



INSTITUTO DE ARQUITECTURA TROPICAL

SOL Y VIENTO: de la investigación al diseño

Analía Fernández

Silvia Schiller

Centro de Investigación “Habitat y Energía” CIHE



Fundación Príncipe Claus para la
Cultura y el Desarrollo

FUNDACION PRINCIPE CLAUS PARA
LA CULTURA Y EL DESARROLLO

La Arq. **Analia Fernández** es miembro del Centro de Investigación Habitat y Energía desde 1988, año de su graduación en la Universidad de Buenos Aires, prosiguió luego con Cursos de Posgrado sobre Energía y Ambiente dictados por el Arq. J. M. Evans en la FADU-UKA. Como becario de la Secretaria de Ciencia y Técnica de la UBA desde 1989, desarrolló el proyecto "Viento en Espacios Urbanos" bajo la dirección de la Arq. Silvia de Schiller.

Sus resultados fueron publicados recientemente y presentados en congresos nacionales e internacionales. Docente de la Cátedra Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar desde 1989, ha dictado además clases sobre la temática en Talleres de grado, cursos de posgrado y materias del Ciclo Básico Común.

Autora de varios artículos y publicaciones especializadas, desarrolla actualmente el proyecto "Habitabilidad en Espacios Exteriores de Conjuntos de Vivienda" con una beca de Perfeccionamiento para graduados otorgada por la SECYT-UBA.

La Arq. **Silvia de Schiller**, Profesora Adjunta de Arquitectura, establece en 1984 con el Arq. J.M. Evans, la Cátedra de Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar, materia de grado que se dicta hasta la fecha en la FADU-UBA.

En 1987, inician el actual Centro de Investigación Habitat y Energía, del cual es Co-Directora. Llevó a cabo trabajos de investigación y docencia en el Bouwcentrum, Rotterdam, y profesionales en Colín Buchanan & Partners, Londres.

Participó del proyecto Normas de Diseño Urbano para la Patogenia y asesoró sobre Aspectos Bioambientales de Diseño Urbano en la Comisión Técnica Asesora para el Traslado de la Capital. Es autora de varias publicaciones sobre diseño bioambiental y participa activamente en congresos nacionales e internacionales.

El Centro de Investigación Habitat y Energía desarrolla actividades de investigación, docencia y transferencia a terceros, dentro del ámbito de la Secretaria de Investigación y Posgrado de la FADU-UBA desde 1987.

exteriores e interiores. Este instrumental constituye una valiosa herramienta de diseño, apoyando el proceso creativo del proyectista y permitiéndole elaborar formas y espacios que respondan a la necesidad de crear mejores condiciones de confort; reduciendo el impacto desfavorable del viento y controlando las pérdidas de energía a través de superficies exteriores de los edificios. Así, el uso del Túnel permite verificar las estrategias de protección de viento y/o aprovechamiento del movimiento del aire que surgen del análisis climático de cada localidad y determinar el tipo de edificación y agrupamiento óptimo para cada zona. El diseño del Túnel, su plano de trabajo con disco giratorio y velocidad uniforme del flujo de aire, posibilita la demostración a grupos de alumnos de los efectos del movimiento de aire, protección de vientos y captación de brisas. En estos últimos años se han realizado experiencias con maquetas de trabajos de alumnos de la Cátedra Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar, evaluando el comportamiento del viento en cada región del país. En el CIHE se llevan a cabo trabajos de investigación con el equipamiento del LEB, tal como "Viento en espacios urbanos", donde el Túnel de Viento constituye un elemento básico en el desarrollo de la metodología de evaluación propuesta.

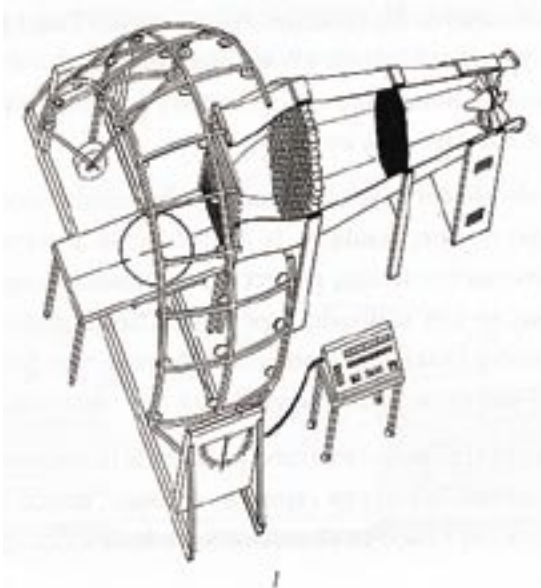


FIG 2. Túnel de viento y Heliodón del LEB.

El Heliodón o simulador del movimiento aparente del sol constituye otro instrumento de simulación que posee el CIHE en su Laboratorio. Este instrumental sirve para verificar horas asoleadas y sombras proyectadas en distintas horas del día, con intervalos de una hora, en latitudes variables entre 20' y 55' para las tres épocas del año: invierno, verano y equinoccios.

Esta práctica y verificación experimental en el campo de la arquitectura bioambiental, posibilita la investigación de aspectos teóricos y técnicos en el diseño, obteniendo una inmediata evaluación de los problemas de asoleamiento y análisis de proyectos a nivel edificio y urbano. Este instrumento permite optimizar técnicas y métodos de aprovechamiento del sol en períodos fríos y de protección solar en la estación estival para distintas escalas de un proyecto: a escala urbana se pueden estudiar y optimizar formas de agrupamiento edilicios, distintas densidades urbanas y sombras arrojadas por formas complejas; en escalas más acotadas, se puede analizar la penetración solar en el interior de los edificios, el asoleamiento en patios y espacios exteriores y verificar la efectividad de parasoles y aleros.

Estudios particulados de Sol y Viento

Con el fin de elaborar una metodología de evaluación de vientos que detecte y analice los efectos del flujo de aire en espacios exteriores, se desarrolló en el CIHE la investigación "Viento en Espacios Urbanos". Esta metodología, aplicable en cualquier latitud, permite compatibilizar los efectos del viento con la optimización del asoleamiento en invierno y la protección del sol en verano en todas las escalas de un proyecto, desde su implantación en el terreno hasta el diseño de detalles constructivos. Esto contribuye a generar pautas que determinen mejores condiciones de habitabilidad en los espacios exteriores. El método de trabajo consta de cuatro etapas que, desarrolladas individualmente, constituyen unidades inseparables del resto del proceso. (3)

a. Análisis de las características climáticas:

El estudio y análisis de los datos meteorológicos permite establecer una relación entre la incidencia del sol y el comportamiento del viento

con otras variables climáticas. Para sistematizar este análisis, se confeccionó una base de datos meteorológicos que ordena y relaciona los datos en función de las características del clima. Este análisis preliminar es fundamental para obtener estrategias claras y precisas de diseño bioambiental.

b. Relevamiento de las características del viento:

La graficación de “sombras de viento” según el método de cálculo de extensión de sombras por forma del edificio, y el trazado de sombras de sol en invierno y verano, posibilita la relación y verificación de los distintos puntos que se encuentren protegidos o expuestos al sol y al viento. Con esta comparación se pueden determinar las necesidades de protección y aprovechamiento del movimiento del aire según corresponda. Los datos obtenidos son verificados posteriormente mediante la observación “in situ” de la velocidad, frecuencia y dirección de viento con un aparato manual de medición que permite detectar turbulencias y ráfagas de aire en un sitio urbano existente. Este aparato se diseñó y construyó con el objetivo de obtener una lectura rápida y eficiente de los datos de viento en un sitio determinado.

c. Estudio y verificación de los efectos del flujo de aire en el Túnel de Viento:

La simulación de viento alrededor de los edificios facilita el análisis y verificación de las condiciones de aceleración, calmas y turbulencias en cualquier tipo de proyecto arquitectónico. En el Túnel de Viento del Laboratorio de Estudios Bioambientales del C.I.H.E (3), se visualizan con humo los efectos del movimiento de aire sobre maquetas que reproducen espacios urbanos y arquitectónicos, posibilitando realizar ensayos con maquetas durante el proceso de diseño, para ajustar, cambiar o mejorar el proyecto antes de consolidar sus formas definitivas.

d. Elaboración de pautas de diseño: Proporcionar soluciones a los problemas de viento detectados “in situ” y en el Túnel de Viento resulta la etapa más interesante de este proceso. El espacio en estudio, materializado en maquetas, se expone al flujo de aire donde se estudian alternativas formales, vegetación, emplazamientos, etc. que permitan superar las

molestias ocasionadas por el viento y que fueran detectadas en la etapa anterior. La sumatoria de distintas alternativas y soluciones conformarán pautas y recomendaciones de diseño urbano y arquitectónico que oriente a proyectistas sobre los distintos efectos de viento en espacios entre edificios y sus posibles soluciones. Esta metodología se aplicó en varios casos de estudio obteniendo resultados satisfactorios. Así, en el Laboratorio de Estudio Bioambientales se realizaron una serie de trabajos de asesoramiento bioambiental a estudios de arquitectura sobre el impacto del sol y del viento en conjuntos edilicios expuestos a diferentes condiciones climáticas. Cada uno de estos trabajos tuvo un enfoque particularizado del tema y responden a distintas necesidades requeridas por el comitente.

Un ejemplo, es el estudio realizado en los espacios exteriores de Ciudad Universitaria respondiendo a la solicitud de la Secretaría del Habitat Universitario sobre futuros problemas de sol y viento generados con la incorporación de un nuevo edificio en el predio (4). Otro trabajo de similar envergadura lo constituye el realizado para un conjunto edilicio en Caviahue, provincia del Neuquén, donde los problemas fundamentales de disconfort son producidos por la velocidad del viento noroeste.

El estudio de asoleamiento para un conjunto edilicio en la Ciudad de Barcelona, los ensayos de viento para el sector parada de colectivos en Ciudad Universitaria y el trabajo de asesoramiento ambiental para un proyecto urbanístico en Puerto Madero, integran la serie de estudios a terceros realizados por el CIHE. Así, la visualización inmediata del comportamiento del movimiento de aire en el túnel y el recorrido del sol con el heliodón sirvió para transferir a docentes y alumnos de la carrera de arquitectura, profesionales independientes e instituciones públicas, los problemas y beneficios que el viento y el sol ocasiona en el medio construido y en nuestra comprometida tarea de diseñar espacios.

1. Estudios bioclimáticos en Ciudad Universitaria

Los estudios de viento y asoleamiento realizados en C.U. en trabajos anteriores (3) muestran la necesidad de actuar en este medio para evitar la incidencia de vientos fuertes en invierno y crear zonas protegidas del sol en verano. La incorporación de un nuevo edificio en el predio destinado a Centro Comercial y de Servicios, genera espacios en sombra con grandes aceleraciones de viento en zonas de acceso al edificio, circulaciones y esquinas, que deberán ser considerados en el proyecto.

Viento

El viento es uno de los factores climáticos que más influye en el diseño de edificios y espacios exteriores. Su aprovechamiento puede proporcionar un medio natural de refrescamiento en verano y su protección mejora los niveles de habitabilidad en los meses fríos. Así, se analizaron los datos del SMN, estación Aeroparque Aero, determinándose las estrategias de diseño para el sector:(6)

-Protección de vientos: en invierno, las frecuencias de viento más importantes corresponden a las direcciones norte (viento cálido) y sur (viento frío). El cuadrante sur (sureste-sur-suroeste) refleja las velocidades más altas de viento, disminuyendo notoriamente la temperatura del aire respecto a las temperaturas combinadas con viento norte.

-Aprovechamiento de brisas:

El viento este, por su velocidad y frecuencia, es óptimo para refrescamiento en verano. Su velocidad promedio de 15km., no produce disconfort y su frecuencia asegura un movimiento relativamente constante en esta estación. El predio de C.U. recibe el impacto del viento en sus espacios como consecuencia de la distribución volumétrica de sus edificios y la cercanía al Río de la Plata. Así, la protección de vientos es un recurso bioambiental que reviste gran importancia debido al régimen cónico en este entorno.

Los edificios que conforman el espacio fueron representados en maquetas y expuestos al flujo de aire del Túnel de Viento donde se visualizaron

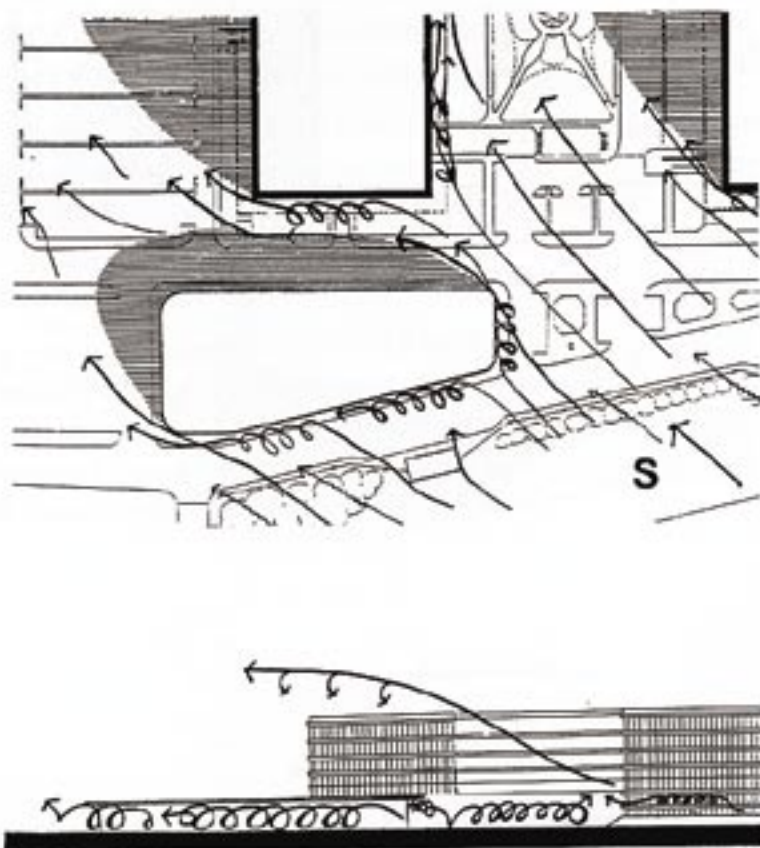


FIG. 3. Ensayos en el Túnel de viento del LEB. Viento Sur.

los efectos cólicos para ocho direcciones de viento. En todos los casos se observaron problemas de viento en el espacio conformado por el Pabellón III y el nuevo edificio. El flujo de aire se encauza entre ambos volúmenes dando lugar a entubamientos, aceleraciones y turbulencias, disminuyendo aún más las zonas protegidas o comprendidas dentro de la “sombra de viento”, creando espacios poco confortables para estar y transitar.

Los problemas de viento en este sitio se magnifican por las dimensiones del Pabellón III. Este edificio se comporta como un gran muro que desvía el flujo de aire en otras direcciones a velocidades mayores que la inicial, provocando discomfort a nivel peatonal y grandes aceleraciones de viento en las esquinas. En este caso, (viento norte) el flujo de aire desviado provoca turbulencias en la circulación peatonal y en la galería sobre las fachadas noreste y noroeste del nuevo edificio.

Sol

La trayectoria aparente del sol alrededor de la Tierra es el factor más importante en la determinación de las variaciones climáticas. La intensidad de la radiación solar produce variaciones en la temperatura, humedad y viento; a su vez, la nubosidad y la humedad modifican la intensidad de la radiación solar sobre la superficie terrestre. Del análisis de datos climáticos y de los requisitos para lograr mejores condiciones de confort, se infirieron las posibilidades de aprovechar o protegerse del sol en el transcurso del año. Los sectores en sol o en sombra fueron visualizados en el Heliodón o simulador del movimiento aparente del sol del LEB., evaluando las características de habitabilidad en cada hora y en las tres estaciones. En invierno, el espacio entre el Pabellón III y el nuevo edificio permanece en sombra durante toda la mañana. Esta situación, sumada a los efectos de viento en este sector,

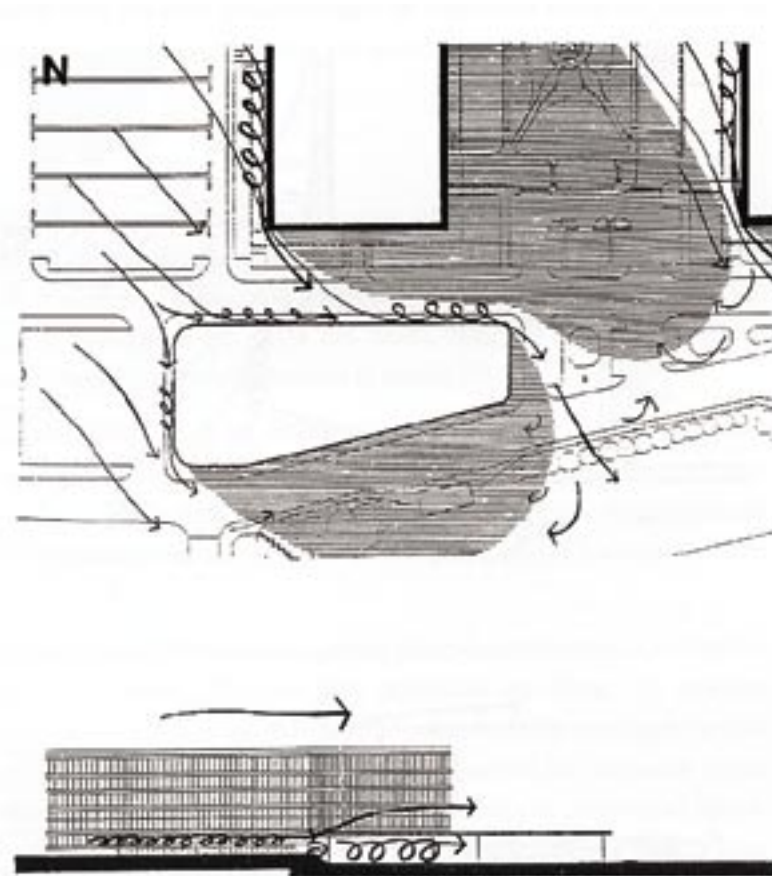


FIG 4. Viento Norte.
Cálido y de gran frecuencia.

crea un espacio poco confortable. El ángulo de incidencia del sol (32' a las 12hs.), favorece el asoleamiento en las caras noreste y noroeste, permaneciendo en sombra las fachadas sureste y suroeste. En verano, la incidencia directa de los rayos solares en el sitio, crean condiciones de disconfort, requiriéndose un tratamiento especial de diseño para que los elementos proyecten sombra. La fachada noreste recibe 5 hs. de sol (7.30 a 12.30 hs.) y la noroeste 6 hs., siendo necesario proteger el edificio en dichas horas. El sector entre edificios requerirá protección solar todo el día.

Recomendaciones de Diseño

- Recomendaciones a escala del emplazamiento. La conformación de una trama de árboles o barreras sucesivas en el predio de Ciudad Universitaria producirán un cambio en la rugosidad del suelo y en el perfil de velocidad del viento, logrando una disminución general de la velocidad a nivel peatonal. Referencias Figura 7.

1. La plantación de árboles en el sector estacionamiento disminuye la velocidad del viento norte a nivel peatonal.

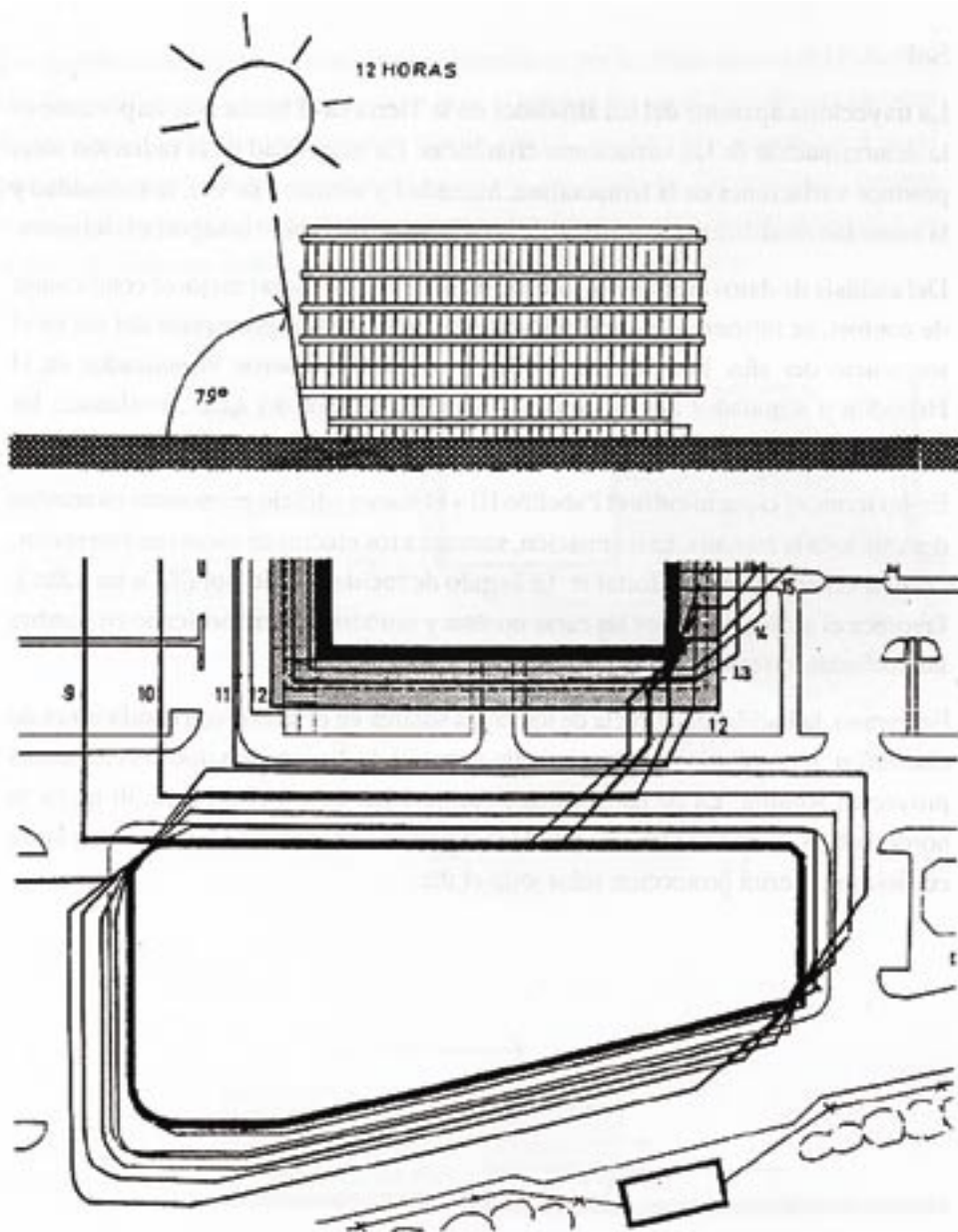


FIG. 5.
Asoleamiento invernal

2. Una hilera de árboles reduce el impacto del viento noreste en la zona de acceso al Pabellón 3.
3. La ubicación de dos hileras de árboles evitan que el flujo de aire choque contra el nuevo edificio con vientos del sector noreste.
4. Estos árboles reducen el impacto en la fachada noroeste y entre ambos edificios.
5. Árboles de hojas caducas alrededor del nuevo edificio proporcionan sol en invierno y sombra en verano.
6. Barreras sucesivas disminuyen la velocidad del viento sobre la fachada sureste.

7. Estos árboles reducen la velocidad del aire proveniente del oeste, disminuyendo el impacto en la esquina norte del edificio.
8. Las hileras de árboles frente al Pabellón 3 y las barreras sucesivas en el campo de deportes y parada de colectivos reducen efecto Wise que genera el viento del suroeste.
9. Una barrera continua sumada a la ya existente, evita la incidencia de vientos fríos en el área. La hilera de árboles frente al Pabellón 3 reduce el impacto en su acceso.

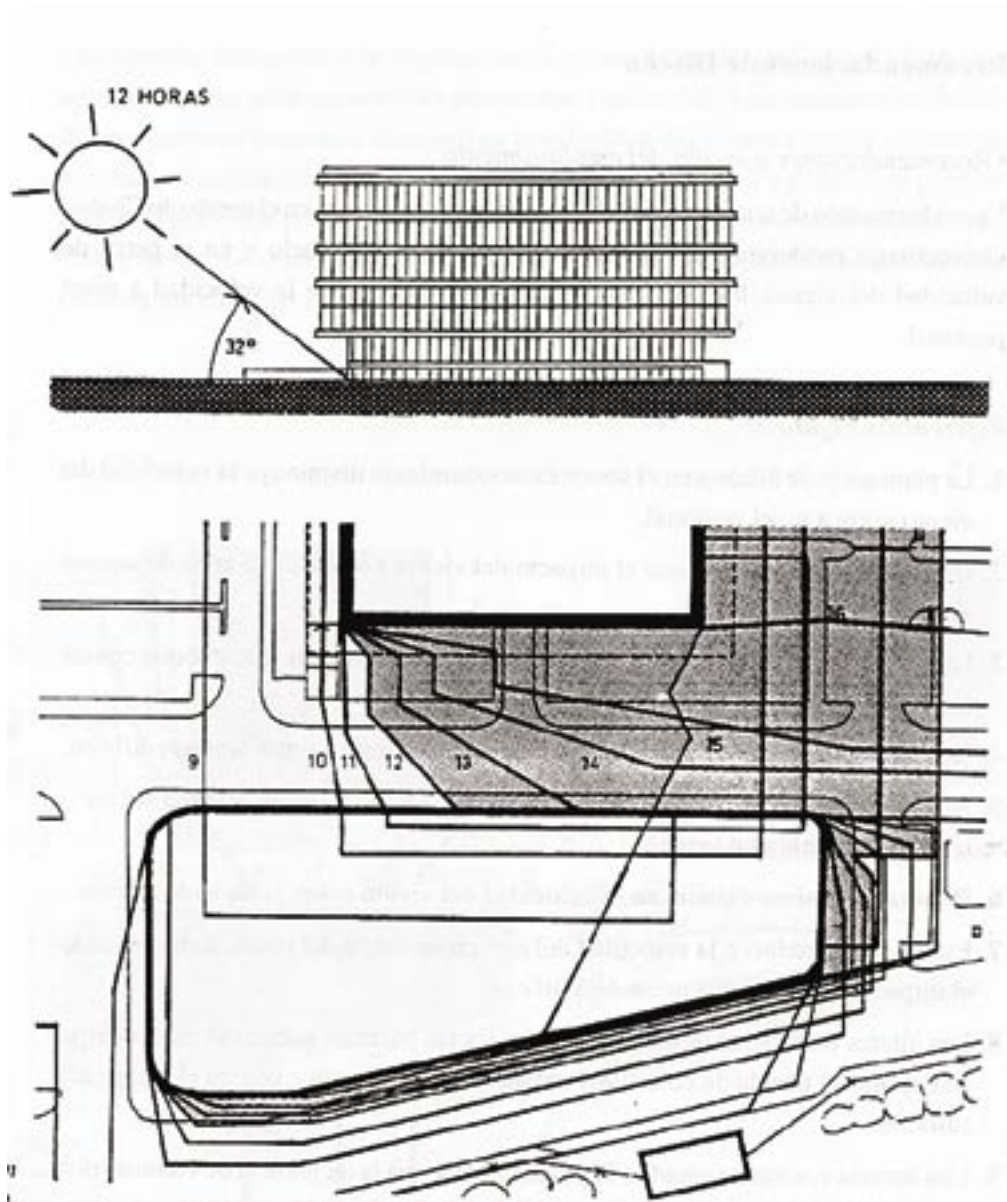


FIG. 6.
Situación en verano

Las barreras forestales y la vegetación en general, constituyen en este caso una solución óptima a las necesidades planteadas. Las cortinas rompevientos constituidas por barreras forestales disminuyen la velocidad del viento a escala regional al aumentar la rugosidad del terreno. Su uso en forma sistemática y planificada permite reducir la velocidad promedio del viento en un 40%, con variaciones que oscilan entre 20% y 80%. Ello representa además, una disminución de un 4% en las pérdidas de calor de los edificios (7).

- Recomendaciones a escala del edificio.

La radiación solar es un elemento natural que puede ser aprovechado para mejorar las condiciones de confort en épocas frías, pero también provoca discomfort cuando las temperaturas son elevadas. Un adecuado aprovechamiento de la energía solar en un clima como el de Buenos Aires, deberá prever una protección que permita la penetración del sol directo en épocas en que la radiación resulte deseable y la evite cuando resulte perjudicial. La variación de la trayectoria del sol en las distintas estaciones fundamenta el diseño de parasoles,

aleros u otros elementos de protección que logran ambos objetivos. La figura 8 indica en forma global, el ángulo de incidencia del sol para el diseño de aleros o parasoles en tres puntos del nuevo edificio.

Otra solución propuesta para disminuir la velocidad del viento a nivel peatonal es la desviación de las masas de aire hacia otras direcciones mediante la variación de pendientes en el techo del edificio. Este recurso constructivo facilita el ascenso del flujo de aire apoyado en una pendiente, evitando mayores aceleraciones en niveles más bajos. Se recomienda el uso de pendientes en las direcciones suroeste y noreste. Su empleo en la dirección perpendicular no ofrece grandes beneficios.

Por la implantación y características de este nuevo edificio, en caso de ocupar la totalidad del predio, la existencia de una galería perimetral no ofrece grandes ventajas como protección de viento. Para ciertas direcciones del flujo de aire, este techo favorece la creación del efecto "tirabuzón" o de turbulencia, creando discomfort en estos espacios. El ancho óptimo del alero estará en función del ángulo del sol en los meses estivales y en las horas de mayor temperatura.

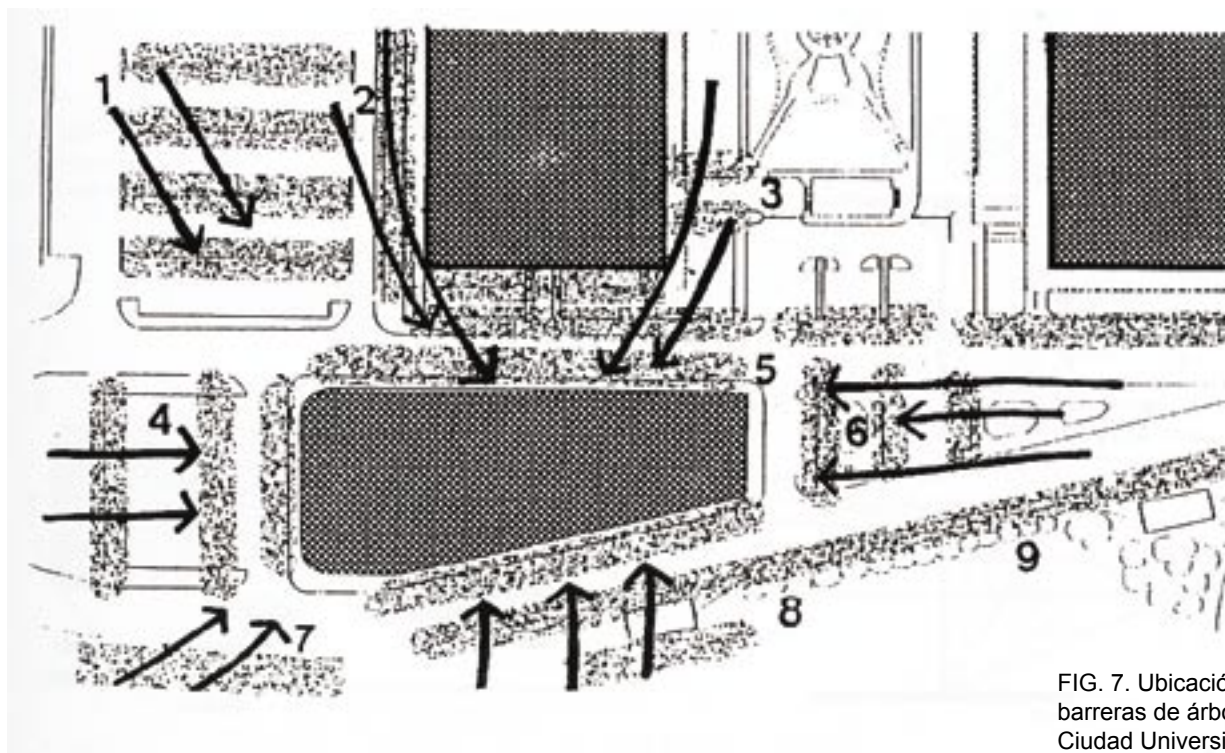


FIG. 7. Ubicación de barreras de árboles en Ciudad Universitaria

La ubicación del acceso sobre la fachada noreste recibe el impacto de los viento norte, noreste, este y suroeste. Frente a esta situación, será necesario ubicar muros rompevientos y/ o una antecámara para evitar problemas de entubamiento en el mismo. Un tabique ubicado a la derecha del acceso sobre la fachada suroeste desviará los flujos de aire provenientes del sector sur, evitando así el acceso de vientos fríos al interior del edificio.

Observaciones

Los problemas de confort detectados en Ciudad Universitaria son comunes de encontrar en otros sitios de nuestro país. Buenos Aires, principalmente el perfil urbano que presenta Capital Federal, ejemplifica claramente los problemas de viento y asoleamiento ocasionados por la forma urbana y edilicia. Si bien se trata de una localidad con velocidades y frecuencias

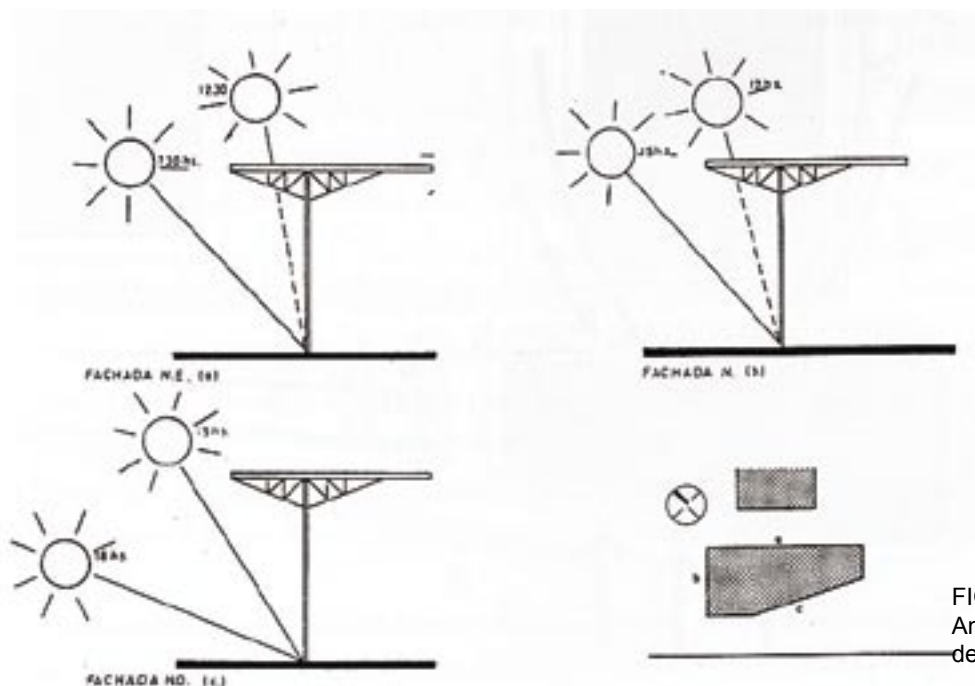
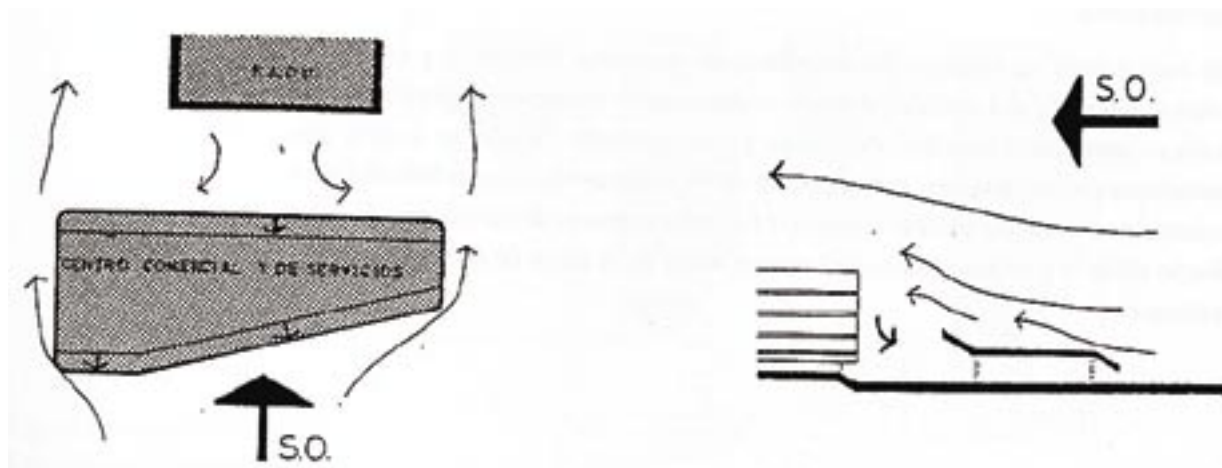


FIG. 8.
Angulo de incidencia del sol en verano

FIG. 9.
Pendientes propuestas en el techo del nuevo edificio



moderadas de viento, la variedad de alturas, densidades y volúmenes genera espacios con condiciones de habitabilidad desfavorables. En este trabajo se efectúan recomendaciones generales de diseño a escala del emplazamiento y del edificio, dejando expresamente planteada la posibilidad de realizar posteriores estudios de viento y asoleamiento cuando se cuente con anteproyectos preliminares. Así, se podrán verificar las condiciones de habitabilidad resultantes del nuevo edificio y analizar las características de su volumetría y del diseño edilicio y arquitectónico del mismo, antes de la etapa de documentación y realización.

2. Ensayos de Sol y Viento en un conjunto edificio en Caviahue

El objetivo principal de este trabajo consistió en visualizar los efectos del flujo de aire alrededor de los edificios que conforman un conjunto habitacional en Caviahue, Provincia del Neuquén, y determinar los sectores protegidos y los problemas de aceleración, turbulencia, etc., producto del impacto del viento en el sitio. Las observaciones se realizaron sobre cuatro variantes de distribución volumétrica de un mismo anteproyecto, y se registraron velocidades de viento en los puntos relevantes de los espacios exteriores. Este análisis constituye una primera aproximación a los problemas de viento en el predio, efectuándose únicamente ensayos para la dirección noroeste, viento predominante. Asimismo se verificó el asoleamiento invernal y se evaluaron las condiciones de habitabilidad en los espacios exteriores.

Análisis de las Variables

De las cuatro variantes analizadas, la #1 presenta mayor superficie de espacios exteriores protegidos del viento. El flujo de aire choca contra el edificio "A" determinando una zona protegida y entubándose luego entre los volúmenes "B" y "C". Parte de este flujo se desvía con la presencia del edificio "B", provocando una corriente de aire en sentido este-oeste en su acceso, reduciendo aún más el sector en "sombra de viento". El volumen "C" proyecta una zona protegida más amplia y no se detectan problemas de aceleración en el acceso al edificio "D".

En la variante #2 los espacios encerrados entre volúmenes presentan un sector en "sombra de viento" reducido. El edificio "A", por ejemplo, desvía el flujo hacia el "C" produciendo el "efecto túnel" entre los volúmenes "B" y "C". Como en el caso anterior, parte del flujo de aire es desviado por el edificio "B", detectándose aceleraciones en su acceso.

El edificio "E" genera una zona protegida o de velocidades reducidas más extensa.

Los espacios exteriores en la alternativa #3 resultan los más expuestos al impacto del viento. Los edificios determinan un sector reducido en sombra de viento, pero al mismo tiempo esta disposición ofrece menores problemas de infiltración de aire en los espacios interiores.

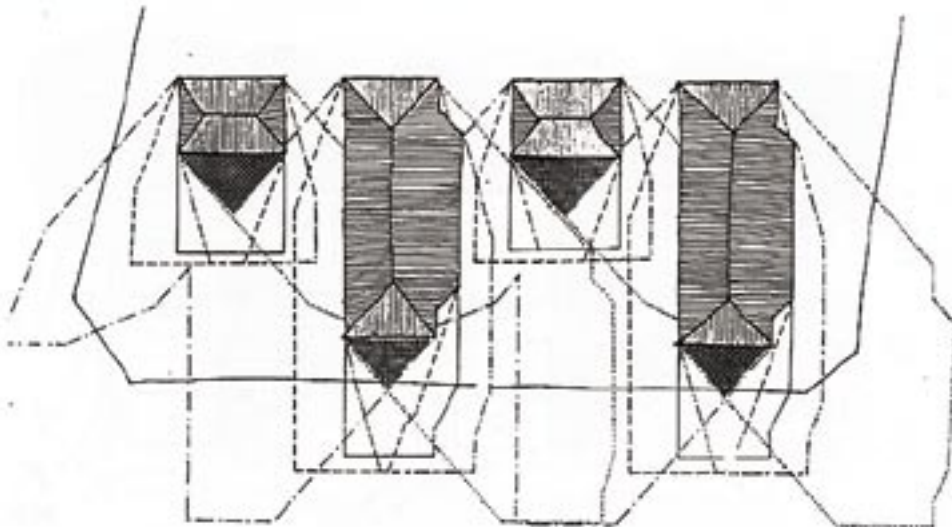


FIG. 10. Variante 1.
Asoleamiento invernal

La cuarta alternativa es variante de la #3, donde se considera el estacionamiento como un volumen cerrado. En este caso la forma del techo en pendiente favorece la desviación del viento reduciendo los problemas de turbulencia

al chocar en forma perpendicular con este obstáculo. El área de presión negativa que genera el volumen 2 atrae el flujo desviado por el edificio #1 reduciendo el sector en sombra de viento.

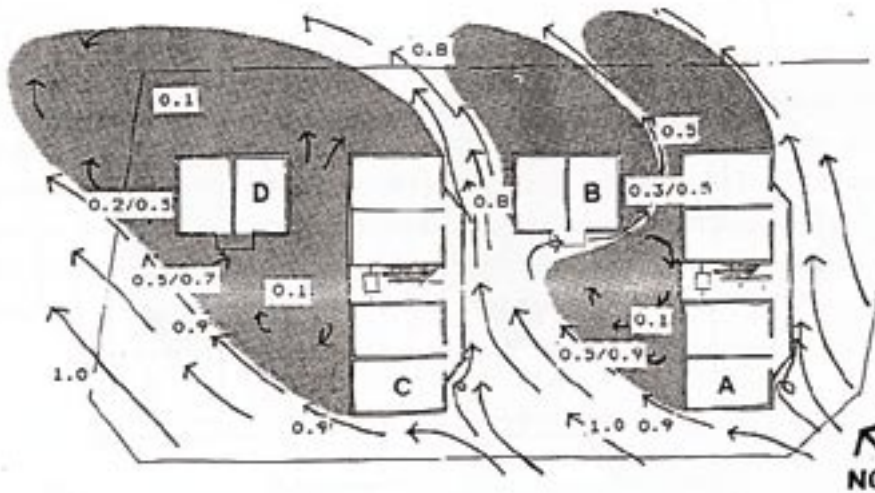


FIG 11.
Variante 1

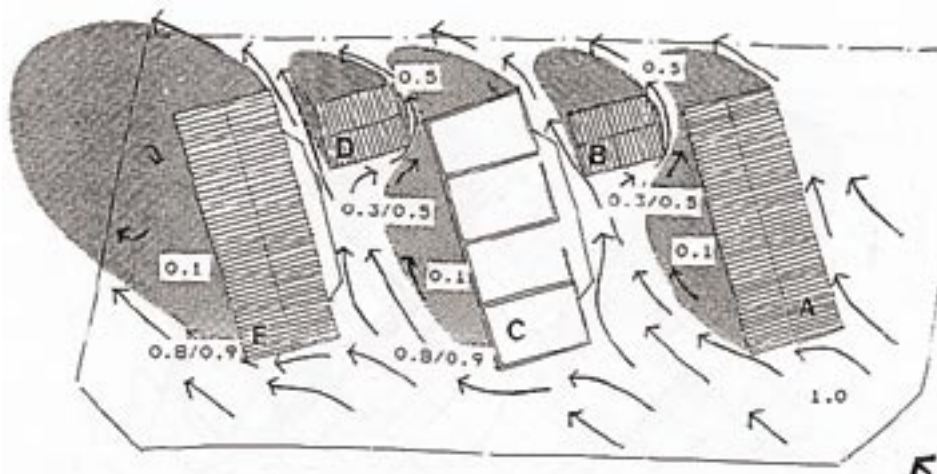
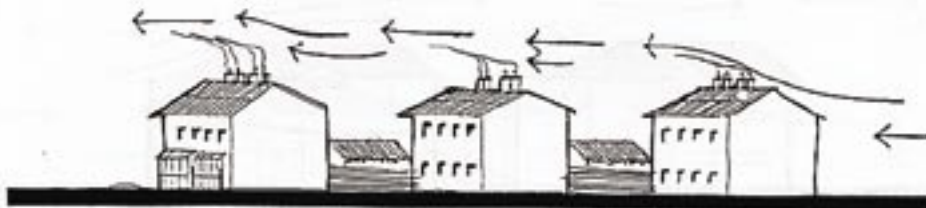


FIG. 12
Variante 2

Conclusiones

En todo proyecto arquitectónico o urbanístico, cualquiera fuere su envergadura, requiere un análisis de las condiciones ambientales para comprobar los niveles de habitabilidad y confort en los espacios exteriores, el uso racional de energía en los edificios y economía de las instalaciones de acondicionamiento en relación con las condiciones climáticas y ambientales externas.

En estos dos casos de estudio, las condiciones climáticas y los requerimientos ambientales son diferentes pero el objetivo común es contribuir fundamentalmente a la generación de espacios exteriores adecuados al medio. Cumplir este objetivo es más simple si se trabaja en forma conjunta con el proyectista, barriendo todas las instancias de un proyecto: desde las primeras ideas iniciales de forma y agrupamiento hasta el diseño de detalles constructivos.

Así, el Laboratorio de Estudios Bioambientales, responde a la creciente necesidad, tanto de profesionales como de alumnos, de visualizar los efectos de distintos factores climáticos en sus proyectos y verificar y optimizar resultados en obras ya construidas. Los estudios que se desarrollaron en el trabajo de investigación "Viento en espacios urbanos" son punto de partida para sucesivos ensayos, siendo éstos un verdadero aporte para evitar errores de proyecto y probar nuevas formas que permitan optimizar el diseño para lograr mejores condiciones de habitabilidad en el habitat construido.

Referencias

1. DISEÑO BIOAMBIENTAL Y ARQUITECTURA SOLAR.

J.M. Evans y S. de Schiller. Eudeba 1988. Ediciones Previas.

2. VIENTO EN ESPACIOS URBANOS: desarrollo y aplicación de una metodología de evaluación.

Analía Fernández, Silvia de Schiller y J. Martín Evans. Actas de la XIV Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar. Págs. 41-42. Mendoza 1990. En imprenta.

3. WIND IN URBAN SPACES: development and application of evaluation methods.

A. Fernández, S. de Schiller y J.M. Evans, Proceedings, IX International PLEA Conference: Architecture and Urban Space, Sevilla, Chapter 1, pags. 35-40. Kluwer Academic Publishers, September 1991.

4. EQUIPAMIENTO DEL LABORATORIO DE ESTUDIOS BIOAMBIENTALES.

J. M. Evans, S. de Schiller y otros. Actas de la XV Reunión de Trabajo de ASADES, Salta 1988.

5. DESIGN FOR WIND PROTECTION USING A WIND TUNNEL.

S. de Schiller, J. M. Evans & A. Fernández; Energy and Environment. Proceedings, Isl. World Renewable Energy Congress, Vol. 4, pag. 2286-2292, Pergamon Press, Gran Bretaña, 1990.

6. VIENTO EN ESPACIOS URBANOS.

Analía Fernández y Silvia de Schiller. Cuaderno de Investigación 1. Centro de Investigación Habitat y Energía. SIP - FADU - UBA, 1993.

7. ESTUDIOS BIOAMBIENTALES PARA EL TRANSPLADO DE LA CAPITAL.

Comisión Técnica Asesora. J. M. Evans y S. de Schiller. 1987.