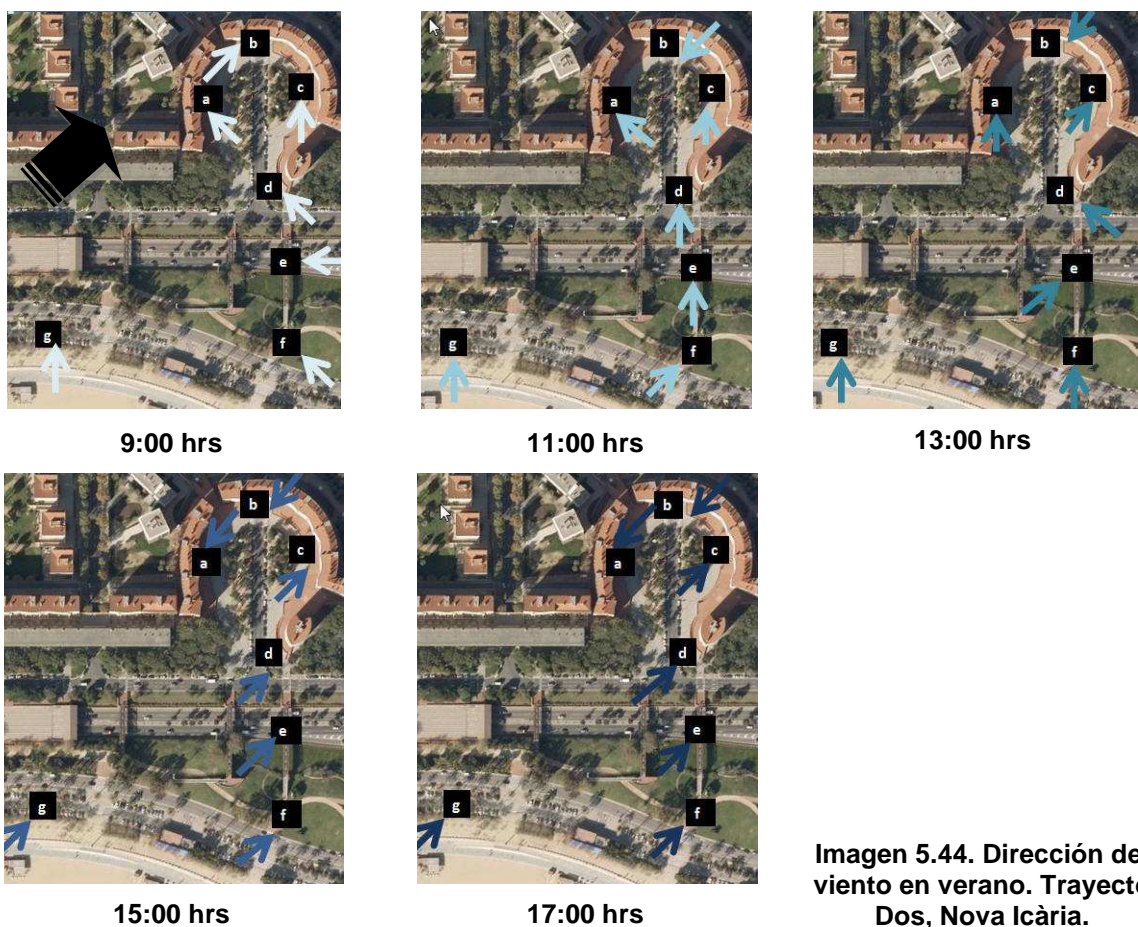


Imagen 5.44. Dirección del viento en verano. Trayecto Dos, Nova Icaria.

Sureste, a las 13:00 no hay una dirección dominante, provienen del Sur, Sureste y Este, a las 15:00 y 17:00 horas domina el viento del Sur.

En la mañana dentro de la manzana cóncava las circulaciones peatonales frente a la fachada Noreste A y la fachada Sur C, la dirección de los vientos es del Sur, Sureste y Este. Por la tarde a las 14:00 y 16:00 horas predomina la dirección Sur.

El viento tiene velocidades de viento en calma a aire ligero, en las circulaciones peatonales dentro de la manzana cóncava A, B y C así como los puntos D y E.

El punto F ubicado en el parque de Icaria a 60 m del litoral costero y la circulación peatonal G entre tres hileras de árboles, la velocidad del aire en este sendero pasa de aire ligero a brisa ligera en la escala de Beauford.

c) Confort en verano

En esta estación las circulaciones peatonales frente a la fachada Noreste A, fachada Sureste B, y fachada Sur C, se encuentran con ligero calor a las 9:00 horas para pasar a disconfort de calor a partir de las 11.00 horas. En la circulación peatonal, A frente a la fachada Noreste, hay un gran salto térmico pasando de ligero calor a muy caluroso a las 11:00 horas, apreciándose en la tabla 5.16.

	HORA	A	B	C	G
VERANO	9:00	148	129	116	2
	11:00	267	182	167	45
	13:00	244	154	219	92
	15:00	136	141	218	72
	17:00	166	150	136	21

Tabla 5.16. Balance de energía de una persona en verano. Trayecto Dos, Nova Icaria.

Circulación en confort en verano

En verano, la circulación peatonal de confort se presenta en el sendero G; el cual se encuentra en el litoral costero, siendo la continuación del paseo peatonal de la Barceloneta, se localiza frente a la playa, a una distancia de 10 m. Se puede observar en las imágenes 5.45, 5.46 y 5.47.

Sus límites verticales son tres hileras de árboles. El límite horizontal es un suelo de arcilla. Los árboles de nombre botánico platanus acerifolia, tienen en primavera, una transmisividad del 14%, y su FVC del 100. La temperatura del aire osciló entre 23.5.7° y 26.6° C, su humedad estuvo entre 61.8 y 67.6 %.

El viento pasó de un aire ligero de 1.2 m/s, a una brisa ligera de 2.6 m/s, permaneciendo la brisa durante el día.

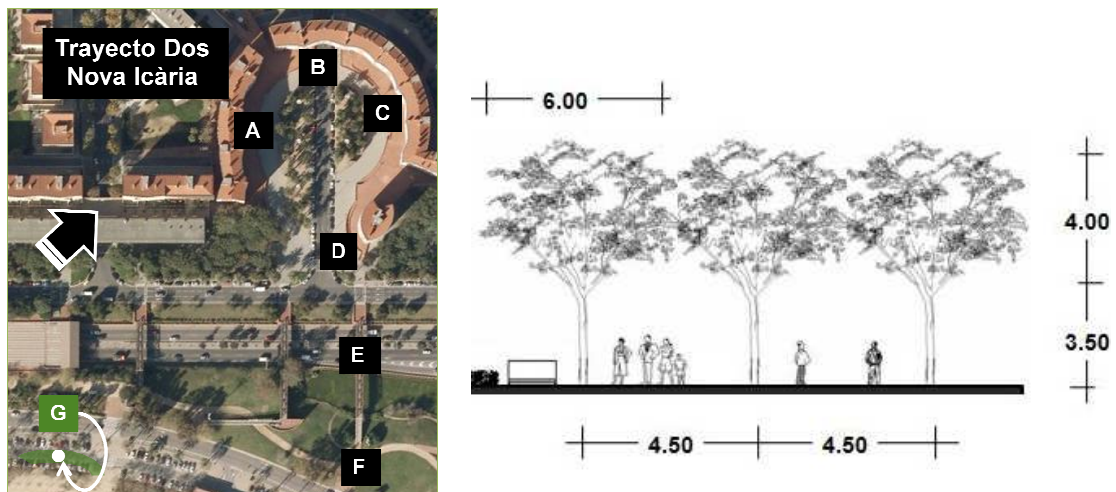


Imagen. 5.45. Planta y alzado circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles. Trayecto Dos, Noca Icària.

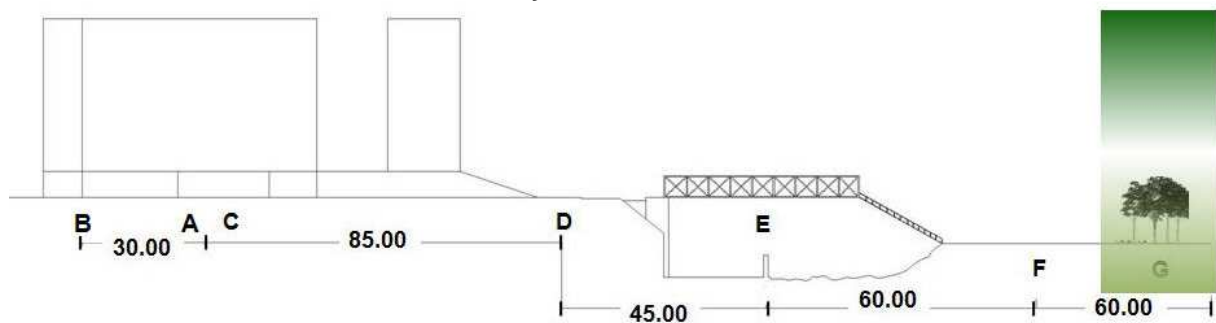


Imagen 5.46. Circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles. Confort en verano Trayecto Dos, Nova Icària.

El suelo de arcilla, en un material poroso, permite la filtración del agua, aumenta la conducción del calor hacia el interior del terreno y favorece la evotranspiración.



Imagen. 5.47. Circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles, en verano. Trayecto Dos, Nova Icària.

Circulación en mayor disconfort de calor en verano

La circulación de mayor disconfort se presentó en la circulación peatonal A frente a la fachada Noreste, la cual se observa en las imágenes 5.46, 5.48 y 5.49. De las mediciones obtenidas, cuenta con las mismas horas de disconfort que la circulación peatonal frente a la fachada Sur C, no obstante presenta el mayor gasto de

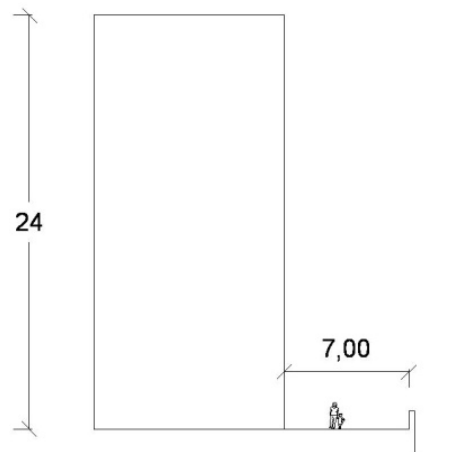
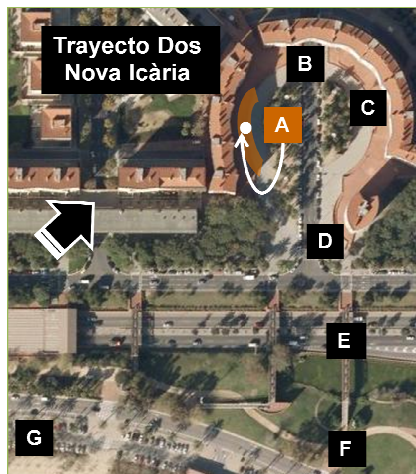


Imagen. 5.48. Planta y alzado circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles. Trayecto Dos, Nova Icària.

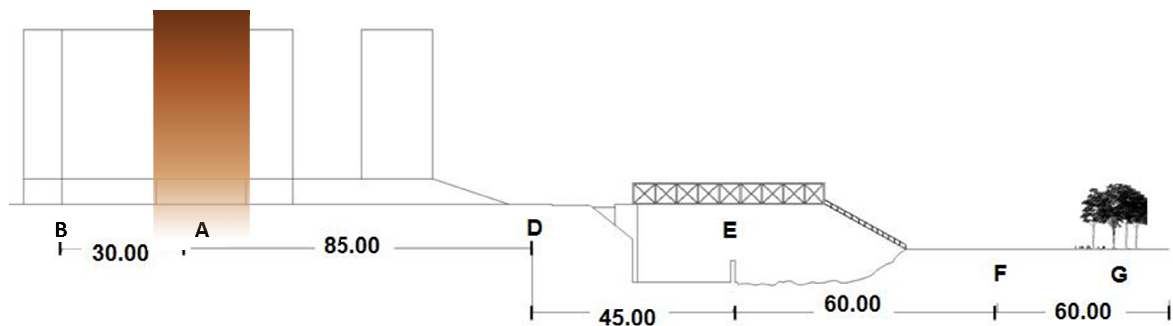


Imagen 5.49. Circulación peatonal B, frente a fachada Noreste. Disconfort en verano. Trayecto Dos, Nova Icària.

energía de una persona durante el día en verano. Su distancia al litoral costero es de 250 m. Se ubica en dirección Sureste - Noroeste. Su límite vertical es un muro de ladrillo rojo, con una altura de siete niveles, el límite horizontal es el pavimento de ladrillo rojo, con un factor de vista de cielo de 50%.

Recibe el mayor número de horas de radiación solar, desde las 6:00 hasta las 13:00, a diferencia de las circulaciones frente a la fachada Sureste B y fachada Sur C, que están formadas con los mismos



Imagen. 5.50. Circulación peatonal A, fachada Noreste en verano. Trayecto Dos, Nova Icària.

límites, en diferente orientación, se reciben los rayos del sol más perpendiculares en la fachada Noreste. En las imagen 5.49, se presentan las sombras a las 10:00 horas.

La temperatura del aire fluctuó entre 24.3 ° y 29° C, la humedad relativa entre 52 y 63.2 %, el viento pasa de estar en calma a un aire ligero, de 0.3 m/s a 1.4 m/s, el cual ha disminuido su velocidad 1.5 m/s en relación a la brisa del mar.

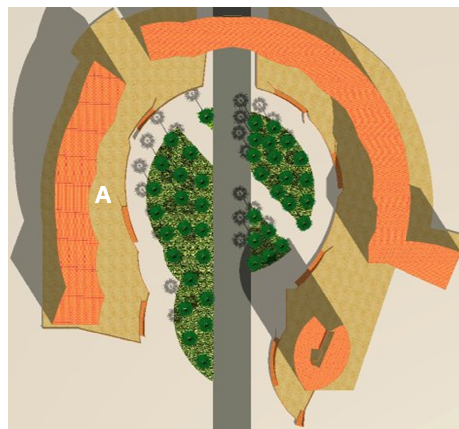


Imagen. 5.51. Circulación peatonal A, frente a la fachada Noreste, en verano. Trayecto 2, Nova Icària.

Los factores que influyen en el desconfort de esta circulación peatonal son el material de la fachada y pavimento, siendo el ladrillo que posee una gran capacidad térmica. Otro factor es el poco movimiento del viento, además de la distancia al litoral costero, el asfalto de la calles evapora rápidamente la brisa, así como la misma tipología de la manzana, condenado el confort del peatón.

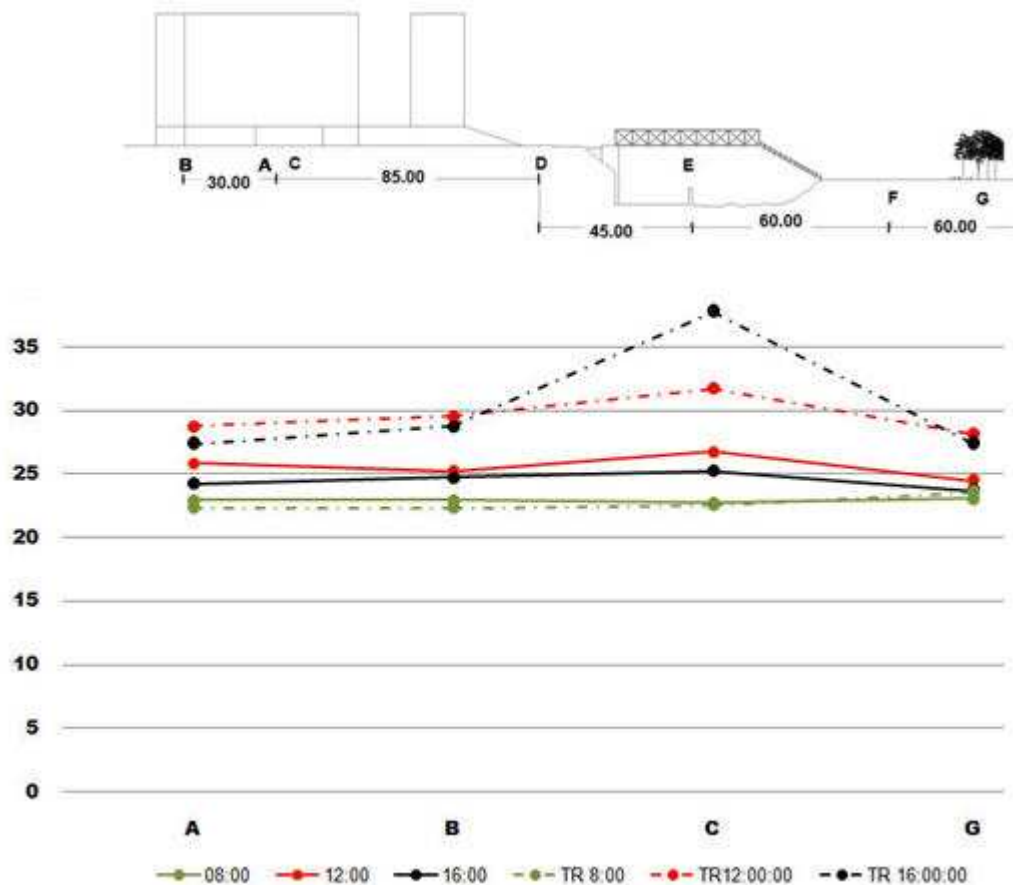
5.3.3 Trayecto Dos, Nova Icària en otoño.

En Barcelona, en Septiembre el desfase de la hora solar con la hora local es de dos horas, por lo que a las 8:00 hora local corresponde a las 6:00 hora solar, en el libro de Carirer, la altura solar es igual a cero; al no haber datos de radiación solar, no hay valores del balance de energía en esta hora.

A continuación se presenta el análisis sobre la interrelación de las variables de temperatura del aire, temperatura de radiación, viento y confort en el periodo de otoño en el Trayecto Dos, Nova Icària.

a) Temperatura del aire y temperatura de radiación en otoño.

En las circulaciones peatonales del Trayecto Dos Nova Icària, debido a la no incidencia de la radiación solar, la temperatura del aire a las 8:00 horas perdura en 23° C sin variaciones, como se aprecia en la gráfica 5.7.



Gráfica 5.7. Temperatura del aire y temperatura de radiación en otoño. Trayecto Dos, Nova Icària.

A lo largo del día, el aumento de la temperatura del aire es casi constante, alcanza su mayor valor a las 12:00 horas, con una variación de 1 a 2 °C entre los puntos de medición.

En las temperaturas de radiación existe poca fluctuación a las 8:00 y 12:00 horas, sin embargo a las 16:00 horas hay una diferencia entre ellas de 10 °C.

b) Viento en otoño

En la imagen 5.52, En el parque de Icaria en los puntos de medición E y F, se observa que predomina la dirección del Norte a las 8:00 y 10:00 horas; a las 12:00 horas no hay una dirección definida, a las 14:00 horas proviene domina el viento del Este y a las 16:00 horas del Sur.

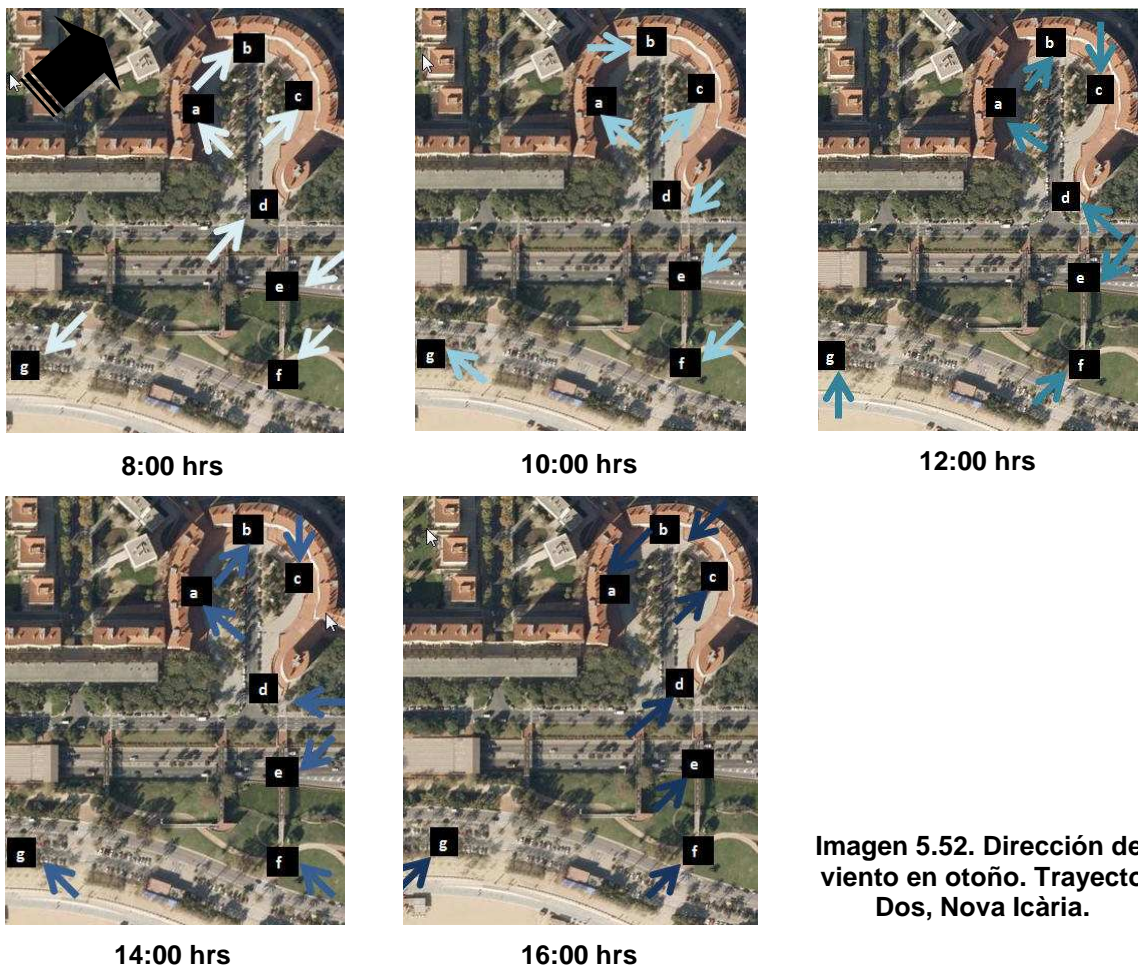


Imagen 5.52. Dirección del viento en otoño. Trayecto Dos, Nova Icaria.

El viento dentro de la manzana cóncava a las 8:00 y 10:00 horas entra en dirección del Este y Sur donde se ubican las circulaciones A y C, a las 12:00 y 14:00 horas se observa que el viento gira en dirección de las manecillas del reloj, en A con una dirección Este, en B dirección Sur y C con dirección Noreste.

Los puntos de medición y circulaciones peatonales fuera de la manzana cóncava D, E y F registran velocidades de viento en calma a aire ligero, solo en G se registró con brisa ligera.

Las velocidades dentro de la manzana cóncava en las circulaciones peatonales A, B y C varían de un viento en calma a aire ligero en la escala de Beauford.

c) Confort en otoño

En otoño, la incidencia de la radiación solar es la más baja que en verano. La circulación peatonal de confort se presenta en G, por tener cuatro horas de ligero calor, las demás circulaciones presentan disconfort en calor a partir de las 12:00 horas. Las cuales se aprecian en la tabla 5.17.

	HORA	A	B	C	G
OTOÑO	10:00	142	111	122	86
	12:00	215	187	198	139
	14:00	192	165	172	151
	16:00	173	175	193	140

Tabla 5.17. Balance de energía de una persona, en otoño. Trayecto Dos, Nova Icària

Circulación de mayor confort en otoño

La circulación peatonal G presenta confort hasta antes de las 14:00 y a

partir de las 16:00, por lo cual se considera como la de mayor confort, a diferencia de las otras circulaciones que solo presentaron confort a las 10:00 horas.

La circulación G tiene una orientación Noreste – Suroeste, la cual se aprecia en las imágenes 5.53, 5.54 y 5.55. Se encuentra en el litoral costero, formada por tres hileras de árboles de nombre botánico platanus acerifolia, los cuales no alcanzado su madurez, les falta crecer y extender su follaje.

En esta época del año empiezan a cambiar sus hojas, por lo que se consideró con una transmisividad del 55 %

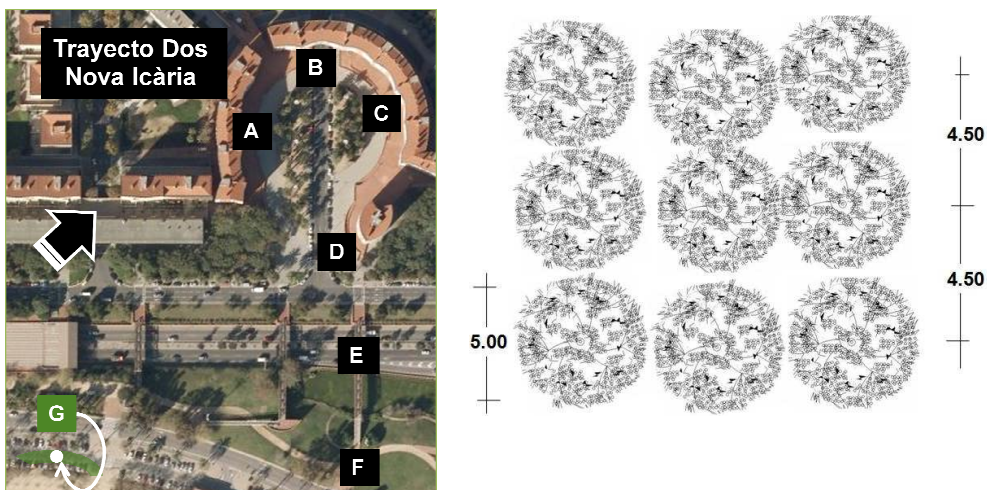


Imagen. 5.53. Planta circulación peatonal G, entre tres hileras árboles en el litoral costero.

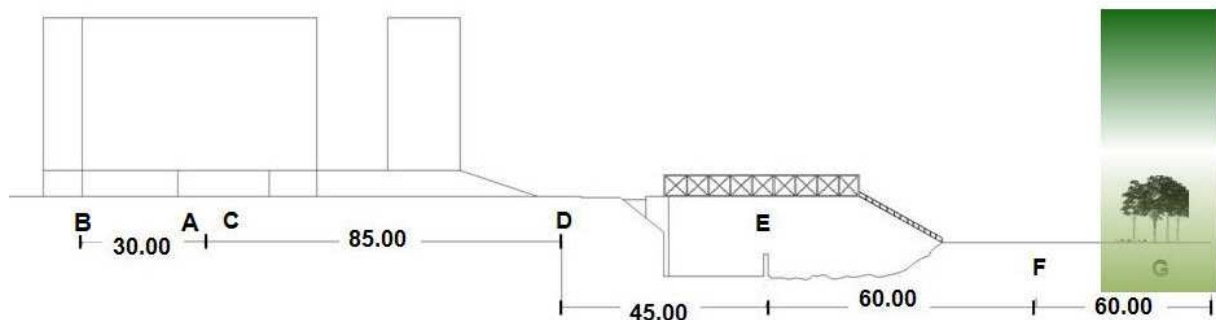


Imagen 5.54. Circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles. Confort en otoño del Trayecto Dos, Nova Icària.

Tiene un FVC del 100 %, ya que no tiene obstrucciones sólidas.

Al oscilar la temperatura entre 23 y 24.6 °C, con una humedad entre 66 y 76%, aunque recibe la brisa ligera durante todo el día, es una circulación que presenta disconfort en calor a las 14:00 horas.



Imagen. 5.55. Circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles en litoral.

Circulación en mayor disconfort de calor en otoño

La circulación peatonal A frente a la fachada Noreste, se presenta como la de mayor disconfort en calor. Este sendero presenta el mayor gasto de energía de una persona durante un día en otoño.

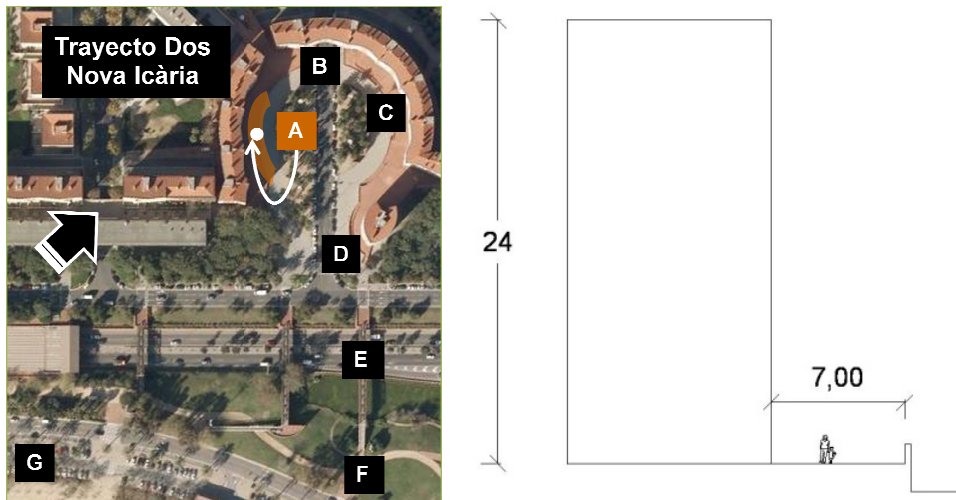


Imagen. 5.56. Alzado circulación peatonal A, frente a la fachada Noreste. Trayecto Dos, Nova Icària

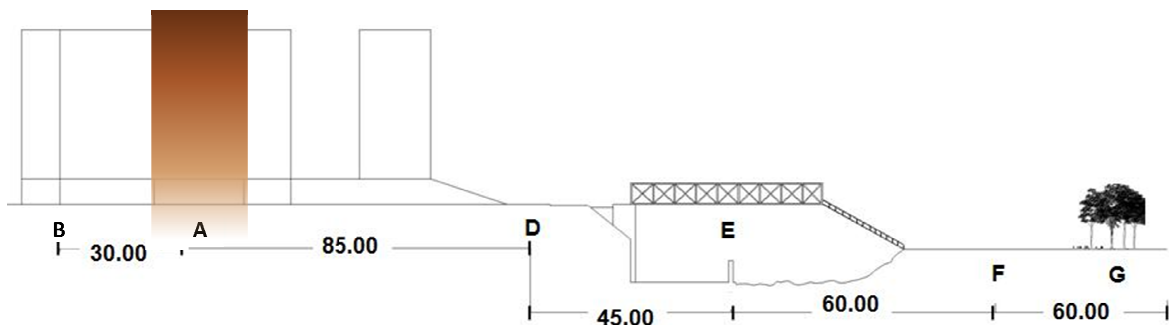


Imagen 5.57. Circulación peatonal A, frente a la fachada Noreste. Disconfort en otoño del Trayecto Dos, Nova Icària.

Este sendero corre en dirección Sureste _ Noroeste Su distancia al litoral costero es de 250 m. Se puede conocer en las imágenes 5.56, 5.57, 5.58 5.59.

Su límite vertical es un muro de ladrillo rojo, con una altura de siete niveles, el límite horizontal es el pavimento de ladrillo rojo, con un factor de vista de cielo de 50%.

Durante la mañana recibe la radiación solar desde las 6:00 hasta las 11:00 horas, posteriormente recibe la sombra propia de la fachada, a ----- diferencia de la circulación B y C, la velocidad del viento es menor, se mantiene en calma durante el día, penalizando el confort del peatón. En la imagen 5.56 se observan las sombras de la 10:00 horas.



Imagen. 5.58. Circulación peatonal A, frente a la fachada Noreste. Trayecto Dos, Nova Icària.

La temperatura del aire fluctuó entre 23 ° y 26 ° C, la humedad relativa entre 67 y 72 %, y el viento se mantiene en calma con una velocidad de 0.6 a 0.2 m/s, hasta las 16:00 que se registro una velocidad de 1 m/s

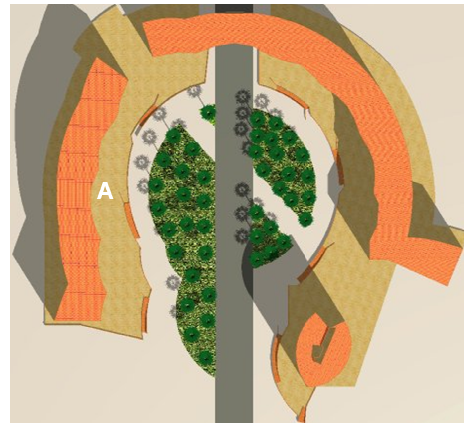


Imagen. 5.59. Circulación peatonal A, frente a la fachada Noreste, en otoño. Trayecto 2, Nova Icària.

5.3.4 Trayecto Dos, Nova Icària en invierno

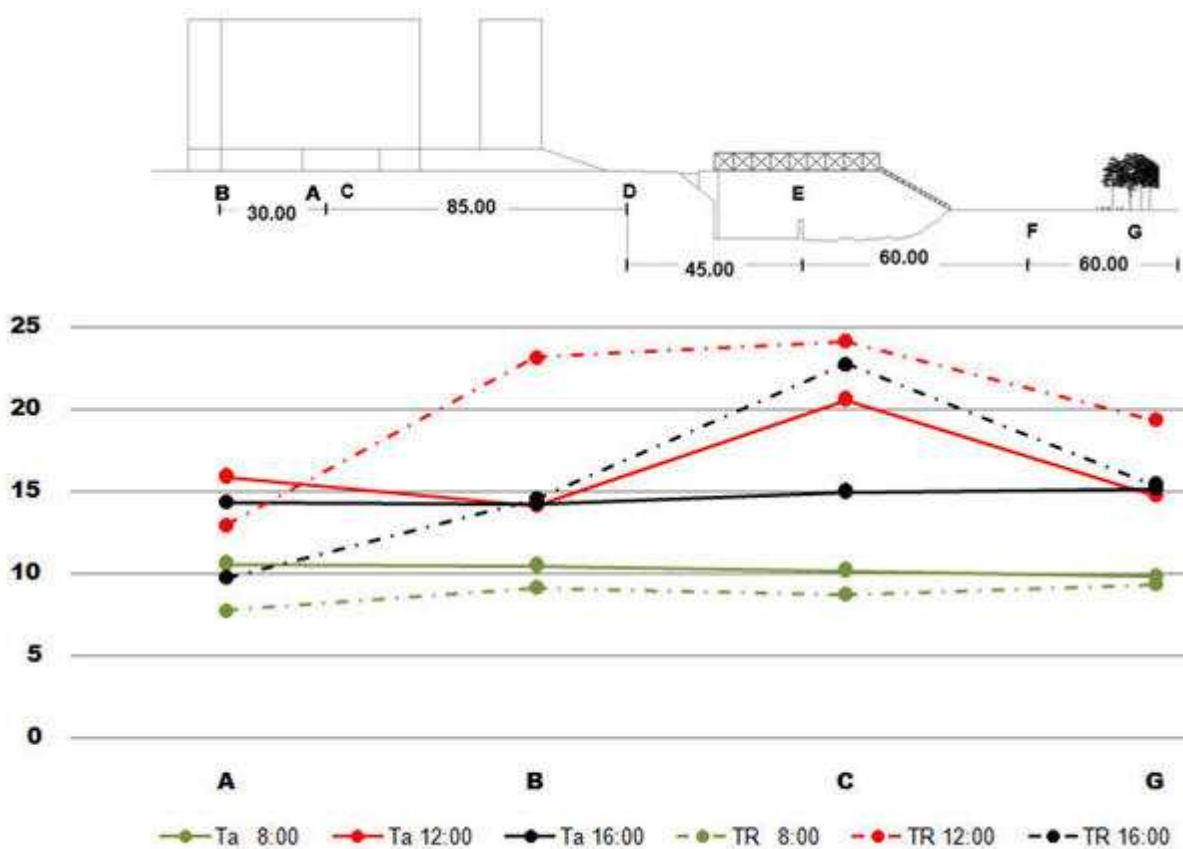
A continuación se presenta el análisis sobre la interrelación de las variables de temperatura del aire, temperatura de radiación y viento, así

como el confort en el periodo de invierno, del trayecto 2, Nova Icaria.

En Barcelona, el desfase de la hora solar con la hora local de Enero, es de una hora, por lo que a las 8:00 hora local corresponde a las 7:00 hora solar. En el libro de Carirer, la altura solar es igual a cero; al no haber datos de radiación solar, no hay valores del balance de energía.

a) Temperatura del aire y temperatura de radiación en invierno

La temperatura del aire de las circulaciones peatonales del trayecto B en invierno, tienen poca fluctuación de las 8:00 y 16:00 horas, como se aprecia en la gráfica 5.8, en cambio a las 12:00 horas hay una mayor diferencia; alcanzando los valores más altos en la circulación peatonal C frente a la fachada Sur con 20.4 °C y en la circulación A frente a la fachada Noreste con 16 °C. Sin embargo la circulación peatonal B frente a



Gráfica 5.8. Temperatura del aire y temperatura de radiación en invierno. Trayecto Dos, Nova Icaria.

la fachada Sureste y en la circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles no aumentan ni disminuyen su temperatura.

La temperatura de radiación a las 8:00 horas se presenta con una medida más baja que la temperatura del aire. La circulación peatonal A frente a la fachada Noreste presenta la cuantía más baja, por presentarse en sombra la mayor parte del tiempo. La circulación peatonal frente a la fachada Sur, recibe la mayor cantidad de horas de radiación solar, por lo cual presenta las temperatura más altas de radiación.

b) Viento en invierno

En la imagen 5.60, durante el día en cada una de las diferentes horas el viento ha cambiado su dirección, a las 8:00 horas dentro

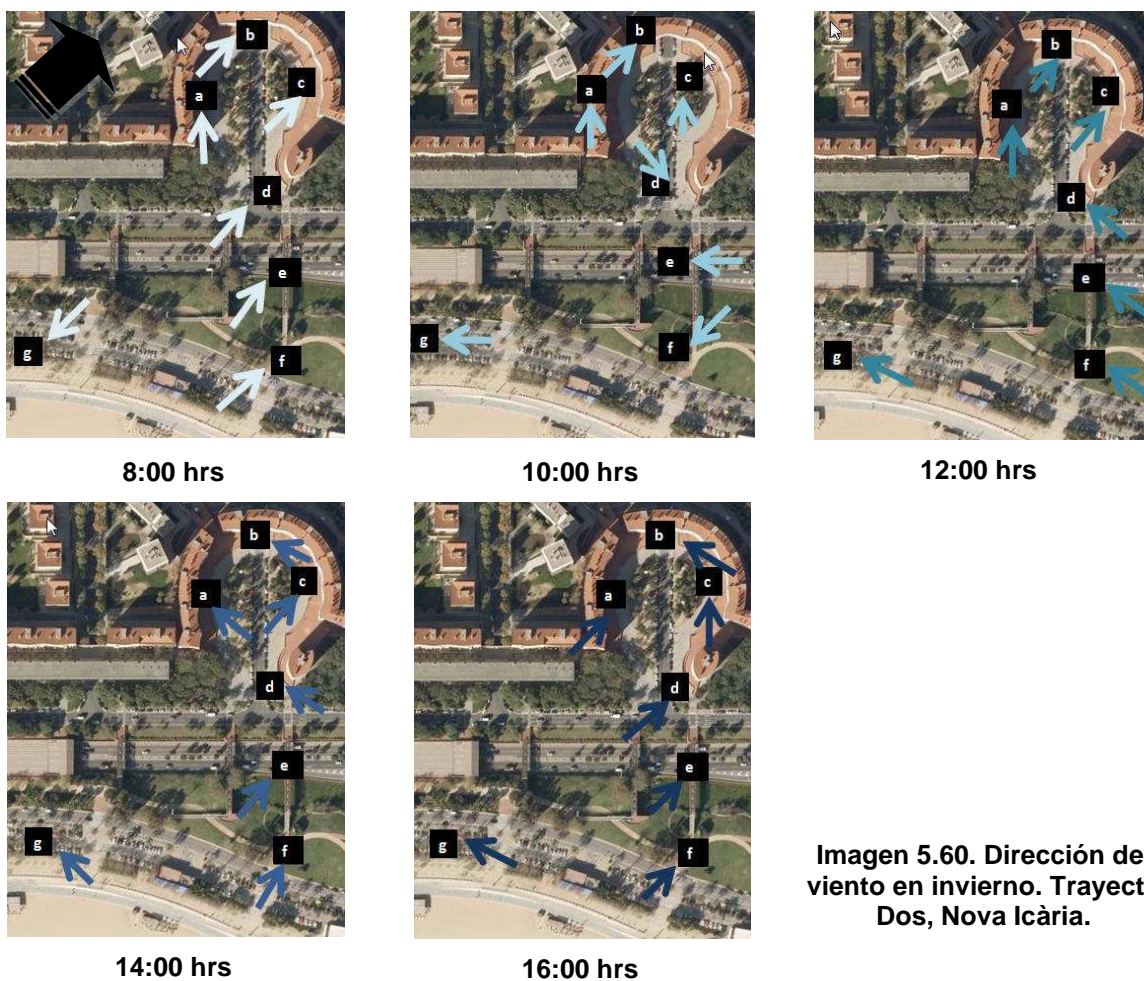


Imagen 5.60. Dirección del viento en invierno. Trayecto Dos, Nova Icaria.

de la manzana cóncava y en el parque de Icaria, la dirección dominante se presenta del Sur.

A las 10:00 horas hay una variabilidad de direcciones sin dominar ninguna. A las 12:00 horas dentro de manzana cóncava dominan los vientos del sur, y en el parque de Icaria del Este. A las 14:00 horas se presentan en el parque de Icaria vientos del sur y del Este, los cuales continúan dentro de la manzana cóncava. A las 16:00

Durante todo día se registraron velocidades de viento en calma a aire ligero dentro de la manzana cóncava como en el parque de Icaria en la escala de Beauford.

c) Confort en invierno

En invierno, la incidencia de la radiación solar es la más baja. En la tabla 5.18 se puede apreciar, que las circulación peatonal entre tres hileras de árboles G, presenta confort en todas sus horas. Las demás circulaciones presenta disconfort a las 12:00 y 14:00 horas frente a la fachada Sureste B y Sur C y frente a la fachada Noreste solo a las 14:00 horas.

	HORA	A	B	C	G
INVIERNO	10:00	48	48	87	31
	12:00	134	172	259	112
	14:00	162	159	186	118
	16:00	67	73	104	60

Tabla 5.18. Balance de energía de una persona en invierno. Trayecto Dos, Nova Icaria.

Circulación en confort en invierno

La circulación peatonal de mayor confort se presenta en G entre las tres hileras de árboles. Se encuentra frente a la playa, a una distancia del litoral costero de 10m, es la continuación de paseo peatonal de la Barceloneta. Se aprecia en las imágenes 5.61, 5.62 y 5.63.

Su orientación es Noreste – Suroeste, Sus límites verticales son tres hileras de árboles, y el límite horizontal es un suelo de arcilla.

Las hileras de árboles de nombre botánico *platanus acerifolia*, tienen en primavera, una transmisividad del 90 %, y su FVC del 100 %.

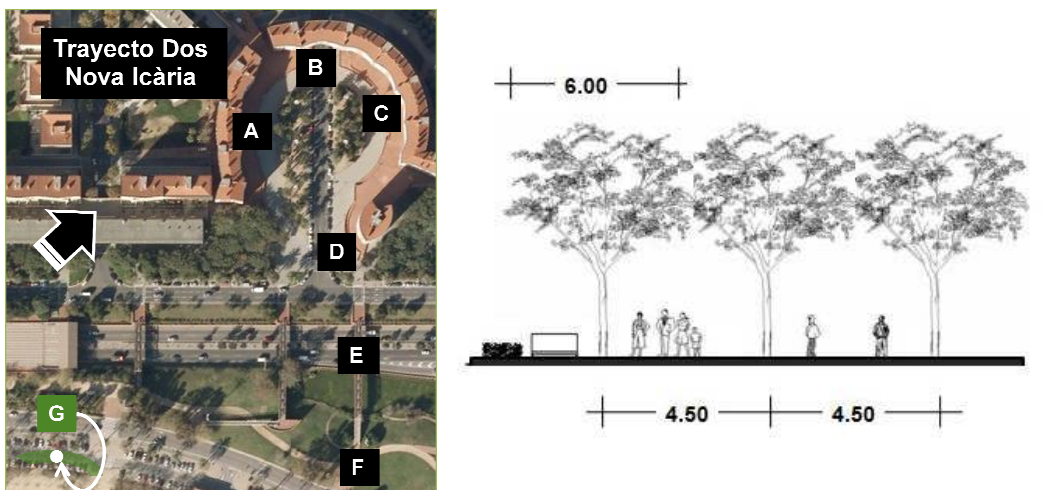


Imagen. 5.61. Alzado circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles. Trayecto Dos, Nova Icària

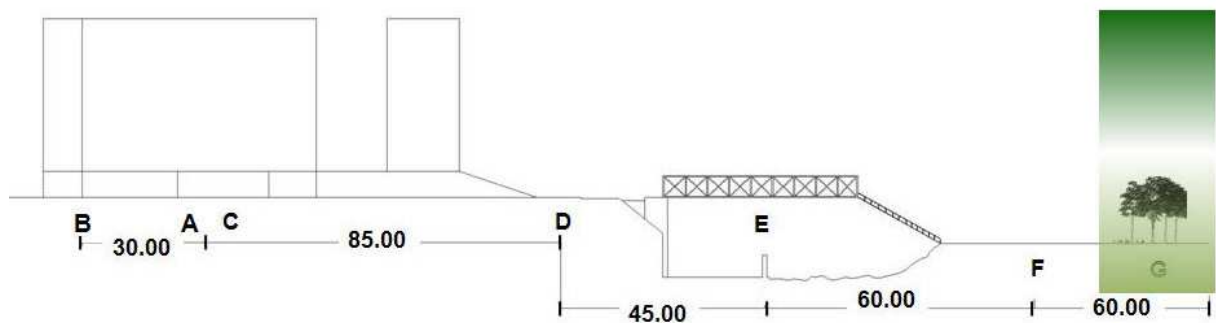


Imagen 5.62. Circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles. Confort en invierno del Trayecto Dos, Nova Icària.

La temperatura del aire osciló entre 10° y 17° C. La humedad estuvo entre 55 y 77 %. El viento se mantuvo con una velocidad de calma de 0.4 m/s, a un aire ligero de 0.9 m/s durante el día.



Imagen. 5.63. Circulación peatonal G, entre tres hileras de árboles.

Circulación en mayor disconfort de calor en invierno

El mayor disconfort se presenta en la circulación peatonal frente a la fachada Sur C, por ser la de mayor gasto de energía de una persona en el trayecto. Se puede observar en las imágenes 5.64 y 5.65.

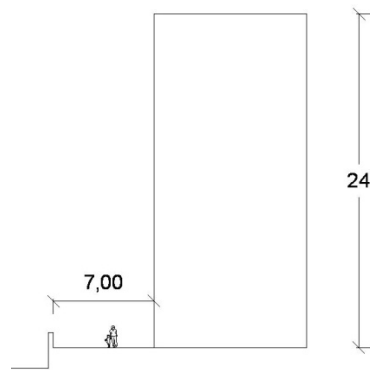
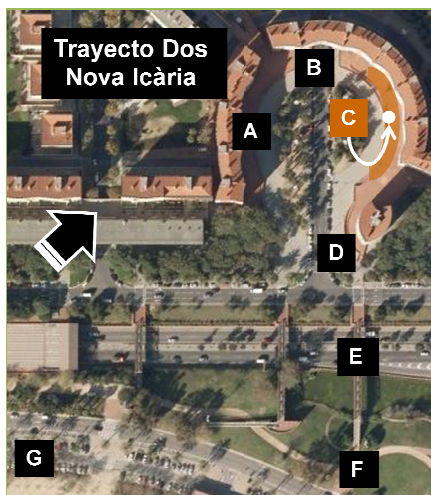


Imagen. 5.64. Alzado circulación peatonal C, frente a la fachada Sur. Trayecto Dos, Nova Icària.

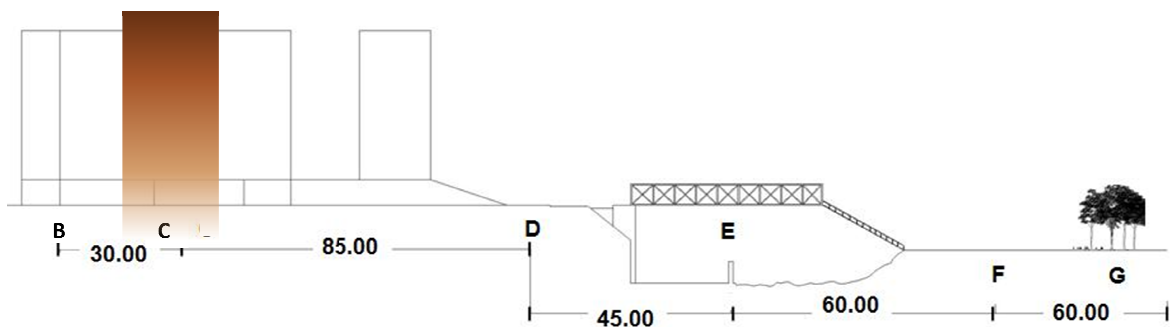


Imagen 5.65. Circulación peatonal C, frente a la fachada Sur. Disconfort en invierno del Trayecto Dos, Nova Icària.

Frente a la fachada Sur, con una dirección Este – Oeste. Con una distancia al litoral costero de 250 m.

En la imagen 5.66 se puede apreciar como límite vertical la fachada de ladrillo rojo, con una altura de siete niveles, así como el horizontal, pavimento de ladrillo rojo. Su factor de vista de cielo es del 50%.

En esta circulación peatonal, recibe la radiación solar por la tarde, a partir de las 12:00 hasta las 14:00 horas. En el pavimento recibe hasta las 15:00, una hora más que en la fachada. Se diferencia de la circulación B, al recibir la radiación solar parcialmente, ya que la sombra del edificio Noreste, la va cubriendo.



Imagen. 5.66. Circulación peatonal C, fachada Sur.

En la imagen 5.67, se observan las sombras a las 11:00 horas.

Además de tener más horas de radiación solar, la circulación C, el pavimento de hormigón que rodea a esta circulación, también absorbe la radiación, aumentando el discomfort. El ladrillo rojo y el hormigón son materiales con una gran capacidad térmica, lo cual penaliza el confort del peatón.

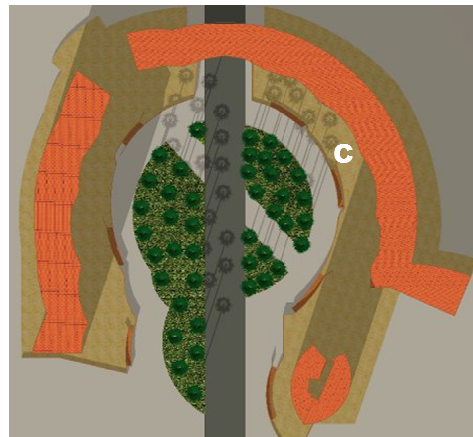


Imagen. 5.67. Circulación peatonal C, frente a la fachada Sur, en invierno. Trayecto 2, Nova Icària.

5.3.5 Resumen del Trayecto Dos, Nova Icària.

En la tabla 5.19, se puede apreciar que la circulación G, entre tres hileras de árboles se presenta el mayor confort en verano, otoño e invierno.

Las características que hacen de esta circulación sea la más confortable son:

- su cubierta vegetal que filtra parte de la radiación solar ,
- la brisa constante del mar,
- el suelo de arcilla, al ser un material poroso permiten la permeabilidad del agua.

La circulación peatonal A, frente a la fachada Noreste, presenta disconfort en dos estaciones del año: verano y otoño.

En primavera se encontraron todas las circulaciones en disconfort de calor, siendo la más crítica la de la circulación peatonal B, frente a la fachada Sureste.

En invierno, la circulación peatonal frente a la fachada Sur, se presentó con el mayor disconfort de calor.

TRAYECTO DOS, NOVA ICARIA	Mayor confort	Mayor disconfort en calor
Primavera	-----	B
Verano	G	A
Otoño	G	A
Invierno	G	C

Tabla 5.19. Confort – disconfort del Trayecto Dos, Nova Icària.

5.4 Comprobación de la hipótesis

Recordando que la hipótesis de este trabajo de investigación: *En climas templados, el confort ambiental de los peatones[...], estará determinado por la interrelación y modificación que dan en las variables clave. ,[...]pareciendo la cubierta el elemento principal que permite generar un microclima determinado en un sendero;* a continuación, en cada uno de los Trayectos: Uno Port Olímpic y Dos Villa Icària, se modificará la cubierta de cada circulación. La que tuvieron con el mayor confort o disconfort en cada estación del año.

Trayecto Uno, Port Olímpic

Caso: primavera

En la primavera la circulación peatonal más confortable es la ciclista B, cuya cubierta se considera el conjunto de arboles agrupados, sin presentar disconfort.

Se elimino totalmente la cubierta vegetal de la circulación peatonal y ciclista B, los resultados obtenidos se compararon directamente con los originales, tal y como lo muestran la tabla 5.20, ppresentándose disconfort a partir de las 12.00 horas.

En esta estación del año no hay circulaciones peatonales con disconfort.

PRIMAVERA	HORA	B	B'
	8:00	19.4	99
	10:00	-34.39	142
	12:00	23.48	195
	14:00	47.51	219
	16:00	27.66	204

Tabla 5.20. Modificación de la cubierta, balance de energía de una persona en primavera, del Trayecto Uno, Port Olímpic.

Caso: verano

En verano, como se muestra en la tabla 5.21, al quitar la cubierta de teja, en la circulación peatonal C, presenta disconfort a partir de las 11:00 horas.

En G circulación entre tres hileras de palmeras, se agrego una cubierta textil con una transmisividad de 35%, pasando a ser una circulación confortable durante el día.

		HORA	C		C'		G		G''	
VERANO		9:00	12	185	141	17				
		11:00	-37	250	183	37				
		13:00	-26	156	175	48				
		15:00	14	196	156	30				
		17:00	-22	184	192	46				

Tabla 5.21. Modificación de la cubierta, balance de energía en verano, Trayecto Uno, Port Olímpic.

Caso: otoño

En otoño, de la circulación de mayor confort, como se muestra en la tabla 5.22, al quitar la cubierta vegetal E entre dos hileras de árboles, se presenta disconfort a partir de las 12:00 horas.

Siendo G la circulación peatonal de mayor disconfort, al ponerle una cubierta textil con una transmisividad del 35%, pasa del balance de disconfort de una persona a confort durante el día.

		HORA	E		E'		G		G'	
OTOÑO		10:00	-24	94	69	-29				
		12:00	9	153	154	29				
		14:00	11	150	168	47				
		16:00	13	157	161	38				

Tabla 5.22. Modificación de la cubierta, balance de energía en otoño. Trayecto Uno, Port Olímpic.

Caso: invierno

En invierno, como se muestra en la tabla 5.23, al quitar la cubierta vegetal en la circulación peatonal y ciclista B, se registra disconfort de 10:00 a 12:00 horas.

En la circulación entre tres hileras de palmeras G, al poner una cubierta textil con una transmitancia del 35%, paso de tener disconfort en calor a las 12:00 y 14.00 horas, a ser todo el día en confort.

INVIERNO	HORA	B	B'	G	G'
	10:00	54	153	71	-21
	12:00	42	171	179	59
	14:00	17	146	152	33
	16:00	-15	84	82	-9

Tabla 5.23. Modificación de la cubierta, balance de energía en invierno. Trayecto Uno, Port Olímpic.

Trayecto Dos, Nova Icaria

Caso: primavera

En el Trayecto Dos, Nova Icaria, en la estación de primavera, todas las circulaciones peatonales presentaron disconfort. Siendo la senda peatonal B, frente a la fachada Sureste, la que presenta el mayor disconfort.

PRIMAVERA	HORA	B	B'
	8:00	-8	-77
	10:00	212	64
	12:00	235	90
	14:00	144	-1
	16:00	130	-19

Tabla 5.24. Modificación de la cubierta, balance de energía de una persona en primavera. Trayecto Dos, Nova Icaria.

Esta circulación no tiene cubierta. Al proponer una cubierta con una transmisividad del 35%, pasa a estar el peatón en confort durante todo el día.

Caso: verano

En verano, la circulación entre tres hileras de árboles G, la cual presenta una cubierta con una transmisividad del 35%, al quitar su cubierta vegetal, pasa a tener disconfort a las 11:00, 13:00 y 17:00 horas.

La circulación A frente a la fachada Noreste, mejora el balance de energía de una persona, al poner una cubierta con una transmisividad del 35%. De tener 6 horas de disconfort pasa a estar en confort en todas sus horas.

		HORA				
VERANO		9:00	G	G'	A	A'
		11:00	2	126	148	15
		13:00	45	191	267	120
		15:00	92	218	244	126
		17:00	72	99	136	17
			21	168	166	19

Tabla 5.25. Modificación de la cubierta, balance de energía de una persona en verano. Trayecto Dos, Nova Icària.

Caso: otoño

La circulación G, entre tres hileras de árboles, donde se consideró una transmitancia de los árboles del 55%, al quitar está cubierta pasa a aumentar la sensación de calor, generando disconfort a partir de las 12:00 horas durante el día.

En la circulación peatonal A, frente a la fachada Noreste, la cual presenta disconfort desde las 12:00. Al poner una cubierta textil con una transmitancia del

35 %, pasa a ser una circulación confortable como se puede observar en A'. El confort mejoró cuando se disminuyó la transmitancia al 20%, dando el resultado en A''.

		HORA	G	G'	A	A'	A''
OTOÑO		10:00	86	122	142	32	6
		12:00	139	186	215	76	45
		14:00	151	198	192	58	27
		16:00	140	187	173	35	3

Tabla 5.26. Modificación de la cubierta, balance de energía de una persona en otoño. Trayecto Dos, Nova Icària.

Caso: invierno

La circulación peatonal G entre tres hileras de árboles en invierno tiene una transmitancia del 80%, al quitarle esa cubierta vegetal, presenta disconfort en calor a las 12:00 y 14:00 horas.

En la circulación peatonal C, frente a la fachada Sur al proponer una cubierta textil con una transmisividad del 35 %, se han ganado confort en todas sus horas.

		HORA	G	G'	C	C'
INVIERNO		10:00	31	63	87	-11
		12:00	112	155	259	129
		14:00	118	161	186	57
		16:00	60	92	104	5

Tabla 5.27. Modificación de la cubierta, balance de energía de una persona en invierno. Trayecto Dos, Nova Icària.

5.4 ANALISIS CONCLUSIVO

Después de haber efectuado los cálculos señalados para cada uno de las circulaciones que tuvieron mayor confort o discomfort en ambos trayectos, se puede determinar, por los resultados obtenidos que existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis de investigación establecida en esta tesis, por lo cual se puede concluir que la cubierta sí es el factor *determinante que permite generar un microclima confortable o inconfortable en un sendero.*

CAPITULO

VI

CONCLUSIONES

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se presentan los problemas que se encontraron al realizar el trabajo de investigación, con la intención de orientar a futuros investigadores para evaluar en sus estudios de espacios exteriores; se hacen los comentarios metodológicos operativos, posterior a los cálculos de confort realizados en cada una de las circulaciones peatonales, ulteriormente se obtuvieron conclusiones generales de todo el trabajo de investigación, para dar unas recomendaciones para litorales costeros con clima templado.

6.1 COMENTARIOS METODOLOGICOS OPERATIVOS

El primer problema que fue el delimitar el lugar de estudio, se pensó en el litoral costero, más no se había concretado el espacio urbano, se hicieron mediciones en varios trayectos:

- | | | | |
|---|--|---|------------------------------------|
| 1 | Port Olímpic | 4 | Puente peatonal, de Nova Icària |
| 2 | Nova Icària, frente al litoral costero | 5 | Interior del bloque de manzana: El |
| 3 | Plaza central de la manzana cóncava | | Centre de la Vila Port Olímpic |

Es elemental acotar la escala urbana a estudiar, ya sea un barrio, calle, plaza, circulaciones peatonales, fachadas, pórticos, galerías entre otros, de esta manera ganamos tiempo.

Otro factor importante es determinar las fechas de medición. Si el estudio se hace en las diversas estaciones del año, se consultan los datos del clima en la estación meteorológica más cercana del lugar, para establecer las fechas de medición, más convenientes a los fines de la investigación.

Fue substancial el tiempo, los días de medición y las horas, se hicieron varias pruebas en el 2006, se hicieron mediciones de temperatura del aire, temperatura de radiación de las superficies, humedad relativa, velocidad y dirección del

viento, además de los Trayectos Uno Port Olímpic y Dos Nova Icària, en el interior de la manzana del centro comercial llamado “El Centre de la Vila Port Olímpic”, así como debajo del puente que se encuentra en la manzana cóncava, estas mediciones se hicieron dos días de cada mes, durante cuatro meses seguidos, en el lugar de estudio, no es necesario tantas mediciones, con un día haces el recorrido, y tomas el tiempo que te lleva.

Fue necesario conocer si existen proyectos a futuro del área de estudio, para que esto no afecte las mediciones, usos de suelo. Se considera primordial analizar los componentes del espacio, alturas de los edificios y distancias entre ellos, dimensiones de calles, banquetas, vegetación existente altura de los troncos, follaje, separación entre ellos.

Al no tener delimitado el lugar de estudio, se tomaron fotografías sin un orden, posteriormente, conforme se delimito la investigación, fue necesario tomar fotografías, de las sombras de los límites verticales y horizontales para analizar su movimiento. Fue necesario tener fotografías de cada una de las estaciones del año, buscando que el día no estuviera nublado obteniendo el movimiento de las sombras, aproximadamente cada hora.

Es importante prever en el sistema meteorológico más cerca de lugar de estudio, si va a llover o estar nublado el día de las mediciones, pues se encontró al iniciar las mediciones por la mañana, por la tarde ya se había nublado el día, con lo cual se tuvieron que repetir otro día los cotejos.

En el Trayecto Uno Port Olímpic al hacer el análisis se detectó que la circulación peatonal en la playa H, no cumplía con las características de las demás circulaciones, de tener límites verticales en uno o ambos lados.

En el Trayecto Dos Nova Icària, de los ocho puntos de medición, encontramos que las circulaciones D frente a la calle y F entre áreas verdes, solo eran puntos de medición sin contar por lo menos con una distancia de 10 m conservando sus mismas características.

El puente peatonal de madera E, no cumple las características al estar suspendido en el aire, y no estar a nivel del suelo. Con lo cual se determinó que las circulaciones que no contaban con las mismas características de sus límites verticales, por lo menos en un recorrido de 10 m, por lo cual estos puntos se descartaron para hacer el análisis de los mismos.

6.2 CONSIDERACIONES GENERALES

Trayecto Uno Port Olímpic

En este trayecto las circulaciones A y B se presentaron en la escala de Beaufort en calma y aire ligero, más baja que las otras circulaciones, al encontrarse a 150 m del litoral costero, con un nivel topográfico menor, con hileras de árboles y arbustos, los cuales se interponen a las brisas del mar disminuyendo su velocidad.

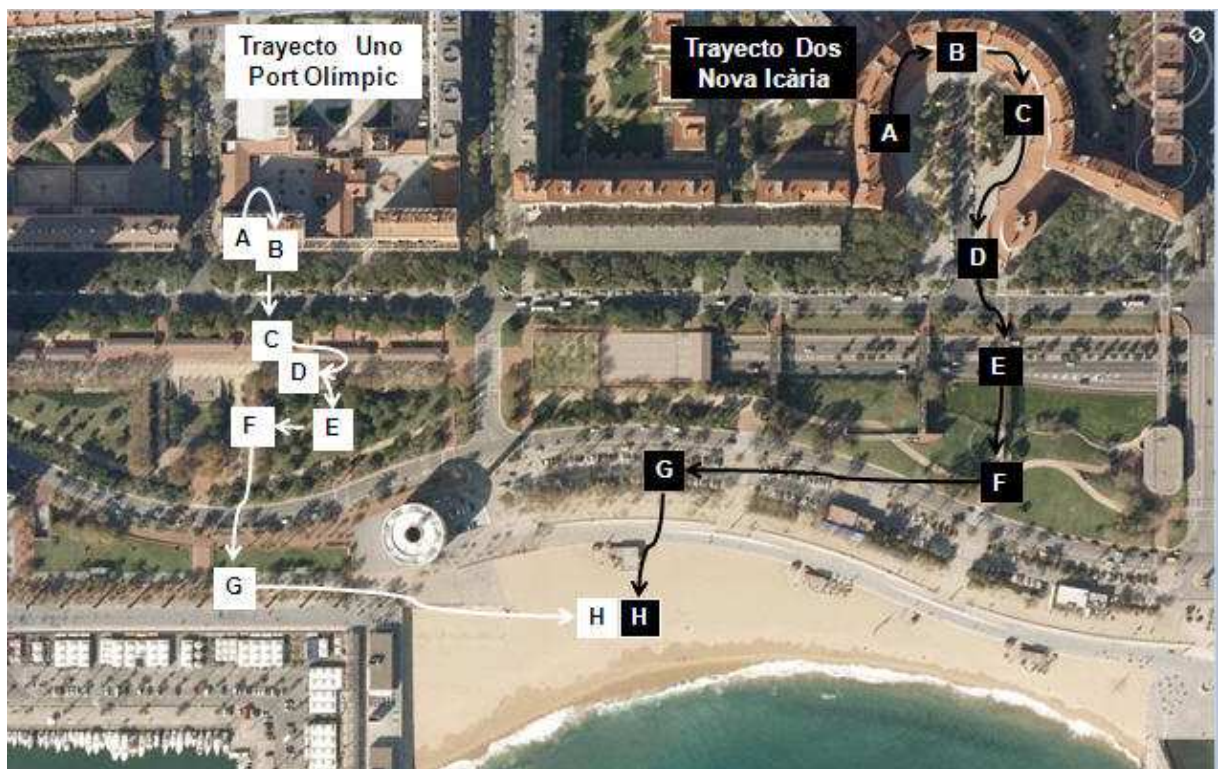


Imagen 6.1. Trayecto Uno Port Olímpic y Trayecto Dos Nova Icària

Las circulaciones peatonales con diferentes cubiertas vegetales, como: dos hileras de árboles en E, una hilera de árboles en F y de un grupo de árboles en B, presentaron la mejor protección de la radiación solar. La cubierta de teja construida de C, presentan confort en ligero fresco, en temporada de lluvia o frío.

Las cubiertas vegetales se adaptaron mejor a los cambios estacionales, ofrecen la oportunidad de ganar radiación solar en invierno cuando han perdido sus hojas o impedir que ingrese la radiación solar, en el espacio peatonal en verano y otoño.

Más sin embargo, no todos los límites verticales de vegetación presentan confort durante el año, la circulación peatonal G entre hileras de palmeras, presenta en todas las estaciones del año el mayor discomfort, por tener una transmisividad del 90%.

Trayecto Dos Nova Icària

Las circulaciones peatonales, cambian radicalmente con respecto al Trayecto Uno Villa Olímpica, la tipología del bloque de manzana al ser esta cóncava, la altura de su límite vertical de 24m, el material de ladrillo que cubre en toda la fachada y pavimentos. Este bloque de manzana lo atraviesa la calle Joan Oliver.

La radiación solar actúa directamente sobre las fachadas y pavimentos, no hay cubiertas que la obstruyan, encontrándose en discomfort de calor en todas las estaciones del año.

Se presentan importantes saltos térmicos por la mañana, cuando los rayos del sol comienzan a llegar a las superficies, en la primavera a las 8:00 horas se presenta en confort la circulación peatonal A fachada Noreste y B fachada Sureste, pero a las 10:00 existe discomfort en calor. En B en el balance de confort de una persona, pasa de -8 W/m^2 a 212 W/m^2 , es una diferencia de 220 W/m^2 , con lo cual el individuo transita a un estado que se acerca al máximo discomfort en un corto tiempo.

En este trayecto la estación del año más confortable es el invierno, cuando la incidencia solar es menor, hasta las 10:00 hora local y tiene una altura solar de 16° . A medida que el sol alcanza una mayor altura y llega a los 27° a las 12:00 horas local, se produce sensación de discomfort, y no volvemos a encontrarnos las condiciones favorables hasta que la incidencia solar disminuye, lo cual se produce a partir de las 16:00 horas cuando el ángulo solar es menor a los 20° .

En verano el pavimento frente a la fachada Sur, a las 8:00 horas tiene temperaturas de radiación de 22°C y llega a alcanzar los 48°C a las 14:00 horas, en seis horas aumenta 26°C ; además presenta una diferencia de 10°C entre el pavimento con mayor temperatura que el muro vertical, con lo cual los pavimentos adquieren valor cuando no existen sombras que los protejan de la radiación solar.

Dependiendo de la orientación de las fachadas, de acuerdo al acimut y el ángulo solar, estas aumentan su temperatura con mayor velocidad; en primavera e invierno se presenta en la fachada Sur, en verano y otoño en la fachada Noreste.

En este trayecto aunque hubo cambios significativos al poner una cubierta, no se logra alcanzar el total de las horas en confort, el material de ladrillo en fachada y pavimento, con su gran capacidad térmica, perdura el confort en ligero calor cuando incide la radiación solar, pero por la mañana cuando la radiación solar no alcanza a llegar, presenta confort en fresco.

Se comprobó que la cubierta es un elemento fundamental en los espacios exteriores, al integrársele una cubierta en la fachada de mayor discomfort en cada una de las estaciones, mejoraba algunas presentando confort con ligero calor entre las 10:00 y 12:00, faltaría ayudarse con elementos verticales para impedir que llegue la radiación en las primeras horas del día a el pavimento.

En cada uno de los trayectos, las cubiertas pueden ser vegetales, textiles o solidas, resultando la vegetal como la que mejor actúa en el balance del confort en los espacios exteriores, ya que varía su transmisividad, en cada estación del año. Es importante conocer sus características estructurales y fisiológicas, para colocarla en las circulaciones peatonales de los espacios urbanos.

Los valores del balance de energía de una persona muestran que las condiciones de confort alcanzadas en las zonas que presentan cubierta vegetal, o solida como la teja o el pórtico, tienen un importante resultado de confort en relación al Trayecto Dos Nova Icària.

6.3 CONCLUSIONES

Todo el trabajo de investigación realizado permite que se puedan responder de manera puntual las preguntas efectuadas al inicio del capítulo I, y que sirvieran como marco de referencia para que se eligiera como caso de estudio Villa Icaria en Barcelona, España.

¿QUÉ ES LO QUE SUCEDE EN LOS ESPACIOS EXTERIORES FRENTE AL LITORAL COSTERO, PARA LOGRAR UN LUGAR CONFORTABLE PARA EL PEATÓN?

Las circulaciones peatonales que están ubicadas detrás, en y frente al parque del Puerto Olímpico, es decir el Trayecto Uno Port Olímpic; tienen como límites verticales grupos e hileras de árboles de hoja caduca y/o perennifolia, los cuales cambian sus hojas según la época del año. En verano, época donde la radiación solar es la más alta, los árboles protegen al peatón generando sombras durante todo el día. El pórtico es la circulación de mayor confort al estar al lado de un edificio de seis niveles, el cual genera que el balance de energía de una persona sea más homogéneo.

La variabilidad paisajística ofrece al peatón una sucesión de espacios interesantes. El paseante evita la monotonía, recorre espacios con y sin cubierta, vegetal o de teja, pórticos, jardines, fuentes, restaurantes, zonas de descanso con árboles y plantas de distintas especies, setos vegetales que se alternan con los paseos peatonales configurando el área de transición entre el litoral costero y la primer fachada de Villa Icaria. Los diversos materiales de

pavimentos, se alternan siendo algunos porosos como la arcilla, arena y el césped, no porosos como el hormigón y el ladrillo rojo.

Existe variabilidad en el diseño de cada circulación, permite experimentar una sucesión de espacios, que han sido diseñados con bancas para poder sentarse a leer, platicar, ver jugar a los niños en las áreas de juegos; donde la circulación vehicular ha sido disminuida con calles más angostas. Todo esto propicia el encuentro y permite la recreación de la población.

¿CÓMO INFLUYEN LAS BRISAS EN EL CONFORT?

Las brisas se encuentran constantes durante el día, su velocidad a 150 m del litoral es de 1m/s, y aumenta conforme nos acercamos a la playa, llegando a velocidades hasta de 7 m/s, siendo a veces molesta en esta velocidad; conforme nos alejamos baja su velocidad, normalmente en verano esta brisa es apropiada, debido a las temperaturas que se registran en el estío entre 22° y 25° C del litoral costero de Barcelona. En otoño, para las circulaciones peatonales donde la cubierta es solida, se presenta confort en fresco.

Hay que tener en cuenta que la brisa disminuye conforme nos alejamos del litoral, y es modificada por la vegetación existente, y la topografía, como el caso del Trayecto Dos Nova Icaria de la manzana cóncava. En este Trayecto la velocidad ha disminuido en un 70% en relación a la brisa del litoral. El ladrillo rojo al ser el material dominante en pavimentos y fachadas, pierde más rápido humedad y la brisa se evapora.

¿EXISTE UNA DIFERENCIA EN LOS ESPACIOS CON O SIN VEGETACIÓN?

Hay una gran diferencia, lo cual se pudo comprobar en el Trayecto Dos Nova

Icària frente a las tres fachadas, donde no existía vegetación, presentándose disconfort a veces desde las 8:00, y casi siempre a partir de las 10:00, durante todo el día en todas las estaciones del año.

En el Trayecto Uno Port Olímpic, en primavera como se puede apreciar en la imagen 6.2, en esta estación se observaron, que todas las circulaciones presentan confort, se encuentran a un lado de una hilera de árboles F o entre dos hileras de árboles E, siendo estos árboles de hoja caduca, en la circulación peatonal B entre el pórtico y el grupo de árboles, están formados por vegetación caduca y perennifolia, permitiendo que la radiación llegue al peatón, en cambio la circulación peatonal C en la cubierta de teja, presenta confort en ligero fresco. En verano, cuando los árboles presentan la mayor densidad de su follaje, como se aprecia en la imagen 6.3, resultaron todas las circulaciones peatonales con cubierta vegetal en confort durante todo el día. Comprobándose que la circulación de mayor confort es la cubierta de teja, al tener sombra, sin transmitancia durante todo el día.

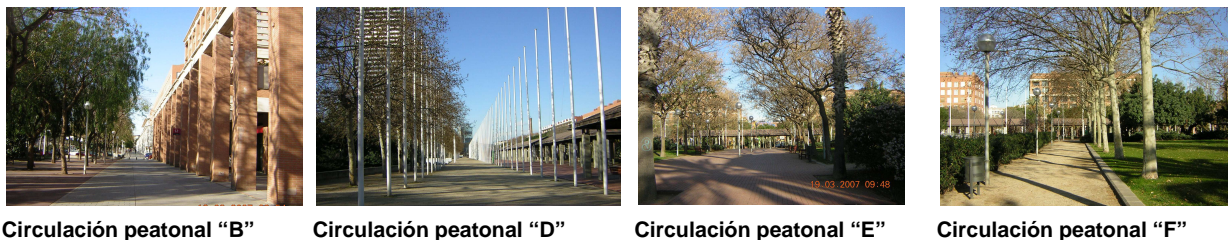


Imagen 6.2. Circulaciones peatonales en primavera, Trayecto Uno Port Olímpic.



Imagen 6.3. Circulaciones peatonales en verano, Trayecto Uno Port Olímpic.

EN VERANO LOS ESPACIOS SIN SOMBRA ¿SON CONFORTABLES?

Durante el día, debido a la gran radiación solar y las altas temperaturas, por lo general se busca los lugares sombreados; aunque dependiendo de la actividad que



Imagen 6.4. Espacios soleados y sombreados, frente al litoral costero.

se esté realizando se prefieran los espacios donde la radiación solar es directa, como en el caso de la zona de playa.

En invierno se buscan los espacios soleados, como se muestra en la imagen 6.5.

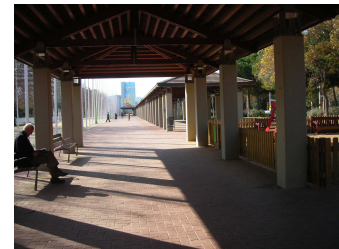


Imagen 6.5. Circulaciones peatonales en invierno.

¿LOS MATERIALES INFLUYEN EN EL CONFORT DEL PEATÓN?

Hay que tener en cuenta la elección de los materiales en los espacios exteriores, los que poseen un bajo albedo como el ladrillo rojo, la piedra, el hormigón

resultan ser grandes acumuladores térmicos, los cuales aumentan su temperatura inmediatamente conforme incide la radiación solar sobre ellos.

En el caso de los pavimentos de las calles, cuyo material es el asfalto provoca la absorción de la radiación solar, provocando efectos secundarios aumentando la temperatura del aire exterior como consecuencia de la radiación de las superficies irradiadas que calienta el aire por convección.

Si los colores de las fachadas, muros y pavimentos, suelen ser claros estos reflejan la radiación solar, lo que es conveniente para climas cálidos, más en climas fríos se aconseja los pavimentos ligeramente oscuros.

Solo quedan dos cosas por responder:

Siendo el objetivo de este trabajo de investigación:

Evaluar el conjunto de variables clave entre las que se cuentan temperatura del aire, temperatura de radiación, viento y humedad que producen el confort ambiental en el peatón, frente a las fachadas costeras. Se llevará a cabo, estudiando el efecto que tendrán las brisas determinando cuales son los elementos decisivos tanto horizontales como verticales.

De los horizontales pavimentos, suelos, cubiertas o techumbres, de los verticales vegetación, muros, fachadas, entre otros.

De esta priorización de elementos decisivos, servirá para generar una propuesta de parámetros, para proyectos en litorales costeros con climas templados. Estos climas se caracterizan por tener inviernos fríos y húmedos con veranos calurosos, se puede afirmar que se ha cumplido el objetivo.

Al tener como hipótesis de este trabajo de investigación:

En climas templados, el confort ambiental de los peatones que transitan sobre las circulaciones horizontales en los espacios exteriores de las costas, está determinado por su ubicación, trama urbana, la morfología edificatoria, la distancia al litoral y las constantes brisas.

Los factores del clima, temperatura del aire, temperatura de radiación, viento y humedad, son las variables clave que al ser modificadas por el contexto inmediato generaran diversos microclimas.

De sus límites verticales (vegetal o construido, que pueden estar en uno o ambos lados) y horizontales (con o sin techo, vegetal o construido); pareciendo la cubierta como el elemento principal que permite el generar un microclima determinado en un sendero; se puede afirmar que se ha comprobado la hipótesis al realizar el cálculo del confort de las circulaciones peatonales modificando la cubierta la cual es el elemento principal para generar un microclima confortable o inconfortable en un sendero.

6.4 RECOMENDACIONES

Para los litorales costeros en clima templados, se recomienda dejar por lo menos una distancia de 150 m al litoral costero, esto permitirá que el peatón disfrute de la brisa, la alternancia del paisaje, y climática en todas las estaciones del año.

Será necesario buscar la cubierta vegetal apropiada, para la mejor protección en los espacios exteriores, de acuerdo los cambios fisiológicos y estructurales que presenta la vegetación de acuerdo a la estación del año, variando su transmisividad, permitiendo que los rayos del sol ingresen cuando sea necesario en las circulaciones peatonales.

Las cubiertas textiles, también se recomiendan, más estas deben estar manipuladas variando su inclinación y transmisividad, adecuándolas a las condiciones climatológicas del día.

Las cubiertas solidas, nos permiten protegernos de la lluvia; en verano, presentan siempre confort, se recomienda que exista una alternancia de las circulaciones peatonales, en dirección de la salida del sol y en la puesta del mismo.

Es conveniente que las circulaciones peatonales en verano, estén protegidas sobre todo a partir de las 12:00 en que el sol está en el cenit, y después baja por el poniente, esta radiación solar influye mayormente en el discomfort, pues si el pavimento no ha sido protegido desde las 12:00 tendrá mayor tiempo para acumular una mayor temperatura.

Es necesario siempre tener en cuenta los materiales de suelos y pavimentos, cuando la vegetación no alcanza a cubrir las circulaciones peatonales, esto puede aumentar el discomfort en el peatón.

En el caso del ladrillo que es un gran acumulador térmico no se recomienda en verano para fachadas, ni pavimentos que no estén protegidos.

El clima urbano está condicionado en gran parte por el hombre, por lo cual puede ser modificado, al presentar notables diferencias, para la mayor parte de los parámetros climáticos, en lugares separados pocos metros, de manera que las variaciones de temperatura, humedad o velocidad del aire pueden presentar valores máximos o mínimos en una corta distancia; estas grandes variaciones no solamente se producen espacialmente, sino también a lo largo del día.

Finalmente estas recomendaciones, abren una ventana de oportunidad que implicaría que se siguieran haciendo más investigaciones sobre:

- a. Movilidad urbana, estudio del movimiento de los peatones de acuerdo a los usos del lugar, vivienda, restaurantes, bares, locales comerciales, así como tiempo de estancia en los lugares exteriores de acuerdo a la tipología de las circulaciones peatonales.
- b. Estudiar cómo influye el clima del litoral costero en el interior de las primeras tipologías de fachada.

- c. Estudio del mobiliario urbano, bancas, farolas, áreas de circulación, de estancia, que propicien el encuentro en los espacios exteriores.
- d. Complementar el estudio del confort térmico en los litorales costeros, con el acústico y lumínico en los espacios exteriores, no solo durante el día, sino también en la noche, ya que son lugares con vida de noche.
- e. Estudio del confort del peatón en litorales costeros con diferentes latitudes.

ANEXOS

TRAYECTO 1, PORT OLÍMPIC.

PRIMAVERA

LUGAR Port Olímpic	UBICACIÓN Trayecto1
FECHA 19 Marzo del 2007	

Hora	A. Pórtico											
	TR muro °C		TR losa interior		TR columna		TR piso		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo		madera ° C		ladrillo rojo ° C		terrazo ° C		°C	%	m/s d	
	sol	sombra	sol	sombra	sol	sombra	sol	sombra				
08:00		15.6		16.4		15.4		16.2	15.3	48.0		
10:00	23.6			17.8		18.8		20.2	17.6	28.3	0.9	NE
12:00		25.4		21.2		22.6	26.4		21.0	27.2		
14:00		21.0		20.2		19.8		23.4	19.4	26.4	0.5	NE
16:00		15.6		15.0		15.4		19.2	14.0	36.4	0.6	S

Hora	B. Circulación peatonal y ciclista					
	pavimento (firme de concreto)					
	TR piso		Ta	HR	V	
	c. gris ° C		°C	%	m/s d	
sol	sombra					
08:05	16.4		16.8	47		
10:05	17.6		17.0	31.3	1.6	S
12:07	22.6		20.0	30	1.3	S
14:08	31.0		21.8	25	1.6	NE
16:06		20.2	16.0	33.8	0.2	S

Hora	C. Cubierta teja											
	TR columna		TR losa interior		TR columna		TR piso		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo ° C		teja barro ° C		ladrillo rojo ° C		ladrillo rojo ° C		°C	%	m/s d	
	sol	sombra	sol	sombra	sol	sombra	sol	sombra				
		15.6		15.6		15.6	16.4		15	47	0.5	S
08:15		16.2		18.4		16.4	21.8		16.7	30	2.5	S
10:10		17.2		26.4		16.8		19.2	19.6	25.4	3	S
12:13		17		25.2		17.6		18.2	16.5	37	1.4	E
14:16		15		13.4		16.2		16.2	14	37	0.2	S

Hora	D. Circulación sobre arena					
	TR arena ° C		Ta	HR	V	
	sol	sombra	°C	%	m/s d	
08:16		11.4	17	45.7		
10:13	14.8		16.6	31	1.8	S
12:17	17.2		17.2	29	3.5	O
14:20	24.4		20	37.6	2	NE
16:15		16.4	13.5	39	0.2	S

Hora	E. Entre dos hileras de arboles						F. Entre una hilera de arboles					
	TR		Ta	HR	V		TR		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo °C sol sombra		°C	%	m/s	d	arena °C sol sombra		°C	%	m/s	d
08:18		13.8	15	52	0.4	E	14.6		18	47		
10:15	18.8		17.6	31	1.5	O	17.2		17	31.6	1.2	O
12:20	22.8		18	28.6	3	SO	21.2		18.8	28.6	2.2	O
14:26	22.2		15	44.5	1.6	E	28		15	43	1.7	N
16:16		17.4	14	38.4	2	SO	18.4		13.7	39.4	1.7	NO

Hora	G. Entre tres hileras de palmeras					
	TR		Ta	HR	V	
	granito rojo °C sol sombra		°C	%	m/s	d
08:27	18.2		18	42.5	0.8	NO
10:26	25.4		17.4	31.8	2.5	O
12:30	29.4		18.7	27.2	3.6	O
14:34	25.4		14.2	43	3.7	N
16:24		18.4	13.3	37.5	2.5	NO

Hora	H. En playa						
	Circulación zona turística						
	TR		Ta	HR	V		
	arena °C sol sombra	mar °C sol sombra	°C	%	m/s	d	
08:34	16.2		15.6		16	41	1.2 SO
10:30	26		14.4		17.2	31	3.5 O
12:35	27.4		15.4		18.8	27.8	4.4 O
14:38	26.8		12.2		14.5	41	3.8 N
16:34	21.2		11.8		15	34	2.8 SO

TRAYECTO 1, PORT OLÍMPIC.

VERANO

LUGAR Port Olímpic	UBICACIÓN Trayecto 1
FECHA JUNIO 23 del 2007	

Hora	A. Pórtico											
	TR muro		TR losa interior		TR columna		TR piso		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo °C	sol sombra	madera °C	sol sombra	ladrillo rojo °C	sol sombra	terrazo °C	sol sombra	°C	%	m/s	d
08:00		23.8		23.6		23.6	25.6	23.4	23.6	49.0	0.2	SE
10:00		26.4		26.4		25.8	29.8		24.7	53.4	0.8	S
12:00		26.8		26.6		26.4	34.8	31.8	24.2	56.4	1.3	S
14:00		26.0		25.6		25.8	37.2	34.2	23.3	61.0	1.3	S
16:00		24.6		24.2		24.2		27.0	22.5	64.0	1.2	S

B. Circulación peatonal y ciclista						
pavimento (hormigón)						
Hora	TR piso		Ta	HR	V	
	c. gris °C	sol sombra	°C	%	m/s	d
	08:05	24.2		23	54.8	0.4
10:08	28	26	24	53.7	0.8	S
12:13	33.8	27.8	23.8	60	0.7	SO
14:05	39.8		23.4	61	0.7	S
16:15		30.8	21.7	64.7	0.9	SO

Hora	C. Cubierta teja											
	TR columna		TR losa interior		TR columna		TR piso		Ta	HR	V	
	hormigón °C	sol sombra	teja barro °C	sol sombra	hormigón °C	sol sombra	ladrillo rojo °C	sol sombra	°C	%	m/s	d
08:15		23.8		31.4		24.2	29.2	25.4	23.4	53		
10:15		26		35.6		26.2		28.2	25.7	51.7		
12:20		26.8		38.8		27.2		28.8	25	57	0.9	SO
14:00		27.2		42.2		28.4		29.2	26.4	54.4	0.3	S
16:20		28		39.4		28.8		29.6	24.4	59.5	0.5	S

Hora	D. Circulación peatonal arena					
	TR		Ta	HR	V	
	arena ° C sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:17	26.6	24	22.2	58.5	0.7	E
10:18	29.8	25.8	24.6	55.2	0.3	S
12:22	40.8	26.2	23.8	54	0.7	S
14:12	44.2		28.5	48.7	0.7	S
16:25	40.4		29.5	52.2		

Hora	E. Entre dos hileras de arboles						F. Al lado de una hilera de arboles					
	TR		Ta	HR	V		TR		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo ° C sol	sombra	°C	%	m/s	d	arena ° C sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:22	25.2	24.6	24.7	57.7	1.1	SE	29.8	26.4	22.8	55.7	0.7	SE
10:27	26.4	25.2	24.6	57	0.9	S	25.4	25.4	22.7	60.4	1	S
12:38	33.6	31	24.2	51	0.8	SE	27.4	26.8	22.4	63.8	1.4	S
14:22	38.6	28.6	23.6	62	0.5	S	30.4	34.2	24.6	60.5	1.2	S
16:30		27.4	26.4	57.6	0.9	E	39.6		24.6	54.8	1.1	S

Hora	G. Entre tres hileras de palmeras					
	TR pavimento		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo ° C sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:40	32.8	28.2	25.5	50	0.5	E
9:40	39.4	28.6	24.7	52.7	1.7	S
12:50	44.2	28.8	23.6	62.4	1.4	S
14:30	39.8	30.6	23	63	1.6	S
16:50	35.4	36.2	25.6	54	1.3	S

Hora	H. En playa					
	Circulación zona turística					
	TR		Ta	HR	V	
	arena ° C sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:45	33.6		24	50.2	1.1	SE
10:45	39.4		23.2	60.3	2.4	S
12:00	43.8		24.6	54	2.4	S
14:38	44.6		26.2	57.3	1.2	S
16:55	38.2		23	63.3	1.3	SE

TRAYECTO 1, PORT OLÍMPIC.

OTOÑO

LUGAR Port Olímpic	UBICACIÓN Trayecto 1
FECHA 20 SEPTIEMBRE del 2007	

Hora	A. Circulación peatonal en pórtico											
	TR muro		TR losa interior		TR columna		TR piso		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo °C sol sombra	°C	madera °C sol sombra	°C	ladrillo rojo °C sol sombra	°C	terrazo °C sol sombra	°C	°C	%	m/s	d
08:10		22.6		22.6		22.6		23.4	23	63.2		
10:00		23.2		22.8		22.6		23.6	22.6	64	1	E
12:00		22.8		22.6		22.6		23.4	22.4	60.3	1.2	E
14:00		22.8		22.2		22.6		23.4	22.3	57.9	0.7	S
16:00		24		23.4		23.4		24.6	22.9	57.6	0.6	E

B. Circulación peatonal y ciclista						
pavimento (hormigón)						
Hora	TR piso		Ta	HR	V	
	c. gris °C sol sombra	°C	°C	%	m/s	d
8:22		22	21.4	63.8	0.4	NE
10:05		22.8	22	66	0.6	SO
12:12		23.6	21.6	62.5	1.4	S
14:06		24.2	21.6	62	0.5	N
16:06		26.6	21.7	62	0.7	N

Hora	C. Circulación peatonal con cubierta de teja											
	TR columna		TR losa interior		TR columna		TR piso		Ta	HR	V	
	hormigón °C sol sombra	°C	teja barro °C sol sombra	°C	Hormigón °C sol sombra	°C	ladrillo rojo °C sol sombra	°C	°C	%	m/s	d
08:25		22.2		20.6		22.2		23.2	20.8	68.9	0.7	E
10:10		22.6		25.4		22.6		24.4	22	67.4	0.4	E
12:13		22.6		25		22.8		24.2	22.5	61.7	0.4	S
14:10		23.4		27.4		23.4		25.2	22.4	61	0.4	S
16:12		24.2		31.4		24.2		26.4	23.2	59.5	0.5	S

Hora	D. Circulación peatonal en arena					
	TR		Ta	HR	V	
	arena °C	sol	°C	%	m/s	d
08:30		22	21	68	0.4	E
10:16		24.2	22.3	67.6	0.2	E
12:20		21.9	22.6	62	0.8	S
14:15		27.2	22.2	59	1.1	S
16:15	29.8		23.5	58		

Hora	E. Entre dos hileras de árboles					F. Al lado de una hilera de árboles						
	TR		Ta	HR	V	TR		Ta	HR	V		
	ladrillo rojo °C	sol	°C	%	m/s	d	arena °C	sol	°C	%	m/s	d
08:33		21.8	21.1	68.8				22.8	21.3	71.3	1.1	N
10:20		23	22	69.7	0.8	E		21.9	23.6	67.8	0.8	SE
12:25		23.2	21.4	64	0.9	SE		24.4	21.4	64	0.7	S
14:20		23.8	21.4	61.1	1.1	S		26.6	22.3	62	0.5	E
16:18		24.8	21.6	62.3	0.9	E	28.4		22.3	61.8	0.7	S

Hora	G. Entre palmeras					
	TR		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo °C	sol	°C	%	m/s	d
08:45		22.2	20.7	69.7	1	N
10:30		24.2	22	68.2	1.4	SE
12:35		25	22.1	62	0.8	E
14:30		27.6	23.3	57.5	0.9	SE
16:30		30.2	23.6	60.5	1.3	S

Hora	H. En playa					
	Circulación zona turística					
	TR		Ta	HR	V	
arena °C	sol	°C	%	m/s	d	
08:50		20.8	20.8	68.2	1	N
10:35		23.8	21.7	70.5	3.1	E
12:40		25.6	21.4	67.5	2.9	E
14:35		30	21.5	65.7	2.7	E
16:35	29.2		24.3	55.7	2	E

TRAYECTO 1, PORT OLÍMPIC.

INVIERNO.

LUGAR Port Olímpic				UBICACIÓN Trayecto 1								
FECHA 19 de ENERO 2008												
Hora	A. Pórtico											
	TR muro		TR losa int.		TR columna		TR piso		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo °C	sol sombra	madera °C	sol sombra	ladrillo rojo °C	sol sombra	terrazo °C	sol sombra	°C	%	m/s	d
08:00		14.4		13.4		14.4		13.6	13.3	68.6	0.1	E
10:00		16.4		15.2		15.6	15.4		14.7	66.8	0.2	E
12:00		19.6		17.6		17.4	17.6		20.8	53.5	0.2	S
14:00		19.8		16.8		17.0		16.4	16.9	62	0.3	S
16:00		16.8		15.4		16.4		16.4	18.2	65.5	0.6	S

B. Circulación peatonal y ciclista						
pavimento (hormigón)						
Hora	TR piso		Ta	HR	V	
	c. gris °C	sol sombra	°C	%	m/s	d
08:05		12	13.7	67.7	0.6	E
10:05	14.6		13.9	68.4	0.01	E
12:05	17.4		19.2	55.3	0.5	E
14:05		16.2	16.3	66.9	0.7	S
16:07	16.2		17.1	72.7	0.9	S

Hora	C. Circulación peatonal cubierta de teja											
	TR columna		TR losa interior		TR columna		TR piso		Ta	HR	V	
	hormigón °C	sol sombra	teja barro °C	sol sombra	hormigón °C	sol sombra	ladrillo rojo °C	sol sombra	°C	%	m/s	d
08:10		13		10.4		13.4		13	13.5	69.2	0.01	E
10:15		13.4		13.4		13.8	13.8		13.8	66.8	0.01	E
12:15		16.2		18.4		16.4	19.2		19.3	53.1	0.2	E
14:10		17.6		29.8		18.2		20.2	17.3	58.3	0.3	S
16:20		16.6		19.4		17.8	17.6		17.2	72.8	0.2	S

D. Circulación peatonal arena						
Hora	TR		Ta	HR	V	
	arena °C	sol sombra	°C	%	m/s	d
08:15		8.2	11.4	71.6	0.3	E
10:20	10.8		14.5	68.2	0.2	S
12:20		16.2	17.7	59.8	0.7	E
14:15	15.8		16.8	62.7	1.1	S
16:25	14.8		16.4	74.4	0.1	E

Hora	E. Entre tres hileras de arboles						F. Al lado de una hilera de arboles					
	TR		Ta	HR	V		TR		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo °C sol sombra		°C	%	m/s	d	arena °C sol sombra		°C	%	m/s	d
08:20		10.6	11.7	75.3	0.01	E		9	11.1	76.5	0.2	E
10:25	13.6		15.6	67.3	0.5	E	13		15.3	66.7	0.3	E
12:35		15.6	16.3	62.5	0.7	SE	22.2		19.6	55	0.4	E
14:20	17.4		17.3	65	0.4	S	22.2		17	65.5	0.3	S
16:30	15.4		16.4	72.8	0.3	S		15.4	15.8	72.4	0.6	S

Hora	G. Entre dos hileras de palmeras				
	TR pavimento		Ta	HR	V
	ladrillo rojo °C sol sombra		°C	%	m/s d
08:30		10.2	11.5	73.2	1 N
10:35	16.6		14.8	67.3	0.7 N
12:40	22.2		22.2	52.7	0.9 S
14:30	17.8		17.4	62.3	0.5 S
16:35		15	15.6	78	1.1 S

Hora	H. En playa				
	TR		Ta	HR	V
	arena °C sol sombra		°C	%	m/s d
08:36	8.2		11.8	75.1	1 N
10:40	16.6		14.8	66.3	1.1 N
12:50	25.6		20.5	47.8	0.1 S
14:35	22.6		17.4	60	0.9 S
16:40		15	15.5	76	0.8 S

TRAYECTO 2 NOVA ICÀRIA

PRIMAVERA

LUGAR Nova Icària	FECHA 21 MARZO del 2007
UBICACIÓN Trayecto 2	

Hora	A. Fachada noreste							
	TR muro		TR pavimento		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo °C		ladrillo rojo °C		°C	%	m/s	d
	sol	sombra	sol	sombra				
08:20	14.2		10.6		11.0	33.0	0.8	E
10:00		17.8	21.4		15.3	27.0	0.6	E
12:00		11.4		11.4	14.0	24.0	1.0	NO
14:00		15.4		13.8	15.2	17.7	0.8	E
16:00		13.4		12.6	13.9	21.5	1.1	S

Hora	B. Fachada sureste							
	TR muro		TR pavimento		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo °C		ladrillo rojo °C		°C	%	m/s	d
	sol	sombra	sol	sombra				
08:20	14.8			10.8	9.7	34.9	0.5	E
10:00	37.0		25.2		13.6	27.4	0.3	E
12:00	36.0		30.2		17.0	21.5	0.4	NO
14:00		23.8		21.4	15.2	17.5	1.5	S
16:00		18.0	19.6		13.9	22.1	1.3	S

Hora	C. Fachada sur							
	TR muro		TR pavimento		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo °C		ladrillo rojo °C		°C	%	m/s	d
	sol	sombra	sol	sombra				
08:28		8.8		7.2	7.8	38.2		
10:16		10.0		8.0	11.4	30.6	1	E
12:12	28.2		28.6		14.0	17.6	1.5	SE
14:15	25.2		25.4		14.6	17.5	1	SE
16:13		22.4		21.8	15.2	20.3	1	S

Hora	D. Frente a calle						E. En puente					
	pavimento		Ta	HR	V		piso		Ta	HR	V	
	concreto °C		°C	%	m/s	d	madera °C		°C	%	m/s	d
	sol	sombra					sol	sombra				
08:33	11.2		10.0	37.6	1.0	O	8.2		8.4	34.2	1	NO
10:21	19.6		12.6	26	1.8	O	26.2		12.8	25.8	2	NO
12:16	26.2		14.3	20.6	1.7	N	33.6		13.8	20.6	1.5	NO
14:16		21.2	15.0	18.1	1.0	N		18.8	15.1	17.0	0.7	N
16:16		18.0	14.0	30	1.2	N		15.4	13.7	28.6	2.1	S

Hora	F. Circulación en jardín del parque d' Icaria									
	TR piedrilla		TR ladrillo rojo		TR césped		Ta	HR	V	
	sol	sombra	sol	sombra	sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:38	9.8		9.0		10.8		10.0	35.0	0.4	NO
10:30	16.8		17.8		18.2		11.6	28.0	1.5	NO
12:38	24.4		26.4		24.4		14.6	22.5	1.5	NO
14:25		21.8		22.6		15.6	14.3	21.2	0.4	E
16:25		18.2		17.2	16.6		13.4	32.0	2.2	S

Hora	G. Entre tres hileras de arboles					
	TR arena		Ta	HR	V	
	sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:45	11.2		9.7	30.5	0.5	NO
10:35	19.0		15.0	23.6	2.8	N
12:32	25.8		15.0	18.0	1.2	N
14:30		21.2	13.5	20.0	0.6	SO
16:32	18.8		13.7	32.0	2.2	S

Hora	H. Zona de playa							
	TR arena		TR agua mar		Ta	HR	V	
	sol	sombra	sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:50	10.2		12.4		9.7	30.5	1.8	NO
10:40	21.2		13.4		12.0	25.3	1.8	NO
12:42	29.6		13.4		15.8	18.7	2.5	N
14:36		20.4		12.6	15.5	21.0	1.0	O
16:36		17.6		11.6	13.2	34.6	2.7	S

TRAYECTO 2 NOVA ICÀRIA

VERANO

LUGAR Nova Icària	FECHA JUNIO 24 del 2007
UBICACIÓN Trayecto 2	

Hora	A. Fachada noreste							
	TR muro		TR pavimento		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo °C		concreto °C		°C	%	m/s	d
	sol	sombra	sol	sombra				
08:00	33.4		29.8		24.3	59	0.3	E
10:00	36.8		41.6		29	52	0.3	E
12:00		31.6	46.8		29.2	53.4	0.4	SE
14:00		29.8		31.4	25.2	55.2	1.4	N
16:00		28		27.8	25.6	63.2	1.1	N

B. Fachada sureste							
TR muro		TR pavimento		Ta	HR	V	
ladrillo rojo °C		concreto °C		°C	%	m/s	d
sol	sombra	sol	sombra				
33.8		31.4		23.8	58.3	0.9	S
40.4		41.4		23.9	58.8	1.2	N
38.8		45.6		24.4	62.5	1.7	N
	32.8	42		25.6	62.3	2.6	N
	27.6		31.6	25.3	64.1	2.3	N

Hora	C. Fachada sur							
	TR muro		TR pavimento		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo °C		concreto °C		°C	%	m/s	d
	sol	sombra	sol	sombra				
08:16		23.4		22.2	23.5	54.6	0.5	SE
10:02		25.6		24	25	57.2	0.5	SE
12:15	34.4		44.4		28.2	60	0.6	S
14:16	38.6		47.6		27	51	0.4	S
16:35	37.8		42.2		24.2	68.4	3.6	S

Hora	D. Frente a calle						E. En puente					
	°C		Ta	HR	V		°C		Ta	HR	V	
	pavimento concreto °C		°C	%	m/s	d	p. madera °C		°C	%	m/s	d
	sol	sombra					sol	sombra				
08:20	32.2		25	56.7	0.6	E	30.8	26.2	25.5	51.5	0.6	NE
10:28	41		24.5	60	1.3	SE	41.6	34.8	25	56.7	0.9	SE
12:17	45.6		26		0.6	E	53.8	34.6	28	54.8	0.4	S
14:17	45.8		25		1.2	S	37.6	30.2	26.2	60.4	0.9	S
16:45	43		27.4	60.8	1	S	39.6	28	25.2	63.2	1.6	S

Hora	F. Parque de Icaria					
	TR piedrilla		Ta	HR	V	
	sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:30	31.4		23.2	58	1.8	E
10:36	40		24	65	1.2	S
12:26	45.2		25.2	63.5	1.3	S
14:22	44.6		25	62	1.4	S
16:48	36.6		25.7	62.3	1.3	S

Hora	G. Entre tres hileras de árboles					
	TR arena		Ta	HR	V	
	sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:40	31.8	26.6	23.5	63.4	1.2	SE
10:50	31.8	28.2	23.5	66.2	1.2	SE
12:32	39.8	30.4	26.6	61.8	1.3	SE
14:38	44.2	32.4	25.5	65.6	1.9	S
17:05		31.4	24.1	67.6	2.6	S

Hora	H. Zona de playa					
	TR arena		Ta	HR	V	
	sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:45	31.2		29.3	49	1.4	E
10:40	42.2		27.4	60.6	1	SE
12:35	47.8		26	61.5	1.1	SE
14:45	47.2		27	61.5	1.6	S
16:58	37.2		25	65	2.8	S

TRAYECTO 2 NOVA ICÀRIA

OTOÑO

LUGAR Nova Icària	FECHA 22 SEPTIEMBRE del 2007
UBICACIÓN Trayecto 2	

Hora	A. Frente a fachada noreste							
	TR muro		TR pavimento		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo °C		ladrillo rojo °C		°C	%	m/s	d
sol	sombra	sol	sombra					
08:15		22.2		22.4	23	70.9	0.6	E
10:00		25.8		24.5	24.6	72.7	0.2	E
12:00		28.6		28.8	25.9	69	0.3	E
14:00		26.6		27.2	24.3	70	0.3	E
16:00		27		27.4	24.3	67.4	1	E

B. Frente a fachada sureste							
TR muro		TR pavimento		Ta	HR	V	
ladrillo rojo °C		ladrillo rojo °C		°C	%	m/s	d
sol	sombra	sol	sombra				
	23.2		22.4	23	62	0.01	S
	27.4		26.2	24.3	72.7	0.8	SO
	30		29.6	25.3	65.5	0.9	S
	26.4		27	23.6	71.3	1.1	N
	27.4		28.8	24.8	65.8	1.2	S

Hora	C. Frente a fachada sur							
	TR muro		TR pavimento		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo °C		ladrillo rojo °C		°C	%	m/s	d
sol	sombra	sol	sombra					
08:25		23.2		22.6	22.8	72.5	0.01	S
10:13		26.2		25.4	24.9	72.9	0.6	S
12:15	32.2		31.8		26.8	66.3	1.3	NO
14:13		26.8		27.2	24.3	70.7	1	S
16:15	32.6		37.8		25.3	60.5	1.5	NO

Hora	G. Frente a calle					
	°C		Ta	HR	V	
	p. hormigón sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:35		23.8	23.3	69.4	0.01	S
10:15		26.4	24	73	0.9	N
12:25	31.6		26	62.7	1.3	E
14:22		28	23.6	69.7	1.2	N
16:30		30.8	24.8	62.2	0.8	NE

Hora	H. En puente					
	°C		Ta	HR	V	
	p. madera °C sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:25		22.4	22.7	72.7	0.3	N
10:13		26.6	24.1	76.2	0.5	N
12:15		33.4	26.2	67.7	0.9	N
14:13		26.6	23.5	71.4	0.8	E
16:15		29.4	24.9	65	0.7	N

Hora	I. En parque Icaria					
	TR piedrilla		Ta	HR	V	
	sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:40		22.8	22.2	71	0.7	N
10:26		26.8	24.2	75	0.9	N
12:35		31	25.4	68	1.1	S
14:30		27.8	23.8	69.5	1.5	SE
16:35		28.2	24.3	66	0.9	E

Hora	C. peatonal entre 3 h de árboles					
	TR arena		Ta	HR	V	
	sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:52		23.6	23.1	72.7	0.01	N
10:36		26.4	24.2	76.5	0.9	E
12:45		28.2	24.5	75	2.3	SE
14:37		28.6	24.6	66	2.2	E
16:48		27.4	23.7	69	1.7	E

Hora	Circulación peatonal en playa					
	TR arena		Ta	HR	V	
	sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:54		22.8	22.2	72	0.7	NE
10:47		27.8	23.5	76	1.7	E
12:53		30.8	23.8	74.6	2.4	E
14:45	33.6		24.2	66	2.8	E
16:54		27.6	23.6	68.1	3.3	E

TRAYECTO 2 NOVA ICÀRIA

INVIERNO

LUGAR Nova Icària.	FECHA 20 de ENERO del 2008
UBICACIÓN Trayecto 2	

Hora	A. Circulación peatonal frente a fachada noreste							
	TR muro		TR pavimento		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo °C		ladrillo rojo °C		°C	%	m/s	d
	sol	sombra	sol	sombra				
08:00		19.8		7.8	10.6	74.7	1	SE
10:00		11.8		10.2	12.5	67	0.8	SE
12:00		10.2		13	15.9	55.3	0.6	SE
14:00		13.6		12	16.5	66.4	0.1	E
16:00		12.8		9.8	14.4	68.2	0.6	N

Hora	B. Circulación peatonal frente a fachada sureste							
	TR muro		TR pavimento		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo °C		ladrillo rojo °C		°C	%	m/s	d
	sol	sombra	sol	sombra				
08:00		10.6		9.2	10.5	76.6	0.7	S
10:00	21.8		12.4		13.3	58.8	1.2	S
12:00		30.6	23.2		14.2	69.2	0.4	S
14:00		18.8		15.6	14.4	72	0.2	E
16:00		17		14.6	14.3	71.9	0.7	E

Hora	C. Circulación peatonal frente a fachada sur							
	TR muro		TR pavimento		Ta	HR	V	
	ladrillo rojo °C		ladrillo rojo °C		°C	%	m/s	d
	sol	sombra	sol	sombra				
08:25		12.2		8.8	10.2	76.5	0.2	S
10:10		14.6	12.2		12.9	59.8	0.2	SE
12:30	31.2		24.4		20.6	52.3	0.01	S
14:05	35		26.8		17	61.6	0.6	S
16:20	31			22.8	15	71.5	0.7	SE

Hora	D. Frente a calle					
	TR		Ta	HR	V	
	pavimento concreto		°C	%	m/s	d
	sol	sombra				
08:30		9.8	9.9	79	0.01	S
10:30			14.1	62.2	0.6	O
12:35	21		16.3	40.7	0.7	E
14:10	22.6		16	53.8	0.4	E
16:25	17.2		15.8	70.7	0.5	S

E. En puente						
TR		Ta	HR	V		
madera		°C	%	m/s	d	
sol	sombra					
	7.8	10.4	76.1	0.01	S	
17.4		16.2	54.4	0.6	NO	
16.6		15.2	65	0.4	E	
18.4		15.5	68	0.5	S	
14.6		14.8	73.2	0.8	S	

Hora	F. Circulación en parque de Icaria					
	TR piedrilla		Ta	HR	V	
	sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:35		7.4	9.7	79.2	0.3	S
08:24	19		12.6	69.5	1.2	N
12:45	17.6		15	60.8	0.6	E
14:25	15.2		15.5	68	0.9	S
16:40		13.2	15	71.8	0.8	S

Hora	G. Entre tres hileras de árboles					
	TR arena		Ta	HR	V	
	sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:45	9.4		9.9	77.5	0.9	N
10:43	15.8		14	54.8	0.9	NO
12:55	19.4		14.8	66.6	0.7	E
14:30	29		16.7	61.1	0.9	E
16:43	15.4		15.2	72.8	0.4	E

Hora	H. Circulación peatonal en playa					
	TR arena		Ta	HR	V	
	sol	sombra	°C	%	m/s	d
08:50	7.6		9.7	78.1	1.4	N
10:50	15.2		13.3	66.3	0.9	N
12:58	23.2		14.3	63.6	1.6	E
14:35	19.6		17.9	53.6	0.7	S
16:50		12.6	14.5	75.3	2.2	S

BIBLIOGRAFÍA

BARRY, Roger y CHORLEY, Richard. **Atmósfera, tiempo y clima.** Editorial Omega, Barcelona, 1972.

BENTLEY, ALCOCH, MURRAIN, MC GLYRIN, SMITH. **Entornos vitales. Hacia un diseño urbano y arquitectónico más humano.** Manual práctico. Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1999.

BORJA, Jordi. y MUXÍ, Zaida. **El espacio público ciudad y ciudadanía.** Editorial Electa. Barcelona, 2003.

BUSTOS ROMERO, Marta Adriana. **Arquitectura bioclimática de los espacios públicos.** Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, 1993.

CAPEL MOLINA, José Jaime. **Los climas de España.** Ediciones Oikos Tau, S. A., España, 1981.

CARRIER AIR CONDITIONING COMPANY. **Manual de aire acondicionado.** Editorial Marcombo. Barcelona, 1970.

COCH ROURA, Helena. **La utilitat dels espais inútils: Una aportació a l'avaluació del confort ambiental a l'arquitectura dels espais intermedis.** Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, 2003.

DE LA TORRE ESTOCO, María Elena. **La urbanización de grandes ejes metropolitanos.** Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, 2006.

ECHAVE, Cyntia. **Ver des de la ciudad. Potencial de habitabilidad térmica en espacios urbanos.** Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, 2007.

FARIÑA TOJO, José. **La ciudad y el medio natural**. Ediciones Akal, S.A., Madrid, 2001.

GARCÍA CHÁVEZ José Roberto, FUENTES FREIXANET, Víctor. **Viento y arquitectura. El viento como factor de diseño arquitectónico**. Editorial Trillas, S.A. de C.V. México, 2005.

GEHL, Jan. **La Humanización del espacio urbano. La vida social entre los edificios**. Ed. Reverte. Barcelona, 2006.

GIVONI, Baruch. **Climate considerations in building and urban design**. John Wiley & Sons, Inc. United States of America. 1998.

GUERRA J., CEJUDO J., MOLINA J., ALVAREZ S., VELÁZQUEZ R. y VILA R. **Control climático en espacios abiertos. Evaluación del proyecto Expo'92**. Junta de Andalucía y CIEMAT. Sevilla, 1994.

GUERRA, J., CEJUDO J., MOLINA J., ALVAREZ S., VELÁZQUEZ R. y VILA R. **Guía básica para el acondicionamiento climático de espacios abiertos**. Junta de Andalucía y CIEMAT. Sevilla, 1995.

HERNÁNDEZ R., FERNÁNDEZ C. y BAPTISTA L. **Metodología de la investigación**. Editorial Mc Graw Hill, México, 2003.

HIGUERAS, Ester. **Urbanismo bioclimático**. Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2006.

HOUGH, Michael. **Cities and natural process**. Routledge, Londres (ed. orig.) Edición en español: Naturaleza y ciudad. **Planificación urbana y procesos ecológicos**. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1998.

HOWARD, Ebenezer. **Tomorrow a peaceful path to real reform**. Primera edición en inglés. 1898. Edición en español: **Ciudades – jardín del mañana**. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1978.

KHANDAKER, Shabbir Ahmed. **Comfort in urban spaces: defining the boundaries of outdoor thermal comfort for the tropical urban environments.** Department of Architecture, Bangladesh University Of Engineering and Technology, Dhaka 1000, Bangladesh. Editorial Elsevier, Ámsterdam, 2003.

KOENIGSBERGER H., INGERSOLL G., MAYHEW A. y SZOKOLAY S. **Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales.** Editorial Paraninfo, S.A. Madrid, 1977.

KOESTER, Frank. **Modern city planning and maintenance.** Mc Bride, Nast and Co., Nueva York. 1914.

LANDSBERG Helmut E. **The urban climate.** Editorial: Academic Press. New York, 1981.

LAURIE, Michael. **Introducción a la arquitectura del paisaje.** Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1983.

LE CORBUSIER. **La charte d'athènes. Urbanisme des congrès internationaux d'architecture modern.** Discurso preliminar de Jean Giraudoux, Plon, París 1943. (ed. orig). Edición en español: **Principios de urbanismo: la carta de Atenas.** Discurso preliminar de Jean Giraudoux, Barcelona, 1971;(reed. en Planeta – Agostini, Barcelona 1993).

LÓPEZ DE ASIAIN, Jaime. **Arquitectura, ciudad y medio ambiente.** Editorial Pedro Cid, S.A. Sevilla, 2001.

LÓPEZ DE ASIAIN, Jaime. **Espacios abiertos. Seminario de Arquitectura y Medio Ambiente.** Sevilla, 1997.

LYNCH, Kevin. **The image of the city.** The Massachusetts Institute of Tecnology Press, Cambridge; Mass, 1960. (ed. orig). Edición en español: **La imagen de la**

ciudad. Editorial Infinito. Buenos Aires, 1970; (reeditado en Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2001⁵)

MARAGALL I MIRA, Pasqual. **Europa próxima: Europa, regiones y ciudades.** Editorial: Edicions UPC. Barcelona, 1999.

MAUSBACH, Hans. **Introducción al urbanismo. Un análisis de los fundamentos de la planificación actual.** Editorial: Gustavo Gili, S.A. México, 1981.

MICHAUD, Jean Luc. **Ordenación de las zonas litorales.** Edición Española, 1981.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. **La calle diseño para peatones y ciclistas.** Dirección General de Acción Territorial y Urbanismo. Madrid, 1983.

MONDELO L.; GREGORI; COMAS S.; CASTEJÓN G. y BARTOLOMÉ, E. **Ergonomía 2. Confort y estrés térmico.** Ediciones UPC. Barcelona, 2005.

MORENO GARCÍA María Del Carmen. Estudio **del clima urbano de Barcelona. La isla de calor.** Editorial, Solgraf, S.A. Barcelona, 1993.

NEILA GONZÁLEZ Javier. **Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible.** Editorial Munilla – Lería. España, 2004.

NEUZIL Walter. **Messung der Besonnung von Bauwerken.** Editor: Antiquariat Deinbacher. Austria, 1942.

OCHOA DE LA TORRE José Manuel. **Ciudad, vegetación e impacto climático. El confort en los espacios urbanos.** Ediciones Erasmus. Barcelona, 2009.

OCHOA DE LA TORRE, José Manuel. **La vegetación como instrumento para el control microclimático**. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, 1999.

OKE, T. R. **Show availability and holdings**. Editorial London, 1987.

OLGYAY, Victor. **Design with climate, bioclimatic approach to architectural regionalism**. Princeton University Press, Nueva Jersey, 1963. (ed. orig). Edición en español: **Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 2006.

OTTO, Frei. **Arquitectura adaptable. Seminario organizado por el Instituto de Estructuras Ligeras**". Editorial Gustavo Gili, S. A. Barcelona, 1979.

SALVADOR PALOMO, Pedro José. **La planificación verde en las ciudades**. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2003.

RODRÍGUEZ VIQUEIRA, Manuel. **Introducción a la arquitectura bioclimática**. Editorial Limusa, S.A de C.V. México, 2002.

ROGERS, Richard. **Ciudades para un pequeño planeta**. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 2003.

ROS ORTA, Serafin. **Planificación y gestión integral de parques y jardines. Calidad, sostenibilidad y PRL**. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, 2007.

RUDOFISKY, Bernard. **Constructores prodigiosos**. Editorial Árbol SA. de CV., México, 2000.

SÁNCHEZ RUÍZ, Gerardo. **Planeación moderna de ciudades**. Editorial Trillas, S.A. de C.V. México, 2008.

SCHAJETNAN M.; CALVILLO J.; PENICHE M. **Principios de diseño urbano ambiental**. Editorial: Concepto. México, 1984.

SCUDO, Gianni y OCHOA DE LA TORRE, José Manuel. **Spazi verdi urbani. La vegetazione come strumento di progetto per il confort ambientale negli spazi abitati**. Grupo Editorial Esselibri – Simone 2003. Nápoles.

SERRA FLORENZA, Rafael. **Arquitectura y climas**. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 2004.

SERRA FLORENZA, Rafael y COCH ROURA, Helena. **Arquitectura y energía natural**. Ediciones UPC. Barcelona, 2001.

SITTE, Camillo. **Construcción artística de las ciudades**. Editorial Gustavo Gili, 1980, Barcelona.

STÜBBEN, Joseph. **Der Stadtebau**. Editorial Braunschweig – Wiesbaden: F. Vierbaden, 1980.

SUKOPP, Herbert, y WERNER, Peter. **Naturaleza en las Ciudades. Desarrollo de flora y fauna en áreas urbanas**. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Centro de Publicaciones. Madrid, 1989.

DE REVISTAS Y PUBLICACIONES PERIODICAS:

DE SCHILLER, S. **Forma edilicia, transformación urbana y sustentabilidad**. Revista Urbana. Vol. 7, No. 31, Caracas Venezuela, 2002.

DE SCHILLER, S. **Aporte bioclimático a la sustentabilidad de espacios urbanos**. ENCAC. Maceió, Brasil, 2005.

DE SCHILLER, S. **Calificación de diseño urbano y sustentabilidad**. 2006.

ECHAVE, C. **La reconciliación de la escala urbana**. Revista Ideas Sostenible. Barcelona, 2006.

OCHOA DE LA TORRE, J. M.; ALPUCHE, M.G. **Evaluación de la habitabilidad térmica en espacios exteriores en clima desértico**. Sonora, México.

OCHOA DE LA TORRE J. M.; MARINCIC, I.; VILLA, H. A. **Diseño microclimático de espacios exteriores confortables y energéticamente eficientes**. XXVI Semana Nacional de Energía Solar, 2002, Chetumal, México.

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS:

Acondicionamientos: pavimentación. [Disponible en red]:

http://www.urbanismo.munimadrid.es/gmu/area_legislacion_urbanistica/plan_general/comision_seguimiento/dise_via_publica/fic10.1.pdf

AGENCIA DE ECOLOGÍA URBANA DE BARCELONA. **Estudio de movilidad y espacio público. Condicionantes verde urbano**. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. [Disponible en red]:

http://www.vitoria-gasteiz.org/wb002/docs/movilidad/avance200712/01_CONDICIONANTES/02_VERDE_URBANO_POR_TEJIDOS.pdf

AGENCIA DE ECOLOGÍA URBANA DE BARCELONA. **Metodología de análisis de habitabilidad urbana**. [Disponible en red]:

http://www.vitoria-gasteiz.org/wb002/docs/movilidad/avance200712/03_ESPACIO_PUBLICO/03_METODOLOGIA_HABITABILIDAD.pdf

AGENDA 21 LOCAL PARA CALVIÀ: **Desarrollo sostenible en un municipio turístico (España)**. [Disponible en red]:

<http://habitat.aq.upm.es/bpes/onu98/bp438.html>

CEJUDO J, GUERRA J. **Diseño climático de espacios abiertos. Instituto Andaluz de Energías Renovables.** Universidad de Guadalajara. México. 2002. [Disponible en red]:

http://www.riraas.net/documentacion/CD_03/PONENCIA08.pdf

REVISTA CEMENTO AÑO 5, Nº 22. **El hormigón poroso: un material innovador para infraestructura vial y urbana.** [Disponible en red]:

http://www.icpa.org.ar/files/rev22horm_poroso.doc

FERNÁNDEZ A, DE SCHILLER S. **Sol y viento de la investigación al diseño.** Instituto de Arquitectura Tropical. Centro de Investigación. Hábitat y energía CIHE. [Disponible en red]:

<http://www.arquitecturatropical.org/EDITORIAL/documents/SOL%20Y%20VIENTO%20S%20.pdf>

MARCANO F. **La ciudad ideal de la modernidad: La ciudad universitaria de Caracas.** URBANA. Julio. 2003. Vol.8, no.33, págs. 13-26. [Disponible en red]:

http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-05232003000200002&lng=es&nrm=iso. ISSN 0798-0523.

MONROY M. **Comportamiento térmico de cerramientos soleados.** Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Tesis doctoral, 1995. [Disponible en red]: <http://editorial.dca.ulpgc.es/ftp/ambiente/antesol/TESIS/Cap6.pdf>

MONTORO J. **Guía de buenas prácticas de eficiencia energética en edificación.** Impresión, Lozano Comunicación Gráfica, s.l., Deposito Legal: CR-564-2004 [Disponible en red]: <http://agenda.fempclm.com/roja.pdf>

MORENO María del Carmen. **Bibliografía sobre Climatología urbana: “isla de calor”, I.** [Disponible en red]:

<http://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/viewFile/46055/56860>

MORENO María del Carmen. **Una propuesta de terminología castellana en climatología urbana.** Investigaciones geográficas. Universidad de Alicante. B.10

Instituto Universitario de Geografía. Nº 17, pp. 89-97 [Disponible en red]:
<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/449>.

NILSSON K. y RANDRUP T. **Silvicultura urbana y periurbana**. Congreso Forestal Mundial, Turquía 1997. [Disponible en red]
<http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/publi/V1/T3S/1.HTM#TOP>

PALACIOS J. **Nuevas tecnologías de construcción, pavimentos porosos**. Unidad Civil Geominera. [Disponible en red]:
http://www.utpl.edu.ec/ucg/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=109

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. **Plan de acción para el mediterráneo**. Enero 2008. [Disponible en red]:
http://195.97.36.231/acrobatfiles/08IG17_7_spa.pdf

REAL ACADEMIA DE LA LENGUA ESPAÑOLA. **Diccionario de la Real Academia de la lengua española**. Vigésima segunda edición.
[Disponible en red]: <http://www.rae.es/rae.html>

TIMMERMAN P. **Ciudades costeras: una nueva agenda**. Instituto de Estudios Ambientales Federación Internacional de Institutos de Estudios Avanzados. Universidad de Toronto, Ontario, Canadá. Junio.1997. págs. 26-28: Simposio de Ciudades Costeras del Cono Sur. [Disponible en red]: http://www.idrc.ca/es/ev-55356-201-1-DO_TOPIC.html

TORNERO J, PÉREZ A, GÓMEZ F. **Ciudad y confort ambiental. Estado de la Cuestión**. Aportaciones Recientes. Cuadernos de Geografía No. 80, págs. 147 – 182 [Disponible en red]:
http://www.uv.es/cuadernosgeo/CG80_147_182.pdf. Valencia, (2006).

UCAR J. **Control energético mediante el diseño de la arquitectura. Emplazamiento. Parámetros de ubicación y entorno. Arquitectura bioclimática**. Proyectos y conferencia realizados en las sedes de los colegios de

arquitectos de Zaragoza, Bilbao, Valencia y Barcelona. Noviembre – Diciembre 1988. [Disponible en red]:

<http://www.coac.net/mediambiente/Life/l3/l3210.htm>

SERRASOLSES J. Aproximación a una eco-ordenanza insular para la gestión de la demanda de energía en la edificación de Lanzarote. Trama Tecno Ambiental S.L. [Disponible en red]:

[http://www.cabildodelanzarote.com/ecotasa/des10.pdf...fachadas y cubiertas](http://www.cabildodelanzarote.com/ecotasa/des10.pdf...fachadas_y_cubiertas)
reflectividad de los materiales.

IMAGENES ELECTRÓNICAS:

2.3. Reconstrucción hipotética del poblado Neolítico de Çatal Hüyük, Anatolia. [Disponible en red]:

http://www.dearqueologia.com/neolitico_intro2.htm

2.5. Vista de la antigua Roma. [Disponible en red]:

<http://images.travelpod.com/users/rigelmoon/2.1218642000.roma-antigua.jpg>

2.6. Via Appia Antica. Importante calzada de la antigua Roma. [Disponible en red]:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d9/Via_appia.jpg

2.7. La mezquita de Córdoba, alrededores de la mezquita. [Disponible en red]: <http://www.mikysblog.com/26012008-mezquita-de-cordoba>.

2.8. Escena de calle en el Cairo. Ilustración de la portada de libro Egipto & Nubia. Fuente: Roberts David (Edimburgo 1796, Londres 1864). [Disponible en red]: http://es.wikipedia.org/wiki/Calle#El_subsuelo

2.11. **Castillos en la época del romanticismo.** [Disponible en red]:
<http://members.tripod.com/juglaria/cencasti.htm>,
<http://sobreeeuu.com/wp-content/uploads/monticello-en-primavera.jpg>

2.17. **Fotografía aérea Villa Olímpica del Poblenou, 1970.** [Disponible en red]:
http://www.bcn.es/volvirtual/es_bcn4d.html

2.20. **Vialidades principales de la Villa Olímpica y ubicación de edificios relevantes.** [Disponible en red]:
http://www.bcn.es/volvirtual/es_bcn4d.html

2.38. **Espacios cubiertos con cerramiento lateral en uno y ambos lados.**
[Disponible en red]:
<http://blogs.diariovasco.com/media/orreaga2.jpg>

2.42. **Espacio soleado.** [Disponible en red]:
<http://www.trazosdigital.com.ar/intermedios.html>,
<http://www.archiexpo.es/fabricante-arquitectura-design/mobiliario-urbano-cubiertas-985/cobertura-339.html#584>

2.43. **Espacio con elemento vertical de protección.** [Disponible en red]:
<http://media.photobucket.com/image/circulacion%20del%20viento%20a%20trav%2525C3%2525A9s%20de%20muros%20huecos/tecnohaus/CASARAMOS/r810.jpg>

2.44. **El parque Güell y paredes verdes.** [Disponible en red]:
[http://4.bp.blogspot.com/_wV8NCGYoJaw/RyYsck2IHxI/AAAAAAAAQA/Ex5iRb5tja8/s400/bocetos%2Bmuro%2Bverde%2B\(1\).jpg](http://4.bp.blogspot.com/_wV8NCGYoJaw/RyYsck2IHxI/AAAAAAAAQA/Ex5iRb5tja8/s400/bocetos%2Bmuro%2Bverde%2B(1).jpg),
<http://www.terra.org/articulos/art01857.html>

2.45. **Espacios abiertos en zonas desérticas.** [Disponible en red]:

<http://blogs.diariovasco.com/media/orreaga2.jpg>,<http://www.easyviajar.com/pais/tunez/los-castillos-del-desierto.html>

3.29. **Coberturas simples.** [Disponible en red]:

http://www.bilbaoria2000.org/ria2000/imagenesZonas/1/abandoibarra_23.jpg.

3.30. **Fotografías de cobertura doble.** [Disponible en red]:

http://www.architecture-textile.com/es/ext_index.php

3.31. **Fotografías de pérgolas.** [Disponible en red]:

<http://hablemosdejardines.blogspot.com/2008/08/una-tarde-de-agosto-en-el-parc-del.html>

3.38 **Nomenclatura de la edificación.** [Disponible en red]:

<http://www.cepis.ops-oms.org/arquitectura/clase42/clase42.htm#Flujodeviento>

3.39 **Profundidad de la sombra.** [Disponible en red]:

<http://www.cepis.ops-oms.org/arquitectura/clase42/clase42.htm#Flujodeviento>

3.40 **Profundidad y altura de la sombra aerodinámica.** [Disponible en red]:

<http://www.cepis.ops-oms.org/arquitectura/clase42/clase42.htm#Flujodeviento>

3.41 **Relación ancho altura con la profundidad de la sombra.** [Disponible en red]:

<http://www.cepis.ops-oms.org/arquitectura/clase42/clase42.htm#Flujodeviento>

3.42 **Relación de la longitud con la profundidad de la sombra.** [Disponible en red]:

<http://www.cepis.ops-oms.org/arquitectura/clase42/clase42.htm#Flujodeviento>

3.43 **Relación de la orientación con la profundidad de la sombra.** [Disponible en red]:

<http://www.cepis.ops-oms.org/arquitectura/clase42/clase42.htm#Flujodeviento>

SOFTWARES:

Autodesk. **ARCHICAD**. Versión 2008.

OCHOA DE LA TORRE, J. M. **CONFORT-EX**. 1999.

BECKERS Benoit y MASSET Luc. **HELIODON**. 2003.