

REFRESCAMIENTO PASIVO EN EDIFICIOS: USO DEL CFD PARA DIFERENTES PROPUESTAS DE UBICACIÓN DE ABERTURAS

Analía Fernández¹, Susana E. Eguía².

Centro de Investigación Hábitat y Energía, CIHE-SICyT.
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires.
Pabellón III, 4º Piso, Ciudad Universitaria, (1428) Capital Federal, Argentina.
Tel – Fax (+54 11) 4789 6274
E-mail : anafern@fadu.uba.ar – suseguia@yahoo.com

RESUMEN

El trabajo de investigación “Confort y Calidad de Aire Interior en Edificios” tiene como objetivo principal desarrollar recomendaciones de diseño tendientes a optimizar las condiciones de ventilación natural y confort térmico por medios pasivos. El estudio y análisis de ambos aspectos involucró la evaluación de patrones de movimiento de aire bajo diferentes variantes de diseño, en salas de internación del Hospital Nacional de Pediatría Dr. Garrahan, ubicado en la Ciudad de Buenos Aires. En el presente trabajo se sintetizan los resultados obtenidos en simulaciones desarrolladas con el programa CFD Phoenics, aplicado para predecir el comportamiento del flujo de aire bajo diferentes condiciones de las aberturas. Las simulaciones con CFD demostraron su utilidad como herramienta de carácter práctico en el proceso de diseño, destinada a verificar el patrón de movimiento del flujo de aire y su estratificación en la sala, posibilitando determinar los beneficios de ubicaciones alternativas de aberturas de entrada y salida de aire. Este trabajo se desarrolla en el marco de la Programación Científica 2001-2002 de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires.

ABSTRACT

The investigation work “Comfort and Indoor Air Quality in Buildings” has the main purpose of developing design recommendations in order to optimize thermal comfort and natural ventilation in buildings. The studies and analyses of both subjects, involved the assesment of airflow patterns under different design alternatives at the Hospital Nacional de Pediatría Dr. Garrahan’s wards, settled in Buenos Aires city. This work sintetizes the results of simulations developed with three dimensional CFD Phoenics, used for predicting indoor airflow behavior under different alternatives of use of opennings. Computational Fluid Dynamics simulations have demonstrated to be a practical tool during design process and useful for verifying air behavior and stack effect in the ward, allowing to determine the benefits of alternative outlet and opening locations. This work is part of the Programación Científica 2001- 2002, encouraged for the Secretaría de Ciencia y Técnica de la UBA.

(1) Directora Proyecto UBACyT; (2) Investigadora CIHE-FADU

1. INTRODUCCIÓN

La presencia de contaminantes es un factor preponderante en la determinación de las condiciones de calidad de aire interior. Asimismo la estimación del comportamiento del volumen de aire, su distribución en el espacio interior y la velocidad del flujo de aire, constituyen variables inseparables en el diseño de sistemas de ventilación natural. En este sentido, el estudio del comportamiento del movimiento del flujo de aire interior en salas de internación de edificios para la salud, constituye el tema central del Trabajo de Investigación UBACyT “Confort y Calidad de Aire Interior en Edificios” destinado a elaborar recomendaciones de diseño sobre alternativas de aberturas que permitan renovar el aire de las salas, evitando el transporte de gérmenes a otros sectores del edificio y favoreciendo el refrescamiento pasivo.

Para cumplimentar este objetivo se llevaron a cabo ensayos de movimiento de aire ensayos de movimiento de aire a partir de la aplicación del programa CFD Phoenix. Los mismos contemplaron la elaboración de un escenario similar al existente y la incorporación de la información relevada in situ. En este trabajo, se presenta en primer término el resultado de ensayos computacionales sobre el escenario real modelizado, aplicando las condiciones existentes en las aberturas.

La incorporación de datos reales de velocidad en el punto de entrada de aire exterior permitió corroborar los resultados obtenidos en el CFD con los datos relevados in situ. A partir de estos resultados, se elaboró una matriz de estudio para nuevos ensayos en CFD a fin de evaluar distintas alternativas al diseño existente en tres instancias : i. Simulación de las actuales tipologías de ventanas, con distintas orientaciones en la entrada de aire . El ensayo se realizó para la disposición actual de las ventanas y para las mismas aberturas situadas en el centro del muro; ii. Incorporación de aberturas inferiores de ingreso de aire en el muro exterior; iii. Incorporación de aberturas superiores de extracción sobre el sector de puertas. Los estudios son sintetizados en las Cuadros 1 y 2 donde se muestran las visualizaciones generadas para los casos con resultados favorables.

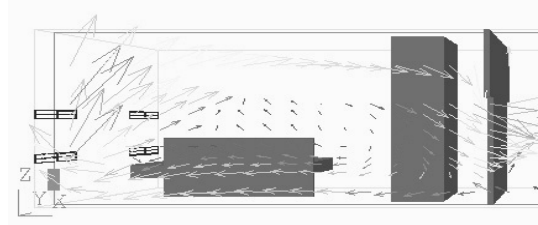
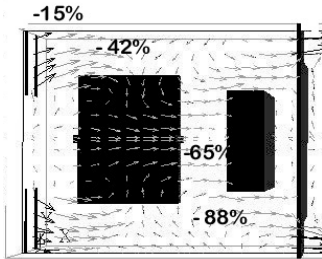
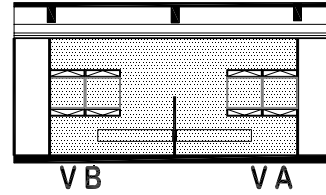
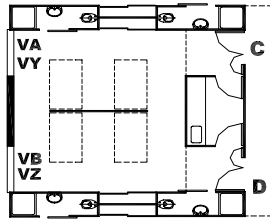
A partir de la aplicación del CFD (EasyFlow Release 2.01, 1991) en el proyecto pudo observarse que resulta una herramienta adecuada para la predicción del comportamiento del flujo de aire y estratificación en locales, a partir de la visualización detallada de variables como velocidad, dirección y temperatura del aire, en distintas capas, que permiten estudiar la ubicación óptima de inyectores y extractores de ventilación natural .

2. MODELIZACIÓN DEL CASO REAL

Las simulaciones realizadas, contemplando las condiciones espaciales reales, contribuyeron en la determinación de las variables intervinientes en las condiciones de confort y salubridad interior. Dichas variables derivan de la forma de abrir de los ventilucos, ubicación de aberturas de entrada, ubicación de aberturas de salida, velocidad del aire dentro de la habitación, etc.

Considerando la velocidad exterior del aire medida in situ (Fernández et al, 2000), y las condiciones reales de funcionamiento de las aberturas, los primeros ensayos con el programa CFD Phoenix del escenario existente modelizado, demostraron el comportamiento deficiente del flujo de aire en distintos sectores de la habitación simulada.

Las velocidades en el interior de las habitaciones mostraron una reducción del 15 al 90%. En todos los casos simulados, el área de camas y acompañantes permanece en calma, no contando con la ventilación requerida para garantizar la adecuada renovación en el sector. Las visualizaciones de las Fig. 1 y 2 muestran que los flujos se canalizan por las circulaciones hacia la habitación opuesta, con posible transporte de gérmenes patógenos y elementos contaminantes. Los resultados obtenidos, bajo las condiciones reales en la sala, corroboraron los valores relevados de movimiento de aire in situ con los valores de velocidad calculados por CFD.



Figs. 1 a y b. Planta de la sala de internación : porcentaje de disminución de la velocidad de aire que ingresa a la sala.

Figs. 2 a y b. Corte de la sala: dirección del aire que ingresa por las aberturas

A partir de los resultados observados in situ y en las simulaciones, se desarrolló una matriz de trabajo para la modelización de diferentes variantes en la dirección de entrada del aire, aplicados en primer término a la ubicación lateral de ventanas en coincidencia con la habitación existente, y optimizados con aberturas inferiores en el muro exterior y aberturas superiores de extracción en el muro opuesto.

3. ESTUDIO Y EVALUACIÓN CON CFD PHOENICS EN DISTINTAS PROPUESTAS DE ORIENTACIÓN DE INGRESO DE AIRE

3.1. Tipología de Ventanas Separadas

La serie S corresponde a las simulaciones del comportamiento del movimiento de aire que ingresa desde las ventanas separadas (VA y VB), como ocurre en la sala estudiada. La primera instancia S1 modelizó esta tipología con diferentes opciones en cuanto a la dirección de entrada de aire, mostrando que las direcciones convergentes posibilitan una mejora en el movimiento de aire en el nivel de las personas, pero limitado a la zona de circulación. En la segunda instancia S2 del ensayo computacional, se incluyeron a las ventanas existentes, "Y" y "Z", aberturas adicionales de alimentación inferior, representados en las imágenes S3. La tercera instancia S3 simuló el comportamiento del movimiento de aire agregando ventanas superiores en la pared contraria a la exterior. En el cuadro 1 las visualizaciones mostraron los mejores resultados.

<p>S1</p>	<p>Vista muro exterior</p>		
-----------	----------------------------	--	--



Cuadro 1. Resultados de las simulaciones realizadas con CFD en la conformación original de la habitación.

Para la serie S se estudiaron de 7 a 10 variantes, que permitieron cruzar diferentes situaciones de aberturas de puertas y ventanas, simulando el uso observado durante el relevamiento. Las visualizaciones presentadas son las situaciones más favorables, correspondientes a la posibilidad de contar con ventilación cruzada. Los resultados pueden sintetizarse en los siguientes puntos:

- La simulación de la disposición original de las ventanas para el caso que contempla la entrada de aire por las 4 aberturas, mostró una importante canalización del flujo de aire por la circulación de la habitación y un movimiento débil del aire sobre el área de camas. Esta situación favorecería el transporte de gérmenes y agentes patogénicos o contaminantes entre las habitaciones que se encuentran enfrentadas a ambos lados de la circulación.
- La disminución de la velocidad de entrada fluctúa entre el 30 % y el 90% en el área de las camas.
- La versatilidad en el planteo de un escenario sencillo para la simulación, permitió evaluar dos soluciones diferentes para la observación de 50 visualizaciones permitieron demostrar la deficiente ventilación en área de camas, acompañantes y office de enfermería.

Dentro del proceso de rediseño se estudiaron variantes de optimización posibles de simular con CFD, que no implicaron cambios significativos en la conformación original de la habitación. La incorporación de ventilación superior, ubicada sobre en el centro del muro interior demostró una notable mejora del movimiento de aire en el sector central de la sala. Los ensayos arrojaron resultados deficientes en el 80% de la serie de tipología de ventanas separadas. La inclusión de ventilación superior no mejoró las características del flujo de aire sobre las áreas más estancas (camas, acompañantes y office). El caso S3 correspondiente al resultado más favorable, muestra una distribución adecuada sobre el sector de camas pero con una reducción de la velocidad mayor al 50%, con corrientes ascendentes que mejorarían la renovación en la sala. Este caso, demostró que la incorporación de ventilación superior, en combinación con la correcta orientación de la entrada de aire podía optimizar la ventilación sobre el sector central de la habitación y mejorar la distribución del aire.

3.2. Aplicación de las características relevadas in situ en Tipología de Ventanas Adosadas. Serie J.

La insuficiente ventilación demostrada con la simulación de los casos S planteó la necesidad de estudiar otras disposiciones de ventanas exteriores. Basándonos en la misma matriz de estudio, se realizaron simulaciones ubicando las ventanas VA y VB en el centro del muro exterior a fin de observar el flujo de aire sobre el sector de camas, manteniendo para estos ensayos las mismas variantes de abertura de la serie anterior. Figs 1 y 2

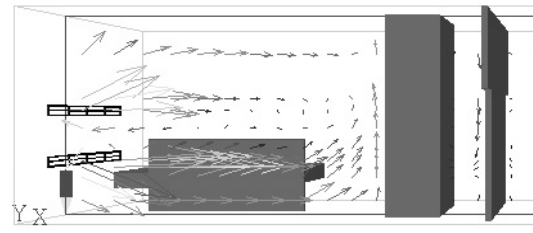
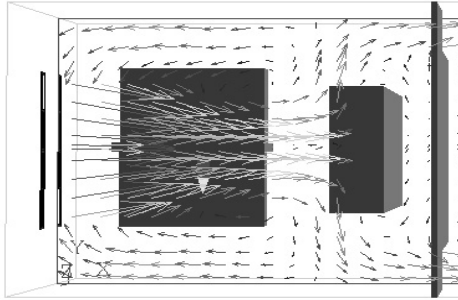
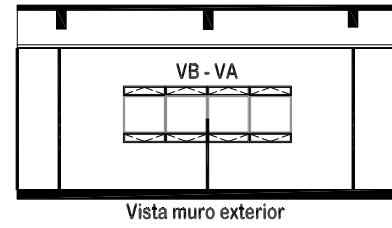
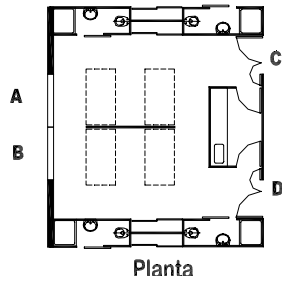


Fig. 1. Planta de la sala de internación: Movimiento de aire en el aire de camas

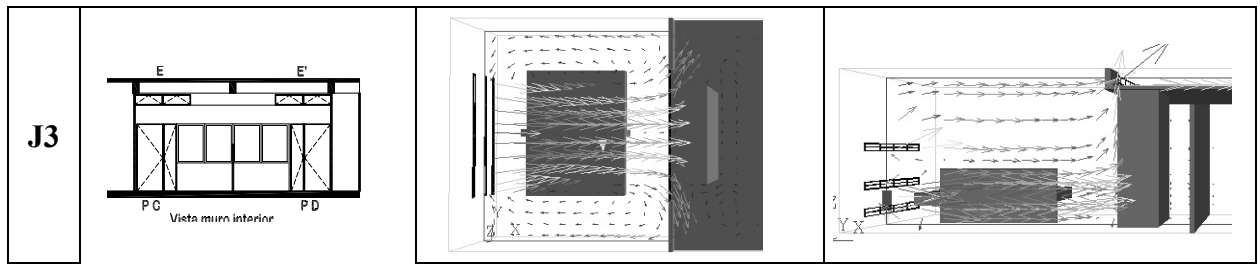
Fig. 1. Corte de la sala: dirección del aire que ingresa por las aberturas

3.3. Optimización de las condiciones de ventilación en la Tipología Ventanas Adosadas: Serie J.

El cambio de ubicación de ventanas respondió a la premisa de mejorar la ventilación y renovación sobre el sector de camas. En este caso los ensayos con el CFD, considerando la misma velocidad exterior del aire y la forma de abrir de los ventilucos, demostraron que el comportamiento del flujo de aire mejoraba sensiblemente sobre el área de camas. No obstante se mantiene el flujo de aire entre habitaciones, situación que debe evitarse por favorecer el transporte de gérmenes patógenos y virus entre las salas.

La simulación de la Serie J permitió observar una notable mejora en la distribución del movimiento de aire sobre el sector de camas. Como se observa en el Cuadro 2, la simulación J1 muestra una clara canalización del aire sobre el área de camas, siendo que la reducción de la velocidad en el sector, respecto de la entrada de aire, fue de un 15 a un 20 %, equivalente a valores entre 1.22 y 1.55 m/s. Las áreas más calmas se encuentran sobre los sectores de circulación, invirtiendo los efectos que se observaron en los casos de la serie S.

<p>J1</p>	<p>Vista muro exterior</p>		
<p>J2</p>	<p>Vista muro exterior</p>		



**Cuadro 2. Resultados de las simulaciones realizadas con CFD
En la serie J para tres los casos óptimos**

El resultado de los ensayos en la propuesta de ventanas adosadas en el centro fue altamente satisfactorio, siendo que los casos simulados según la matriz, presentaron buenas condiciones de renovación y distribución en un porcentaje superior al 60%. En el caso J3, las ventanas presentan ventilaciones adicionales inferiores en el muro exterior y superiores en la pared contraria, sobre las puertas de acceso. Este caso presenta un resultado óptimo, habiéndose observado la distribución uniforme del aire en toda la habitación y una adecuada direccionalidad hacia los ventilucos superiores, que favorece la renovación constante en la sala, minimizando el transporte de partículas hacia otras habitaciones.

4. CONCLUSIONES

El CFD Phoenics constituye una herramienta útil para el diseñador ante la necesidad de predecir el movimiento de aire, aportando una información detallada sobre el comportamiento del flujo de aire, su dirección, velocidad, temperatura, presión en los distintos estratos espaciales (X, Y, Z). La predicción de la distribución de velocidad y temperatura en un espacio, puede aplicarse para evaluar condiciones de confort.

En este trabajo el CFD permitió corroborar las condiciones originalmente relevadas en las salas del Hospital Garrahan, y posteriormente evaluar las variaciones en el comportamiento del flujo de aire desde las aberturas adicionales. Como herramienta de verificación del diseño, el CFD ofrece el potencial de crear un túnel de viento virtual, y mayor flexibilidad de aplicación que un túnel de viento convencional. La visualización del comportamiento del flujo de aire en el interior de las salas, posibilitó identificar con mayor detalle, las direcciones del flujo, zonas de aceleración y de calma, verificándose la necesidad de contar con mayor movimiento de aire sobre las camas, para posibilitar la renovación adecuada del volumen de aire en el local.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AFTALIÓN, BISCHOF, EGOZCUE, VIDAL (1984). Hospital Nacional de Pediatría. Flexibilidad y crecimiento. Revista SUMMA N° 197. Buenos Aires: Ediciones SUMMA SA.
- FERNÁNDEZ A., CASABIANCA G., DELBENE C., EGUÍA S., (1999). Simulaciones de movimiento de aire en salas de internación utilizando el túnel de viento y el programa Phoenics. En avances en energías renovables y medio ambiente. Revista de la Asociación Argentina de Energía Solar, vol. 3 pp. 8.161-8.164, eds INENCO. Salta.
- FERNÁNDEZ A., CASABIANCA G., EGUÍA S., KOFFSMONN E., (2000). Optimización de las condiciones de ventilación e iluminación natural en el diseño de salas de internación de edificios para la salud. En avances en energías renovables y medio ambiente. Revista de la Asociación Argentina de Energía Solar, vol. 2 pp. 5.53-5.57, eds INENCO. Salta.
- FERNÁNDEZ A., EGUÍA S., (2000). Simulaciones de Ventilación Natural en Salas de Internación. En Memorias de la Conferencia Internacional sobre Confort y comportamiento Térmico de Edificaciones. Págs. 415 a 420. Impreso por Astrodata, Venezuela. ISBN 980-232-789-1

PROGRAMA DE COMPUTACIÓN

EasyFlow Release 2.01 (1991). Shareware '99 PHOENICS. Simulador de problemas dinámicos de fluidos. Distribuido por Flowsolve Ltd, London.