

REPORTE DE ANÁLISIS DE INCIDENCIA EÓLICA

17/01/2016

Reporte de los resultados obtenidos durante los análisis de simulación de ventilación natural (CFD). Determinación del riesgo de discomfort por exceso de velocidad.



ENTORNO
& CLIMA

1 | ANÁLISIS DE INCIDENCIA EÓLICA

Breve repaso de condiciones climáticas

El presente informe tiene como punto de partida, el estudio de diagnóstico previamente realizado en el proyecto de renovación arquitectónica y rehabilitación bioclimática del centro comercial Plaza Tempo, por lo tanto, se ofrece un repaso de condiciones climáticas básicas y un estudio a los resultados finales del análisis por simulación computacional. La topografía irregular del territorio costarricense da lugar a una gran variabilidad en los patrones de viento incidentes sobre el nivel del suelo, aun así, las principales estaciones meteorológicas ubicadas en la ciudad de San José coinciden al señalar ciertas pautas del movimiento eólico en términos de velocidad y dirección. Un análisis breve de los principales patrones de viento en San José, permite identificar un vector dominante de origen cardinal ESTE, y una velocidad de 15km/h. Sin embargo, existen también dos vectores secundarios de tendencia de origen Noreste y Sureste, con una apertura angular de +- 20 grados con respecto de la horizontal, y dentro de un rango de velocidad entre los 10km/h y 25km/h.

Prevailing Winds

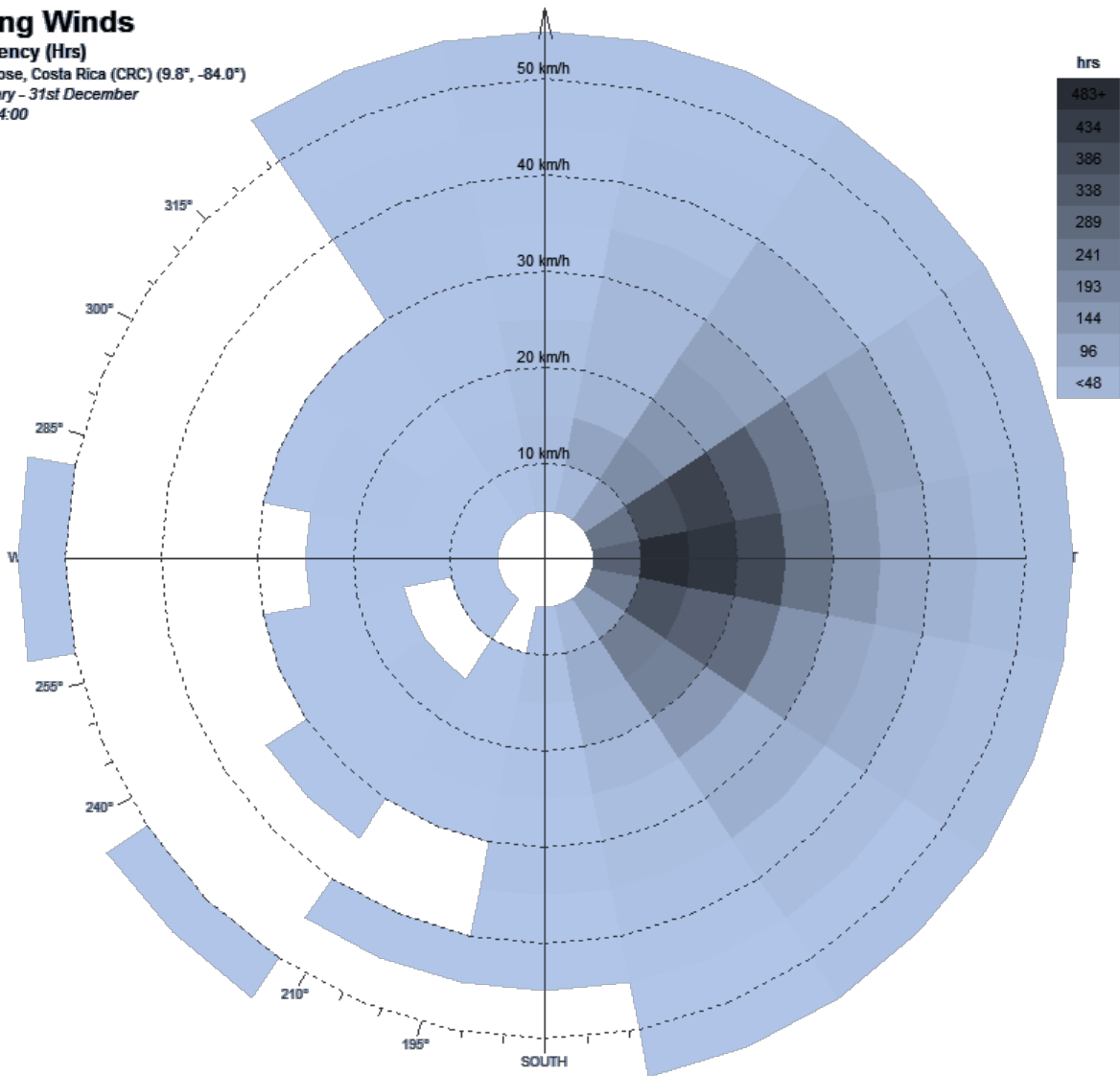
Wind Frequency (Hrs)

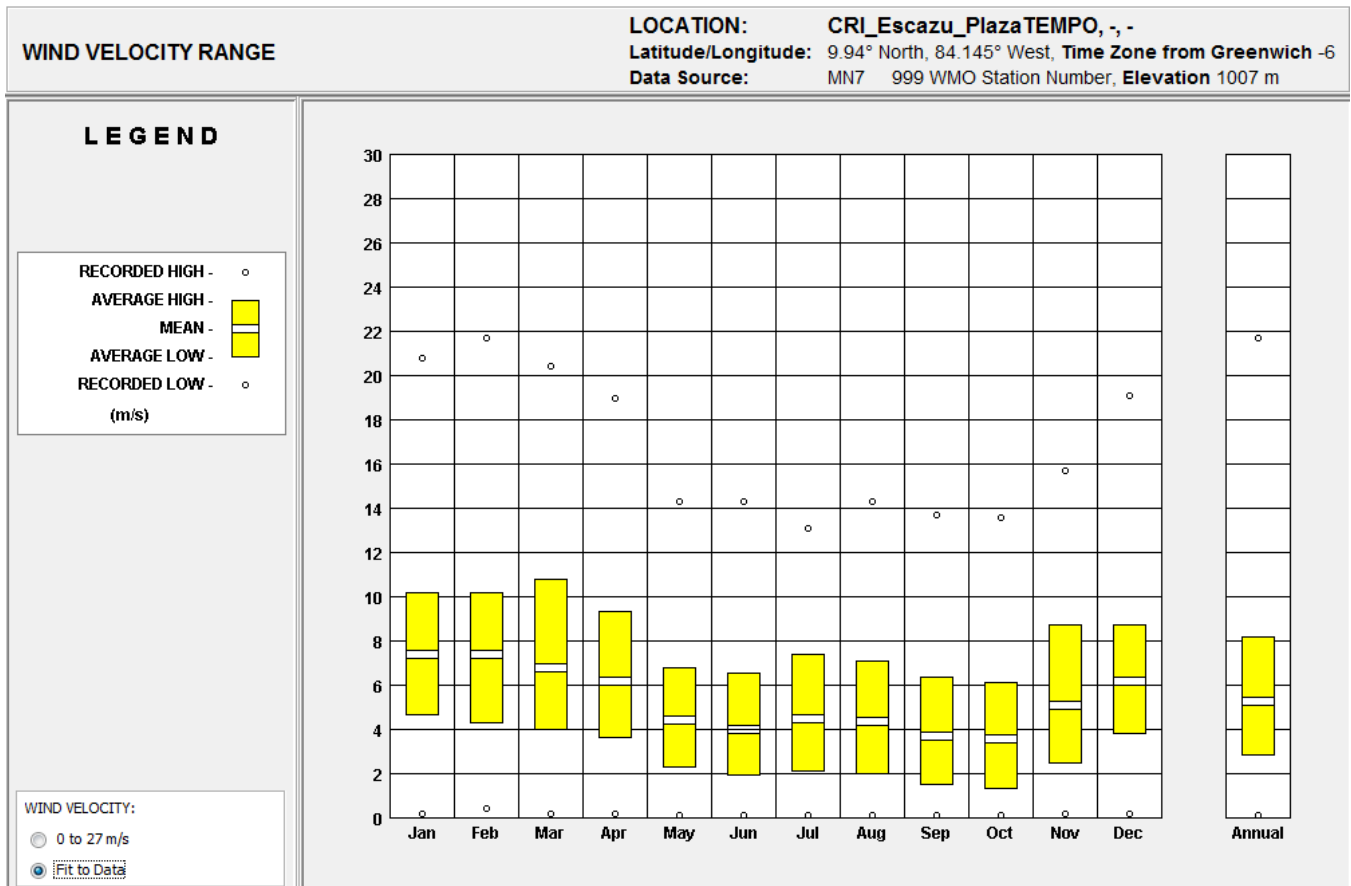
Location: San Jose, Costa Rica (CRC) (9.8°, -84.0°)

Date: 1st January - 31st December

Time: 00:00 - 24:00

© Weather Tool



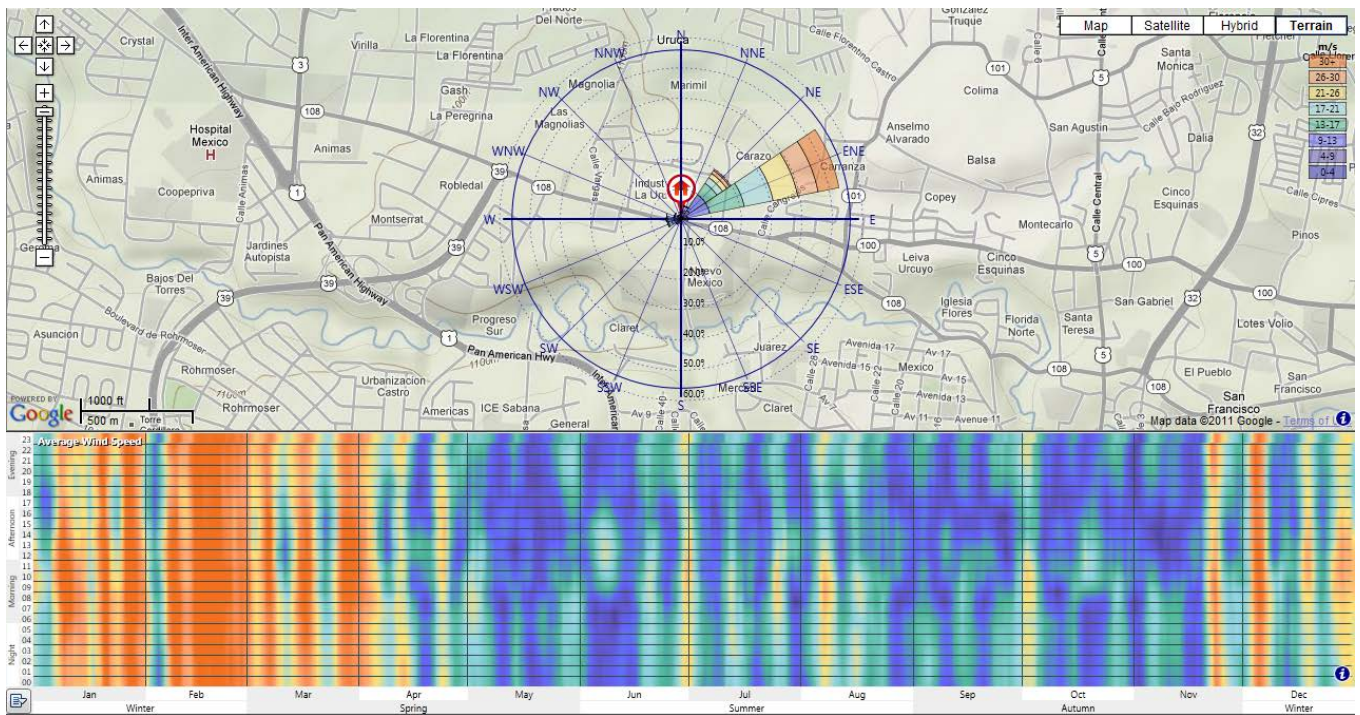


A pesar de lo anterior, una mirada con mayor detalle, permite apreciar un nivel de intensidad notoriamente irregular según los periodos del año que se estudien.

Un primer periodo principal agrupa las mayores intensidades en la velocidad del viento, y se extiende desde inicios del mes de Noviembre, hasta finales del mes de Marzo. La velocidad inicial promedio para este periodo es de aproximadamente 29km/h.

El segundo periodo por su parte, va desde inicios del mes de Abril, hasta finales del mes de Octubre, y presenta un promedio de velocidad inicial de 14km/h.

La representación yuxtapuesta de la información sobre la dirección de la brisa, y sobre su intensidad horaria mensual, se muestra en la imagen siguiente. Así puede apreciarse tanto la variabilidad mencionada, como el principal vector direccional de origen para la columna de viento. Además se coloca el diagrama de Rosa de los Vientos sobre el sitio específico del proyecto, de manera tal que pueda comprenderse gráficamente su incidencia.



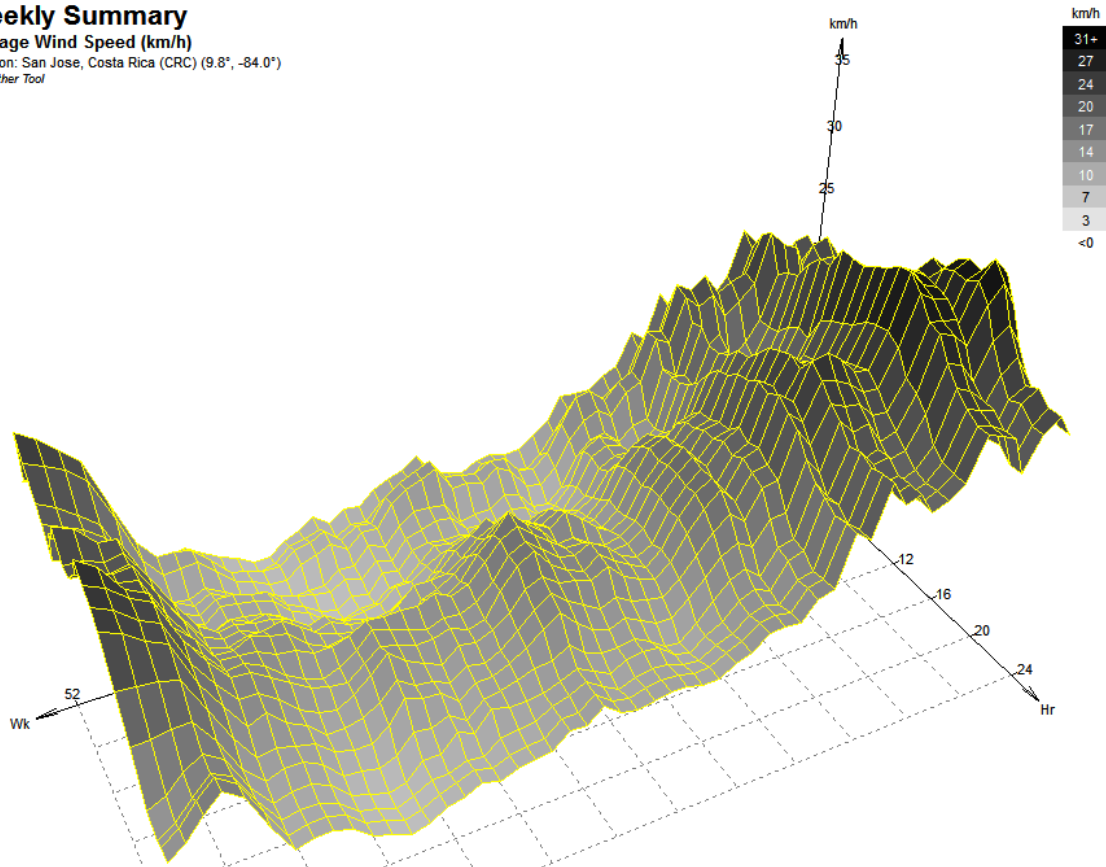
Finalmente se presenta una representación visual en forma de malla tri-dimensional, que refleja la tendencia de la velocidad del viento incidente (sobre el eje Z) a lo largo del día (sobre el eje y), y a lo largo del año (sobre el eje x). Se aprecian claramente los dos periodos mencionados anteriormente.

Weekly Summary

Average Wind Speed (km/h)

Location: San Jose, Costa Rica (CRC) (9.8°, -84.0°)

© Weather Tool



Resultados de la simulación

El análisis por simulación se efectuó bajo una configuración idéntica a la establecida en el estudio de diagnóstico, está desarrollado en el predio conjunto del centro comercial Plaza Tempo, y el hotel Holiday Inn Escazú, ubicado sobre la autopista Ruta Nacional 27, a la altura de San Rafael de Escazú, en la ciudad de San José. La diferencia en el presente informe, radica en la incorporación de las diversas estrategias planteadas para la mitigación y desaceleración de la corriente de aire en el espacio habitable.



Como referencia, se detalla a continuación una tabla de asociación entre el rango de velocidad del viento y la sensibilidad humana, conocida como la escala de Beaufort. Esta escala ilustra el efecto de las diferentes categorías de intensidad sobre superficies marítimas y terrestres, de manera tal que se logre una mayor claridad y comprensión.

LA ESCALA DE BEAUFORT

Número de Beaufort	Velocidad del viento (km/h)	Nudos (millas náuticas/h)	Denominación	Aspecto del mar	Efectos en tierra
0	0 a 1	< 1	Calma	Despejado	Calma, el humo asciende verticalmente
1	2 a 5	1 a 3	Ventolina	Pequeñas olas, pero sin espuma	El humo indica la dirección del viento
2	6 a 11	4 a 6	Flojito (Brisa muy débil)	Crestas de apariencia vítrea, sin romper	Se mueven las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos
3	12 a 19	7 a 10	Flojo (Brisa Ligera)	Pequeñas olas, crestas rompientes.	Se agitan las hojas, ondulan las banderas
4	20 a 28	11 a 16	Bonancible (Brisa moderada)	Borreguillos numerosos, olas cada vez más largas	Se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles
5	29 a 38	17 a 21	Fresquito (Brisa fresca)	Olas medianas y alargadas, borreguillos muy abundantes	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada
6	39 a 49	22 a 27	Fresco (Brisa fuerte)	Comienzan a formarse olas grandes, crestas rompientes, espuma	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas.
7	50 a 61	28 a 33	Frescachón (Viento fuerte)	Mar gruesa, con espuma arrastrada en dirección del viento	Se mueven los árboles grandes, dificultad para andar contra el viento
8	62 a 74	34 a 40	Temporal (Viento duro)	Grandes olas rompientes, franjas de espuma	Se quiebran las copas de los árboles, circulación de personas dificultosa
9	75 a 88	41 a 47	Temporal fuerte (Muy duro)	Olas muy grandes, rompientes. Visibilidad mermada	Daños en árboles, imposible andar contra el viento
10	89 a 102	48 a 55	Temporal duro (Temporal)	Olas muy gruesas con crestas empenachadas. Superficie del mar blanca.	Árboles arrancados, daños en la estructura de las construcciones
11	103 a 117	56 a 63	Temporal muy duro (Borrasca)	Olas excepcionalmente grandes, mar completamente blanca, visibilidad muy reducida	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles
12	+ 118	+64	Temporal huracanado (Huracan)	Olas excepcionalmente grandes, mar blanca, visibilidad nula	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles y lluvias.

Según las categorías de esta escala, los vientos predominantes sobre el área de trabajo, corresponden a la **categoría 5** denominada como **Brisa Fresca**, y están asociados a efectos de pequeños movimientos de los árboles en la superficie terrestre, y ondulación visible en la superficie de cuerpos de agua.

Resultados de la simulación

El análisis por simulación se efectuó bajo una configuración que toma en consideración todos los factores anteriormente mencionados.

A efectos de la determinación del riesgo potencial para el confort humano, el principal elemento a considerar dentro del análisis, es la tasa de flujo del aire (AirflowRate), la cual muestra, mediante una escala de colores, las velocidades absolutas del flujo de aire a medida que colisiona con los diversos obstáculos y se moviliza entre ellos. A continuación, se muestra una serie de imágenes de este parámetro a altura de los usuarios, considerando un origen de vector incidente desde el ESTE.

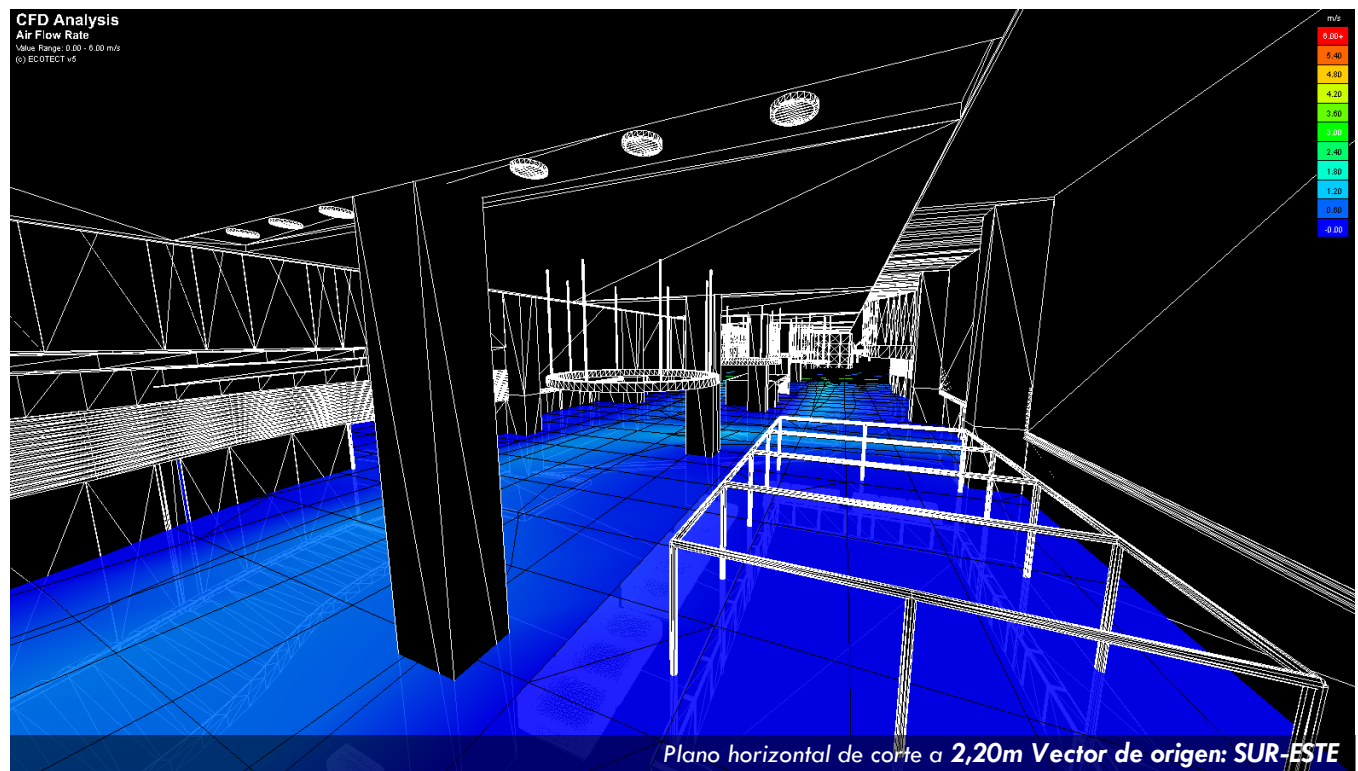
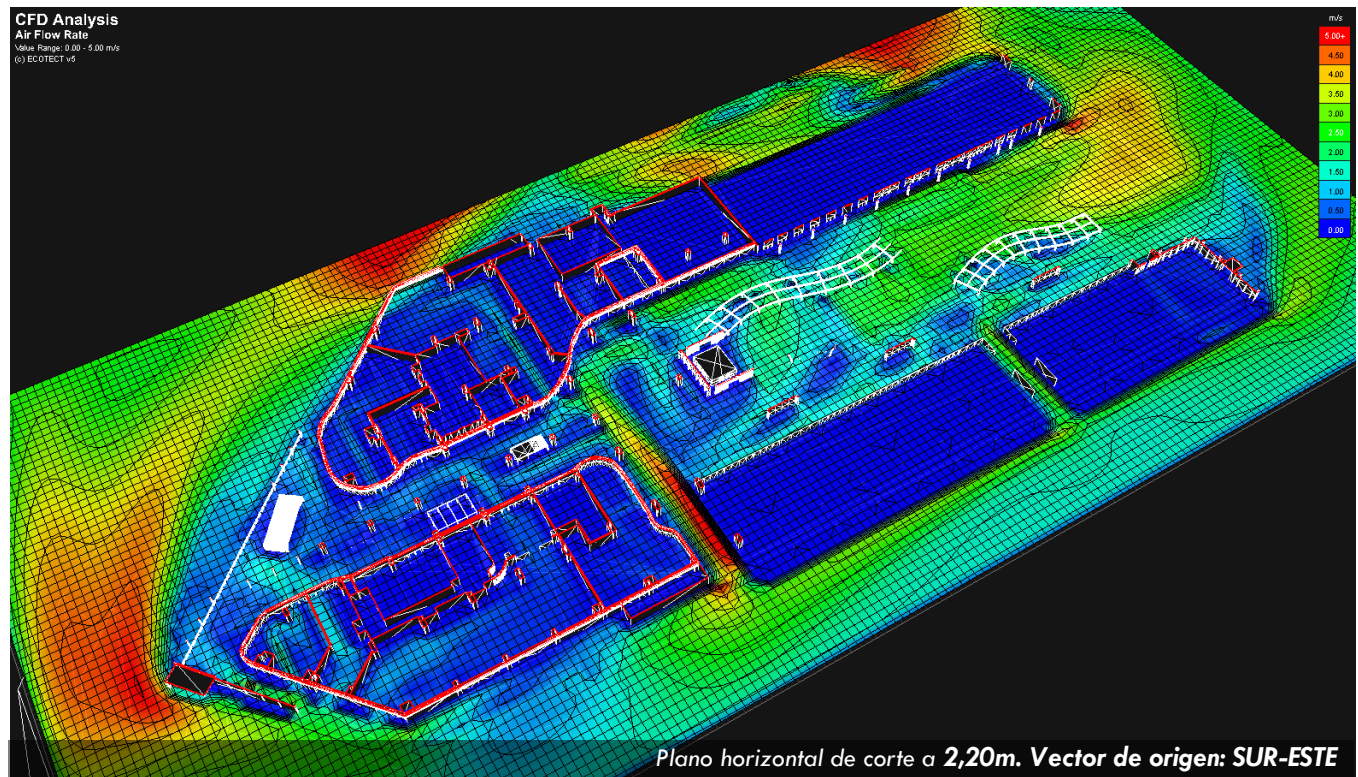
Las principales estrategias utilizadas para la mitigación de la corriente de aire proveniente de la plaza, e incidente sobre el espacio interior (bajo cubierta) se enlistan a continuación:

- Colocación de elementos de vegetación (árboles bajos) sobre la superficie de la plaza.
- Colocación de obstáculos físicos como parte del diseño arquitectónico del paisaje.
- Colocación de cubiertas especiales para el re-direccionamiento del flujo de aire antes de ingresar al espacio interno.
- Colocación de muros cortina en el acceso a sectores específicos del espacio bajo cubierta.

REPORTE DE ANÁLISIS POR SIMULACIÓN

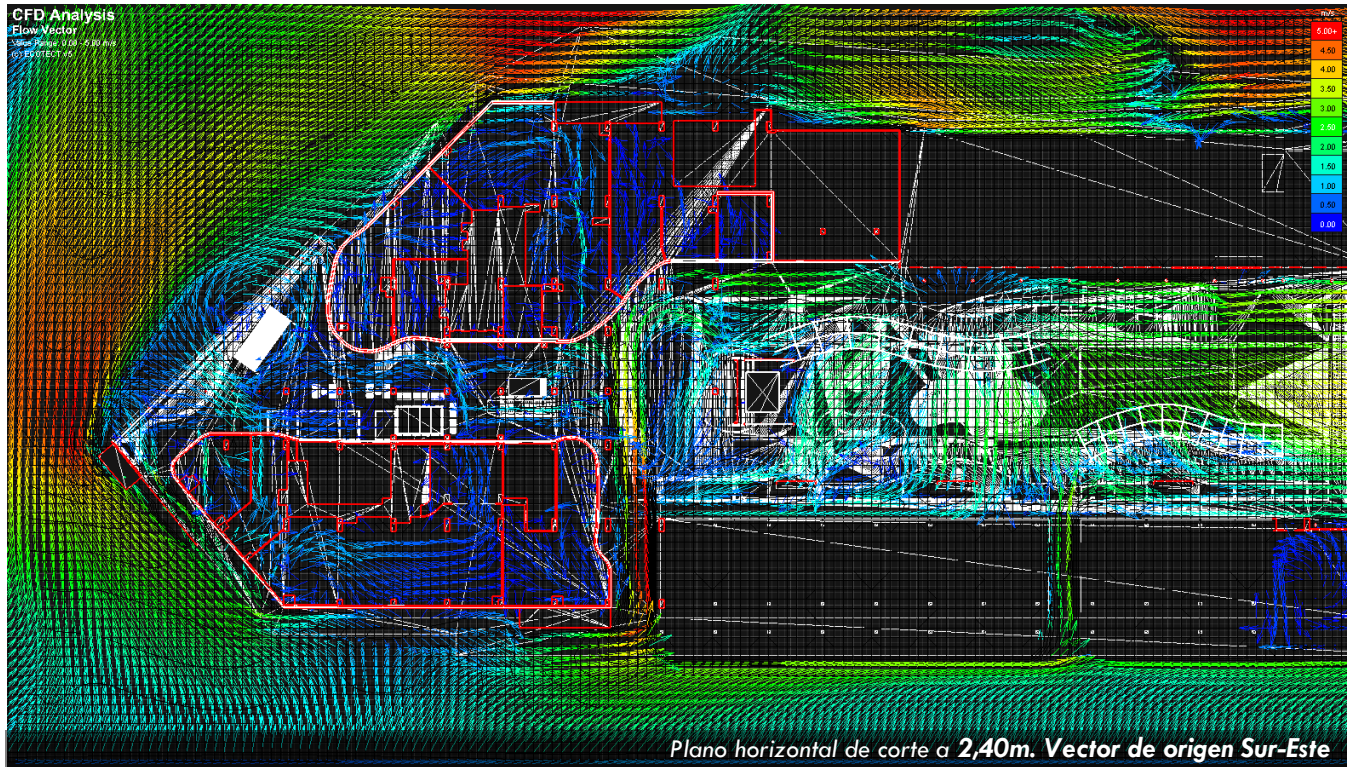
El efecto de todas estas estrategias se implementó de manera simultánea, de forma tal que se apreciase su funcionamiento sistémico.

TASA DE FLUJO DE AIRE



A una altura de 2,20m los resultados de la simulación del vector de origen Sur-Este, demuestran que la estrategia de una nueva cubierta y muros cortina en el sector de la plaza trasera del centro comercial, resulta sumamente efectiva. Las velocidades resultantes, después de bloquear este punto de ingreso del aire son de entre 1-1,5 m/s; lo cual corresponde a las categorías 1 y 2 en la escala de Beaufort.

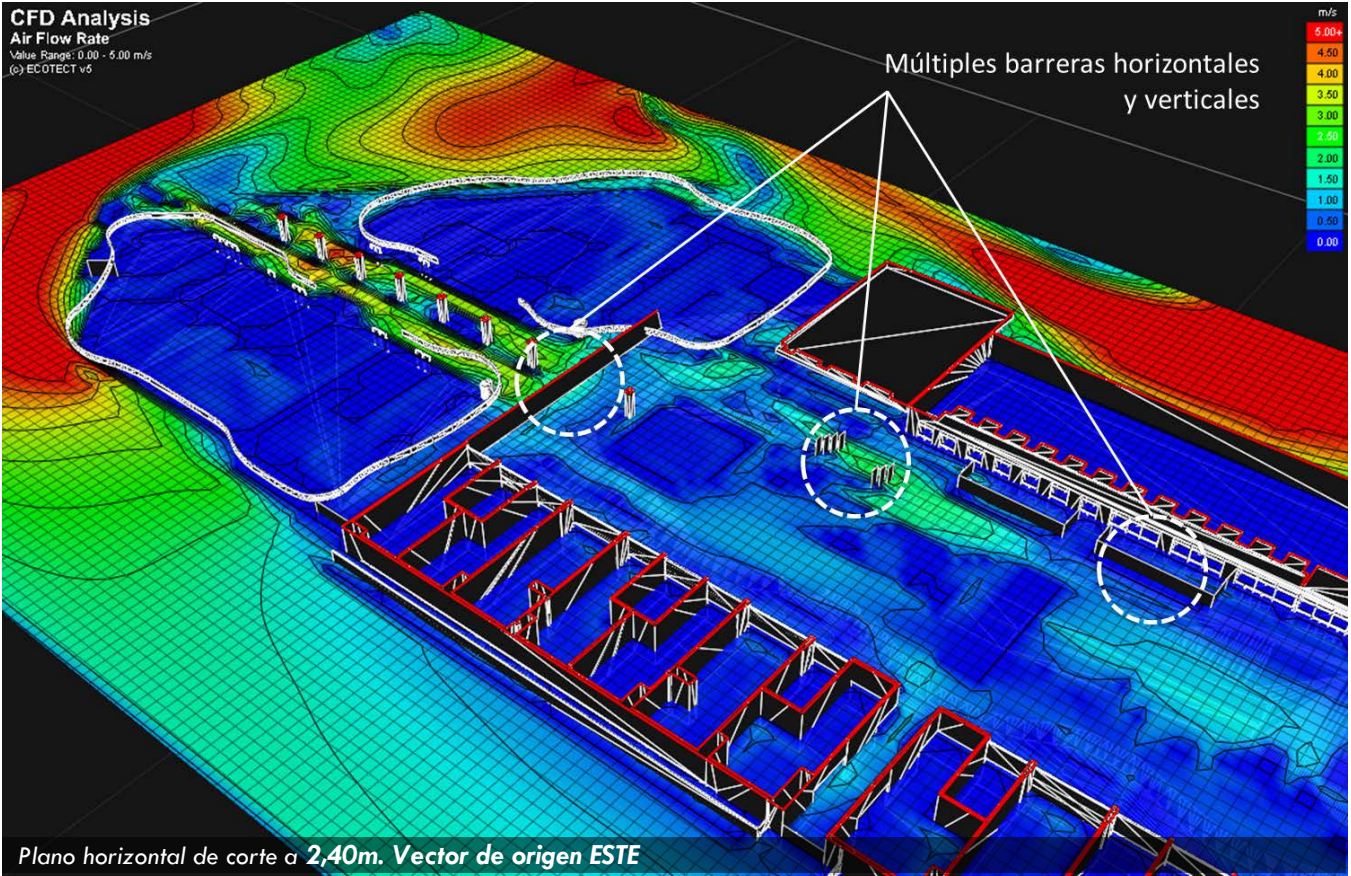
Este comportamiento se aprecia al estudiar la direccionalidad de los vectores de flujo, exactamente con los mismos resultados, así como se aprecia en la siguiente imagen.



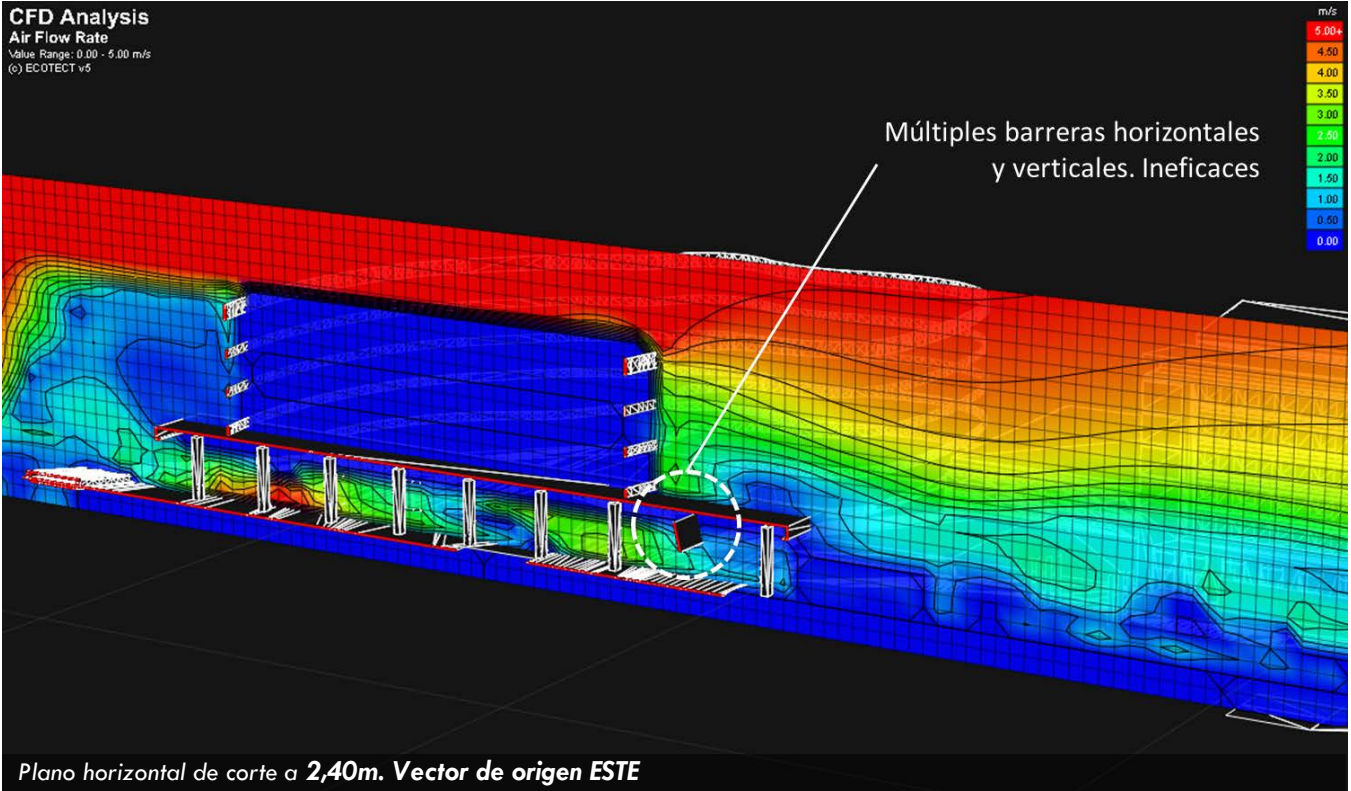
Con respecto de esta estrategia específica, se concluye que funciona de manera adecuada y logra resolver el ingreso del aire en el espacio interno, siempre y cuando el vector de origen eólico sea exclusivamente Sur-Este. En contraposición a este comportamiento, cuando el vector de origen se define con direccionalidad Este, o Nor-Este, el espacio interno vuelve a funcionar como el túnel de viento descrito en el análisis de diagnóstico, así como se muestra en las siguientes imágenes de tasa de flujo.

REPORTE DE ANÁLISIS POR SIMULACIÓN

CFD Analysis
Air Flow Rate
Value Range: 0.00 - 5.00 m/s
(c) ECOTECH v5



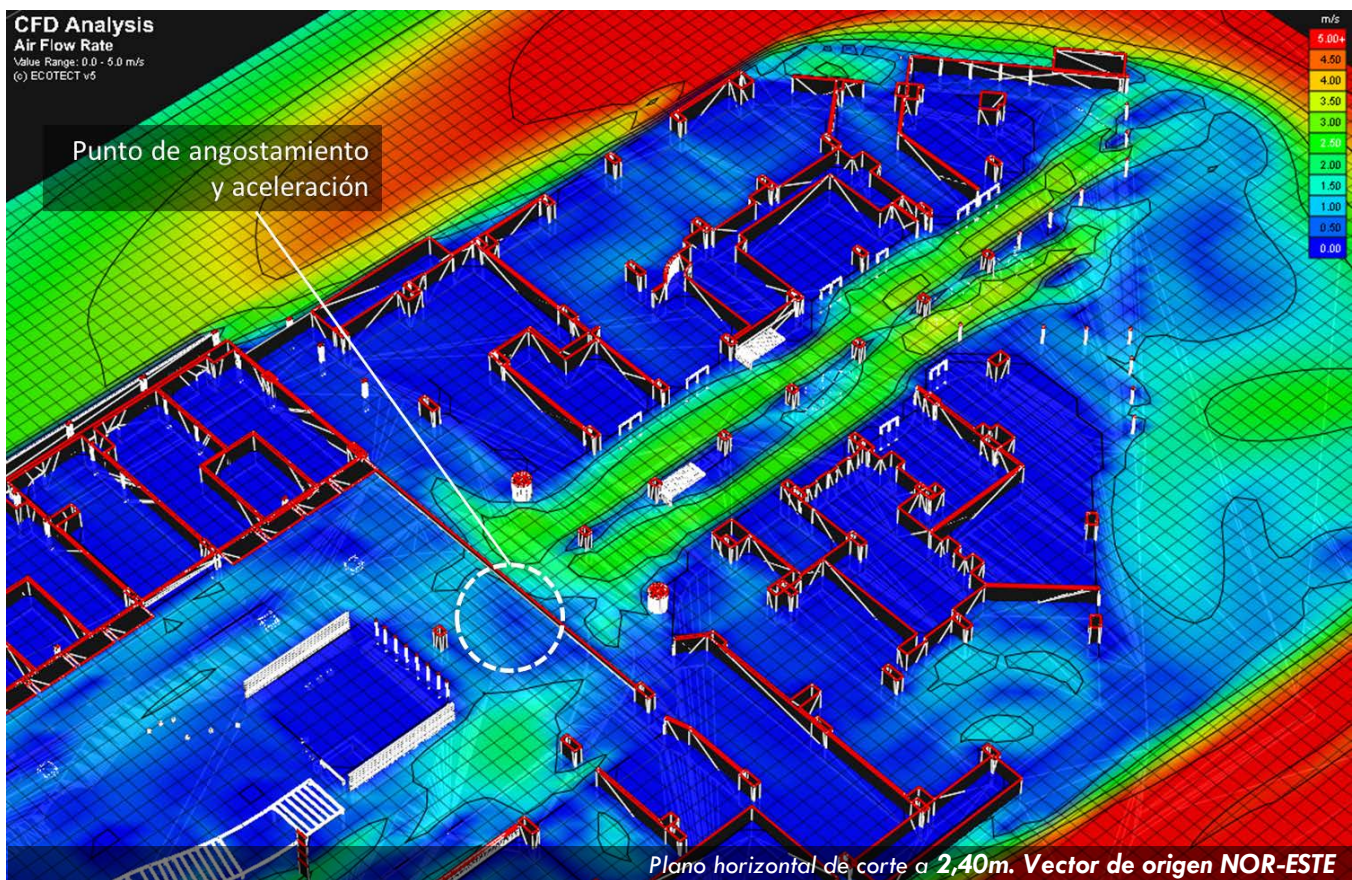
CFD Analysis
Air Flow Rate
Value Range: 0.00 - 5.00 m/s
(c) ECOTECH v5

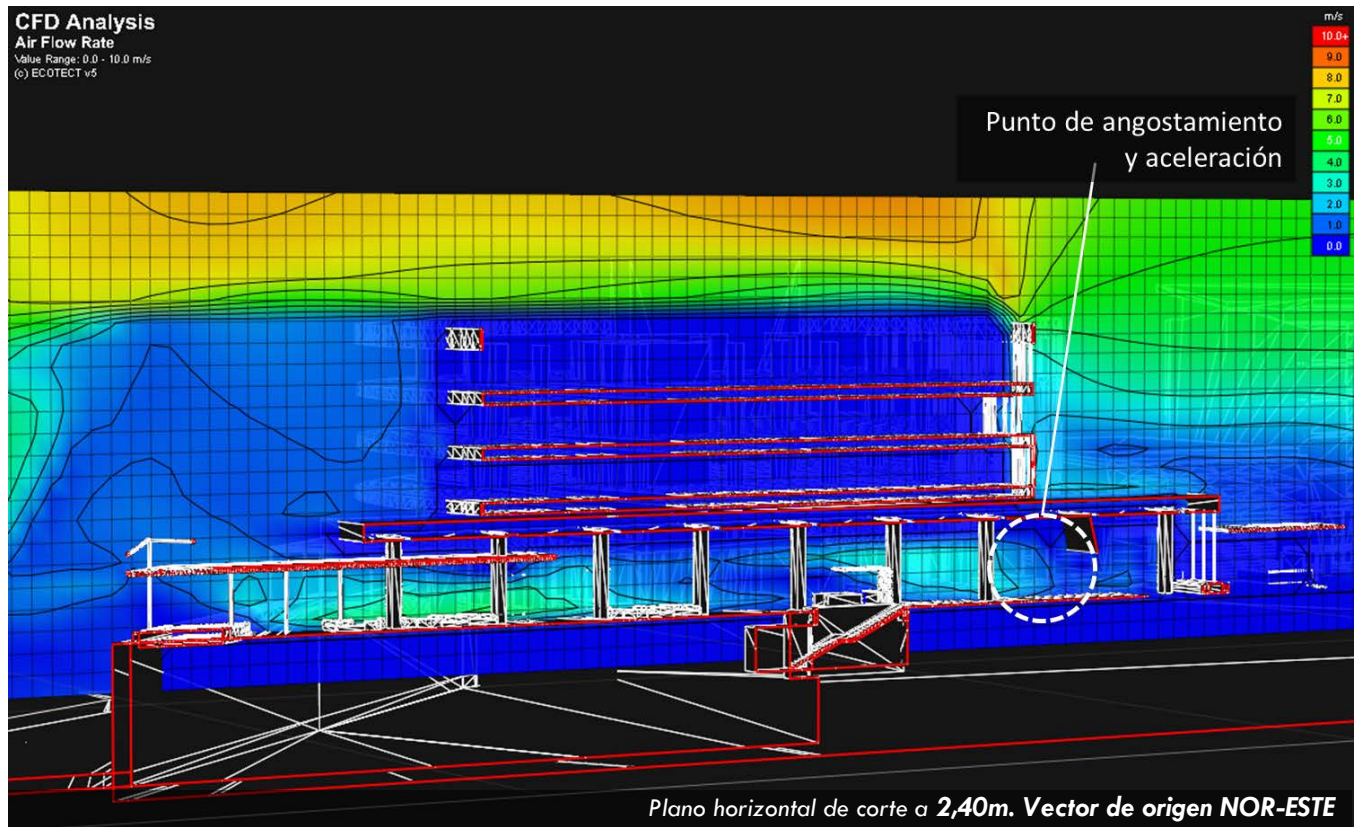


La imagen superior muestra un comportamiento adverso persistente con una columna de viento horizontal a lo largo de todo el espacio interno. Este flujo interno alcanza velocidades de hasta 4-5 m/s las cuales equivalen a la categoría 5 en la escala de Beaufort, con serios problemas de habitabilidad y confort humano.

En este punto queda claro, que las diversas estrategias utilizadas en el área de plaza exterior, no logran generar la “sombra de viento” necesaria para evitar el flujo hacia el interior del espacio habitable. De hecho, a pesar de los múltiples obstáculos, la configuración volumétrica de los edificios del conjunto, hacen que el flujo de la zona exterior en la plaza continúe acelerándose y aumentando la presión del aire, que se inyecta rápidamente hacia el espacio bajo cubierta.

Cabe destacar, que el flujo de aire incidente propiamente en el área de la plaza, sí se aminora significativamente, desde una velocidad actual en el rango de los 3-4 m/s en su condición actual, hasta velocidades de entre 0,50 y 1,50 m/s con los cambios propuestos. Esto implica una reducción en la velocidad absoluta de un 55% aproximadamente, con una consecuente mejoría en el confort humano.

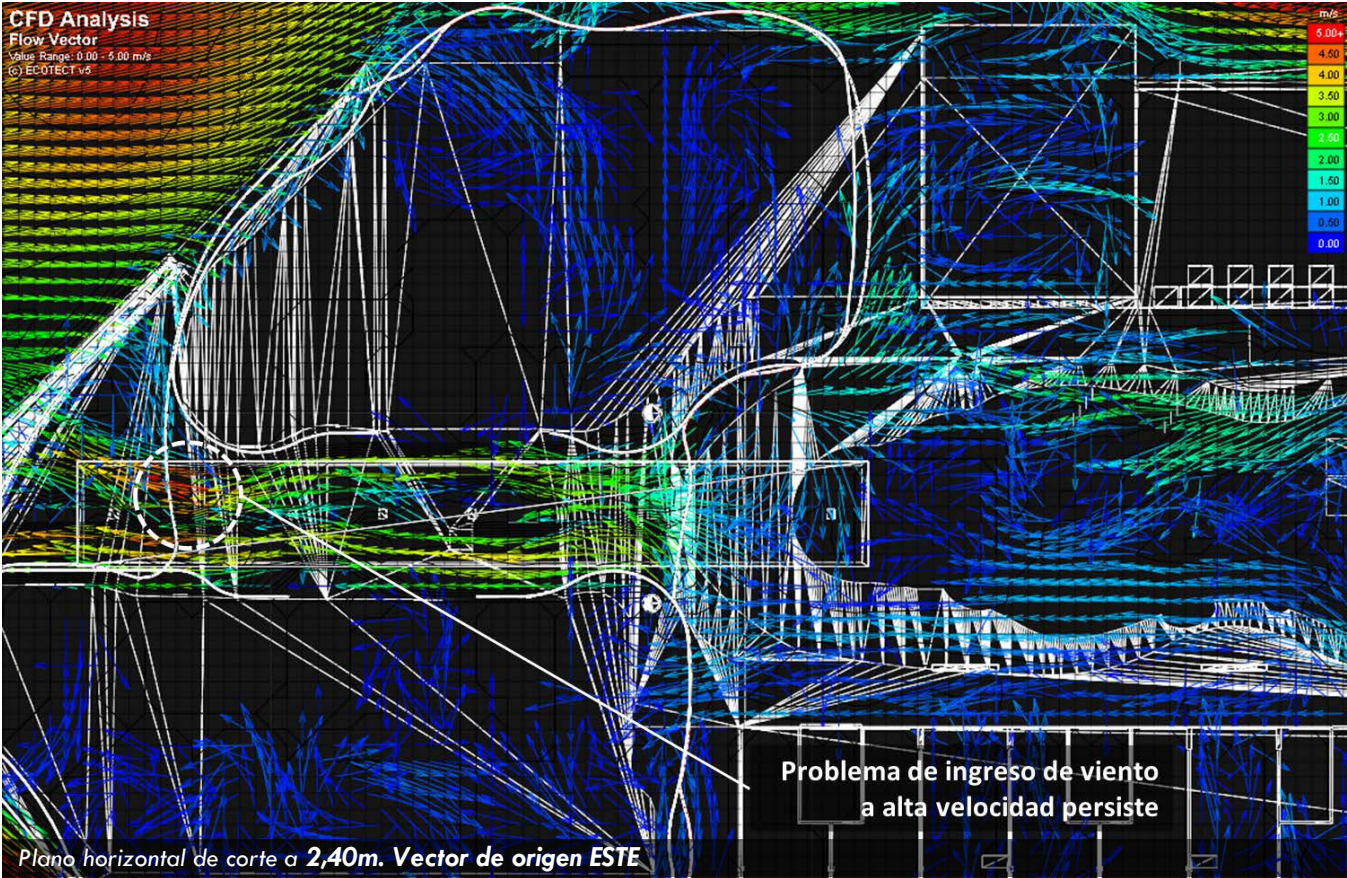


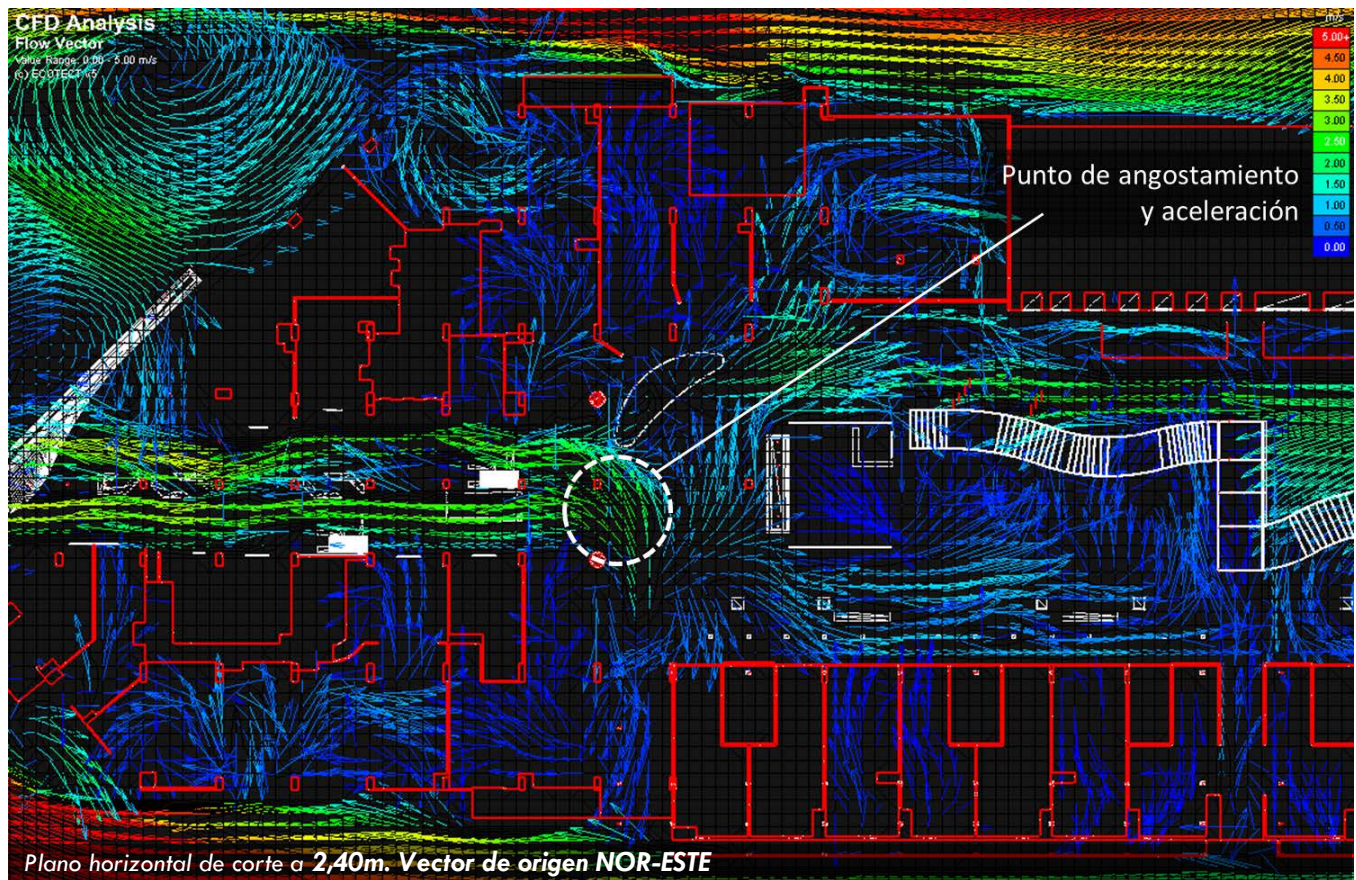


Tanto la colocación vertical como horizontal de la grilla de análisis muestra resultados consistentes en cuanto al ingreso del aire en el espacio interno. Todo obstáculo colocado en el espacio de la plaza, o cerca del acceso al espacio interno, logra redireccionar los patrones de aire, pero es ineficaz al momento de evitar la aceleración del mismo, y finalmente evitar su ingreso. Las diversas imágenes anteriores muestran varios puntos de obstaculización probados con base en las simulaciones de diagnóstico. Desafortunadamente con los mismos resultados ineficaces.

VECTORES DE FLUJO

La simulación efectuada también permite visualizar la direccionalidad predominante del viento, y sus modificaciones dentro del ámbito de análisis. De esta manera es posible confirmar las afirmaciones anteriores, la dirección se representa en las ilustraciones siguientes como trazos de flecha bajo el espacio del pórtico, en este caso para las direcciones de incidencia Este y Nor-Este.



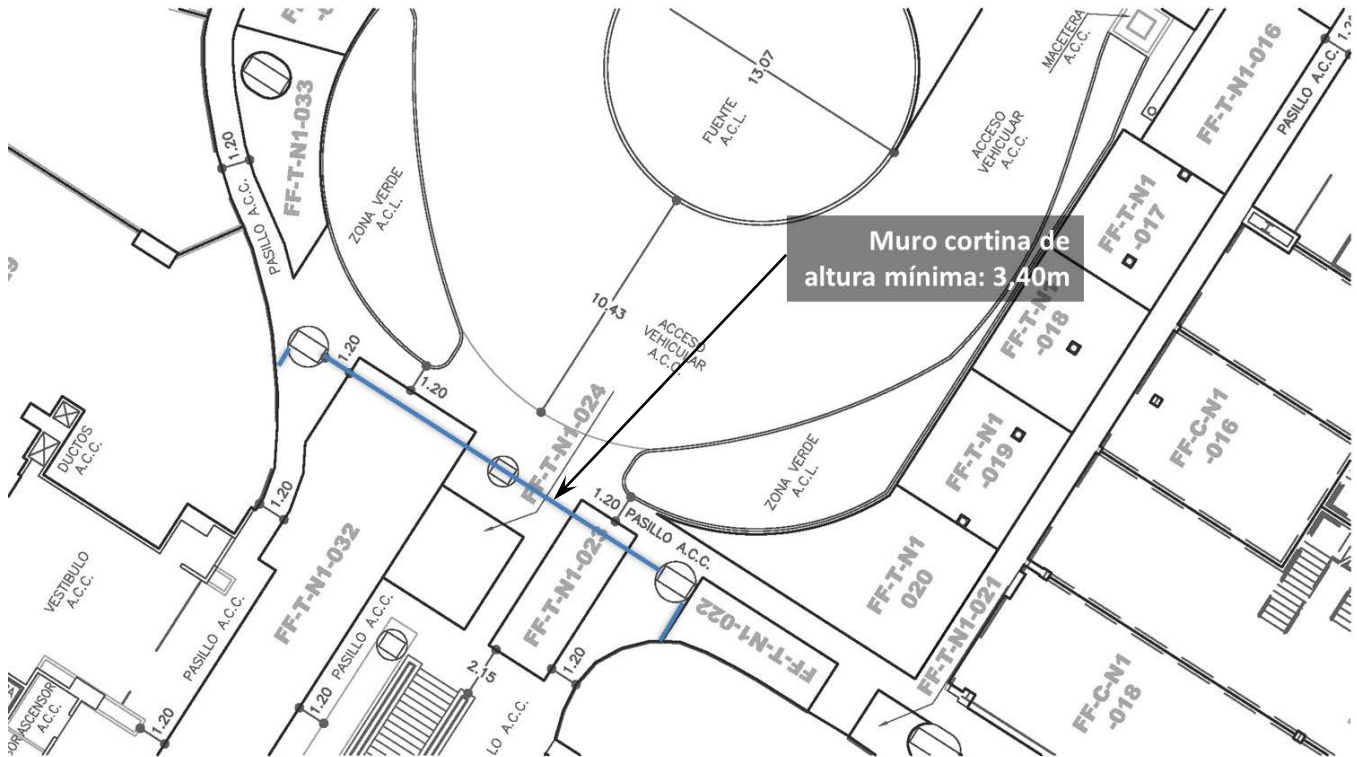


Conclusiones

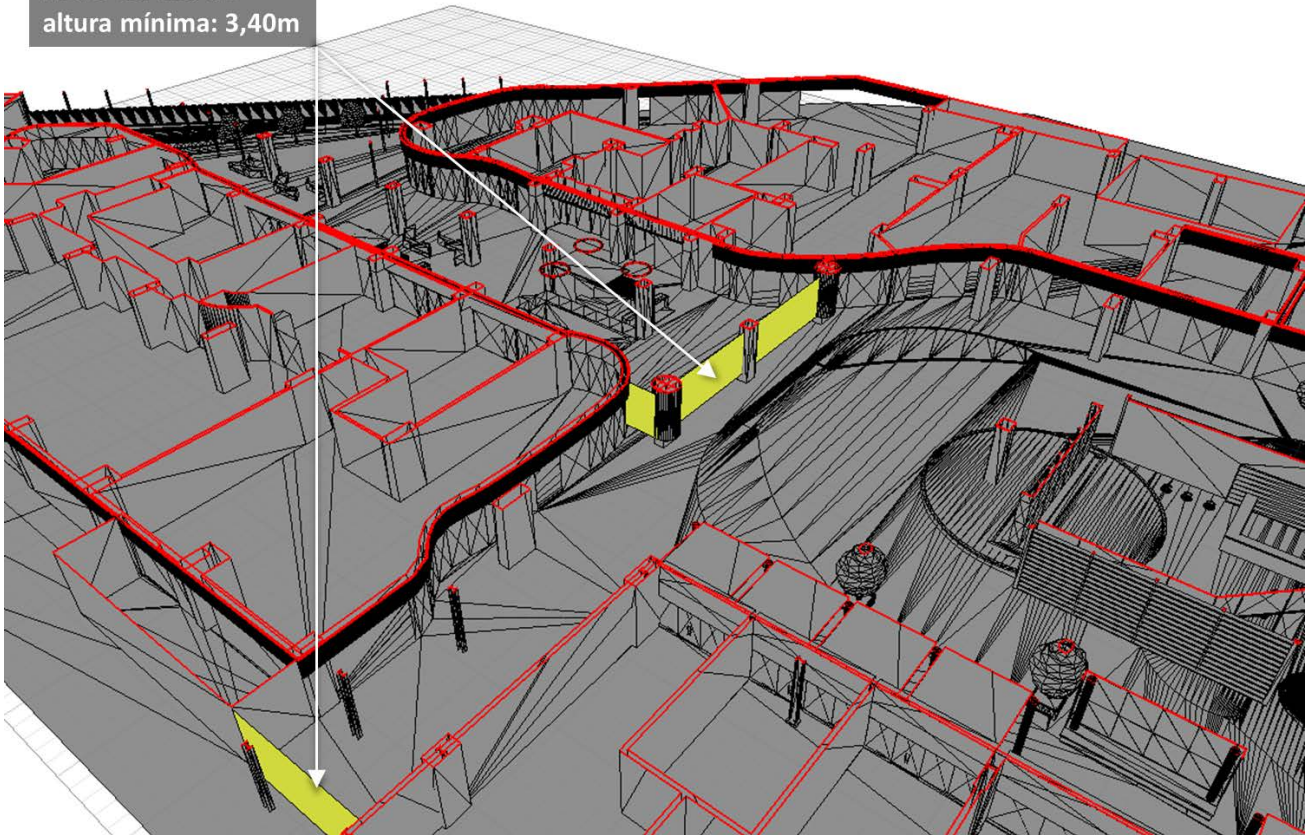
- 1) Existen **dos temporadas de viento claramente diferenciadas que se alternan sobre la ciudad de San José** según se encuentre en efecto la temporada seca (Noviembre a Marzo) o la temporada lluviosa (Abril a Octubre). Sin embargo, el análisis de CFD se ha efectuado tomando en cuenta información promediada anualmente dado que **el cambio en la intensidad del flujo, no es acompañado por mayores variaciones en su dirección de origen**. Los tres vectores de posible origen analizados fueron: Sur-Este, Este, y Nor-Este.
- 2) El vector de origen Sur-Este, **se ha logrado corregir** en términos de su afectación sobre el espacio de plaza posterior, e ingreso al espacio interno. **La estrategia de la nueva cubierta, y muros cortina** destinados a un sector especial del local comercial de la fachada Este, **logra contrarrestar efectivamente esta dirección de incidencia de viento**. Es importante que este nuevo espacio acristalado esté **cerrado por todos sus costados**.
- 3) Las estrategias de desaceleración de viento sobre el área de la plaza de acceso logran **mejorar las condiciones de ocupación humana**. En términos numéricos, se logran **reducir velocidades** en el rango de los 3-4 m/s, **a velocidades de entre 0,50-1,50 m/s**. esto implica una reducción cercana al 55%, con una consecuente mejoría en el comfort humano en este espacio.

- 4) Los vectores de origen Este y Nor-Este, se mantienen en ejercicio de aceleración y presión de aire hacia el interior del espacio bajo cubierta. **Los múltiples obstáculos** colocados a lo largo de la superficie de la plaza, re-direccionan los patrones de movimiento de aire, pero **no logran desacelerarlo ni evitar su ingreso al espacio interno.**

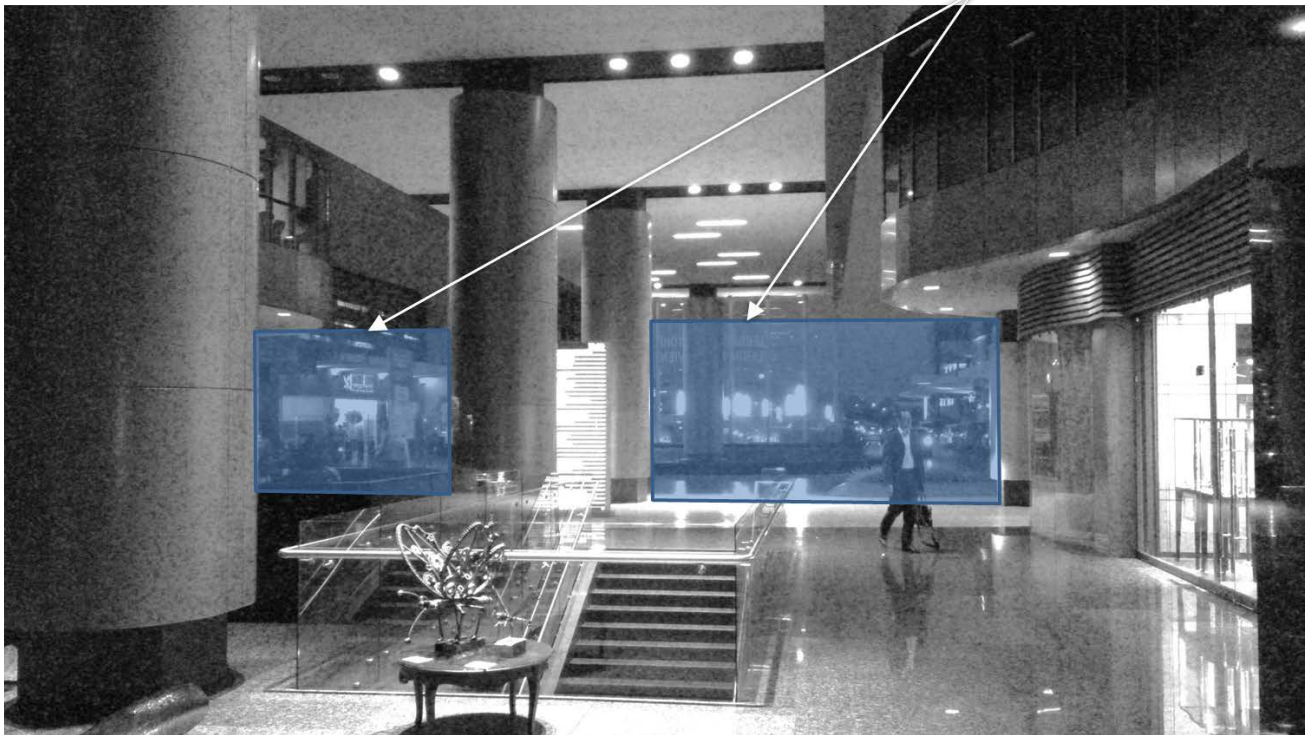
- 5) Para evitar el ingreso de corrientes de aire significativas e inconfortables hacia el espacio interno, se sugiere la construcción de una barrera física acristalada, con puertas corredizas automáticas, en la línea de "umbral" de acceso al espacio bajo cubierta. Esta barrera debe de construirse utilizando vidrio temperado o de seguridad, con arriostres transversales a una distancia máxima de 1,40m entre sí, y con una altura global mínima de 3,40m



Muro cortina de altura mínima: 3,40m



Muro cortina de altura mínima: 3,40m



Entorno &Clima

Sebastián Orozco M.
MArq. Medio Ambiente y
Arquitectura Bioclimática

San José
Costa Rica
www.entornoclima.com

sorozco@entornoclima.com
M: 8735 0288
Skype: sorozco.ec

