



Modelización del viento en edificios sobre revestimientos ventilados con aplacado cerámico

PROYECTO FINAL DE GRADO

Taller 19: Eficiencia Energética

Julio 2011

Grado de Ingeniería de la Edificación





Volumen I: Memoria técnica

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Introducción	3
1.2 Objeto y alcance	6
1.3 Origen	6
2. CARACTERISTICAS DE LAS FACHADAS APLACADAS CERAMICAS	8
2.1 Misión	8
2.2 Ventajas	9
2.3 Inconvenientes	11
2.4 Especificaciones	
2.4.1. El aislamiento higrotérmico	12
2.4.2. El aislamiento acústico	14
2.4.3. Barrera contra el agua	15
2.4.4. Tipos de juntas	18
2.5. Materiales	
2.5.1 Baldosas de gres	19
2.5.2. Gres porcelánico	19
3. DISEÑO DE LA FACHADA APLACADA CERAMICA	22
4. JUSIFICACION DEL USO DE SOLIDWORKS FLOW SIMULATION 2010	25
5. DESCRIPCION DE CALCULOS CON SOLIDWORKS SIMULATION 2010	28
5.1 Carga de la aplicación "Flow Simulation"	28
5.2 Configuración Dominio computacional	29
5.3 Configuración general de las características del viento y materiales	30
5.4 Designación de las condiciones de las fachadas	34
5.5 Colocación de los sensores de viento "Points Goals"	35
5.6 Inicio de la simulación	37
6. CALCULOS JUSTIFICATIVOS DEL VIENTO	39
7. GRAFICOS (ARAÑA)	43
8. DATOS DE VELOCIDAD Y DIRECCION	59
9. CONCLUSIONES	64
10. BIBLIOGRAFIA	64



Volumen II: Anexos

11. *NORMA* _____ 67

12. *PLANOS* _____ 71

A

1. Introducción

1.1. Introducción

En general, los esfuerzos producidos por el viento sobre las edificaciones son cargas fluctuantes, es decir, no estáticas. Ello puede ser debido tanto a la turbulencia de la corriente incidente como a la no estacionalidad de los fenómenos asociados al desprendimiento de las capas límites en los cuerpos romos.

El viento, aparte de generar fuerzas y momentos sobre las estructuras y sus cimientos, condiciona y distribuye el flujo de aire tanto en el interior como en el exterior de las construcciones. Este flujo exterior puede acarrear diversos fenómenos meteorológicos, que a su vez pueden afectar a la ventilación interna. 1

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. El viento tiene además un efecto mecánico, al producir cargas adicionales sobre la estructura, y un efecto térmico al enfriar las superficies del edificio.

La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.2

El viento, con estructura de flujo laminar, al incidir sobre un obstáculo desvía las líneas de flujo hacia arriba y hacia los lados del mismo, produciendo zonas de estancamiento o turbulencia, previas a la recuperación del flujo. La dimensión de estas zonas estará en función de la altura del obstáculo y del grado de permeabilidad del mismo

Durante mucho tiempo la única manera de ver el comportamiento del aire en distintas situaciones, ya sea para calcular la resistencia de algún tipo de material de construcción, la

¹ MCGRAW-HILL 2001 "Aerodinámica Civil, cargas de viento en las edificaciones"

² CTE DB-SE (2009) "Bases de Cálculo y Acciones en la Edificación."

estructura idónea de alguna instalación o la aerodinámica de un coche han sido las experiencias en túneles de viento.

Los experimentos en túneles de viento consisten en la recreación de la realidad a escala mediante maquetas, para posteriormente a través de una serie de sensores colocados en zonas adecuadas poder medir en esos puntos magnitudes como la velocidad del viento, la turbulencia, la carga aerodinámica, etc. También son utilizados en múltiples ocasiones gases trazadores para la visualización del flujo. No se debe olvidar que en estas experiencias se ha de guardar una relación de proporcionalidad adecuada en todas las magnitudes para poder comparar estas situaciones con la realidad.³

Como se sabe, los vientos son corrientes de convección en la atmósfera que tienden a igualar la diferencia de calentamiento en las diversas zonas del planeta. El aire más caliente flota sobre el más frío y es por eso que las masas de aire se mueven de un lado para otro, subiendo, bajando y finalmente mezclándose entre sí. El viento es, por tanto, el desplazamiento horizontal del aire y ello lo vamos analizar en las superficies de un edificio revestido con un aplacado mixto con grapas unido mecánicamente a la superficie de la fachada.⁴

Es necesario describir en qué consiste el proceso de transferencia de calor para ayudar a una mejor comprensión de este estudio, a continuación se explican los modelos de transferencia de calor.

Calor es la energía en tránsito desde un sistema con alta temperatura a otro sistema con más baja temperatura.

El calor se asocia con la energía interna cinética y potencial de un sistema (movimiento molecular aparentemente desorganizado).

Hay un dilema con la comprensión del párrafo anterior: Si el calor es una forma de la energía asociada a la vibración y el movimiento de las partículas, ¿qué es el calor que se mueve por el espacio vacío entre la Tierra y el Sol, donde en su mayor parte no hay moléculas? Bien, debemos saber que el calor puede también ser transferido desde cualquier fuente por Radiación. La radiación térmica es radiación electromagnética que se mueve con quanta en ondas, para ser preciso, con fotones en ondas, como se propaga la luz. Así, la transferencia de calor radiante puede suceder a través del vacío.

³ BLAZEK, J. (2001): *Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications*, Elsevier

⁴ MONTERO, E. (2007): ISBN 23245 "Manual básico Fachadas ventiladas y aplacados"

El calor siempre fluye desde una región con temperatura más alta hacia otra región con temperatura más baja. La transferencia o dispersión del calor puede ocurrir a través de tres mecanismos posibles, conducción, convección y radiación:

CONDUCCIÓN: *Flujo de calor a través de medios sólidos por la vibración interna de las moléculas y de los electrones libres y por choques entre ellas. Las moléculas y los electrones libres de la fracción de un sistema con temperatura alta vibran con más intensidad que las moléculas de otras regiones del mismo sistema o de otros sistemas en contacto con temperaturas más bajas. Las moléculas con una velocidad más alta chocan con las moléculas menos excitadas y transfieren parte de su energía a las moléculas con menos energía en las regiones más frías del sistema. Las moléculas que absorben el excedente de energía también adquirirán una mayor velocidad vibratoria y generarán más calor (energía potencial -absorbe calor- <--> energía cinética -emite calor).*

CONVECCIÓN: *Es el flujo de calor mediante corrientes dentro de un fluido (líquido o gaseoso). La convección es el desplazamiento de masas de algún líquido o gas. Cuando una masa de un fluido se calienta al estar en contacto con una superficie caliente, sus moléculas se separan y se dispersan, causando que la masa del fluido llegue a ser menos densa. Cuando llega a ser menos denso se desplazará hacia arriba u horizontalmente hacia una región fría, mientras que las masas menos calientes, pero más densas, del fluido descenderán o se moverán en un sentido opuesto al del movimiento de la masa más caliente (el volumen de fluido menos caliente es desplazado por el volumen más caliente). Mediante este mecanismo los volúmenes más calientes transfieren calor a los volúmenes menos calientes de ese fluido (un líquido o un gas).*

RADIACIÓN: *Es la transferencia de calor por medio de ondas electromagnéticas. No se requiere de un medio para su propagación y se propaga a través de ciertos fluidos. La energía irradiada se mueve a la velocidad de la luz. El calor irradiado por el Sol se puede intercambiar entre la superficie solar y la superficie de la Tierra sin calentar el espacio de transición. Por ejemplo, si colocamos un objeto bajo los rayos del Sol directo, en poco tiempo notaremos que aumenta la temperatura del objeto y por lo tanto se producen ganancias térmicas. El calor que nos llega por efecto de la radiación, se absorbe según el coeficiente de emisividad del objeto y la temperatura del cuerpo a la cuarta.*

El aire y el suelo tienen un Calor Específico de 1050 J/Kg · °C cada uno.

El agua tiene un Calor Específico más alto que el suelo y el aire; así, la Capacidad Térmica del agua es más alta que la Capacidad Térmica del aire y la tierra. A una Capacidad Térmica más grande, una tasa más lenta en la disipación del calor.

La atmósfera y la tierra no pueden mantener una generación de calor por períodos más largos que el agua porque tienen una Capacidad Térmica más baja que el agua. Para volúmenes iguales (1 Kg de cada medio), el agua absorbe más calor que el aire o la tierra, así que las aguas absorben más calor –que se convierte en energía cinética y potencial– que la tierra o el aire. Un cuerpo con una alta densidad de energía demorará más para consumir su energía interior que un cuerpo con una densidad más baja de energía. Por ejemplo, si usted tiene diez dólares y su amigo tiene cinco dólares, y cada uno se obliga a gastar un dólar por día, usted demorará diez días para gastar su dinero, mientras que su amigo demorará sólo cinco días para gastar su dinero.

En general, la tierra y el aire tienen, independientemente, 1/4 del Calor Específico del agua⁵.

1.2. Objeto y alcance

Este proyecto tiene como objetivo el diseño de un edificio de unas dimensiones determinadas de con un aplacado mixto cerámico. Posteriormente mediante el programa Solid Works y usando la aplicación “Flow Simulation” analizaremos el comportamiento del viento en sus cuatro fachadas y en la azotea. En una analogía de lo que vendría a ser el estudio de un edificio en un túnel de viento.

Con ello vamos a poder ver el comportamiento del viento en los distintos puntos, objetivos de estudio, a diferentes alturas del edificio, en doce direcciones radiales distintas y también distintas velocidades de viento, además de la influencia que todo ello pueda tener en la geometría del edificio.

1.3. Origen

La fachada ventilada se materializa al colocar un revestimiento rígido más o menos delgado separado del soporte de la fachada, pero fijado a él, para poder transmitir las acciones debidas al viento, peso propio y tensiones de origen térmico. La presión ejercida por el viento sobre un edificio se calcula mediante la siguiente fórmula (Fig 1.1).

$$p = \frac{(1 + c) dv^2}{2}$$

d = densidad del aire

c = Factor de forma (oscila entre 0,3 para objetos cilíndricos y 1 para los planos)

v = velocidad del aire

Fig.1.1 Fórmula de la densidad del aire⁶

⁵ NAHLE, NASIF. 2006. *Transferencia de Calor. Biology Cabinet*

Cuando una corriente choca con un edificio aminora su flujo, haciendo que cierta cantidad llegue al interior mientras que otra parte se desvía alrededor de él, hacia arriba o hacia sus lados adyacentes y tarda un cierto tiempo en bajar de nuevo a la superficie para recuperar su dirección y presión y flujo originales (fig 1.2 y 1.3).

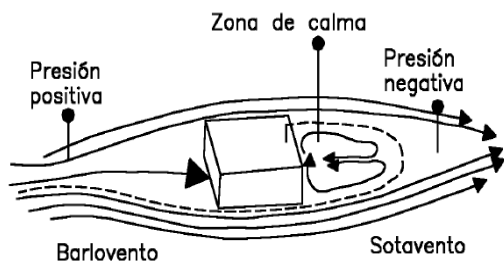


Fig.1.2 Las distintas zonas de presión

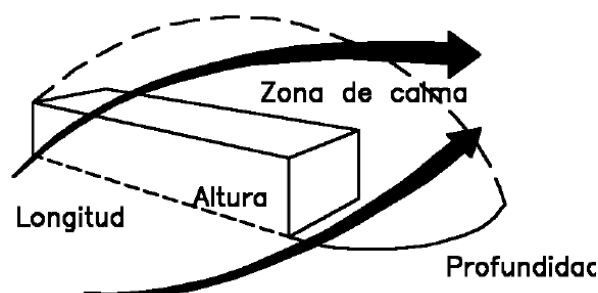


Fig.1.3 Las zonas de flujo.

En el lado que está frente al viento, también llamado barlovento, se crea un área en el que el aire adquiere una mayor presión y es dirigido hacia el interior del edificio. Al lado opuesto o sotavento, la presión es menor y el flujo de aire va hacia fuera. A lo largo de este recorrido se forma a sotavento una zona de calma que se llena gradualmente de aire y la presión que no se escapa retorna hacia el edificio.

Más o menos a una distancia de 7 veces la altura de la edificación, la corriente recupera su velocidad inicial (fig 1.4).

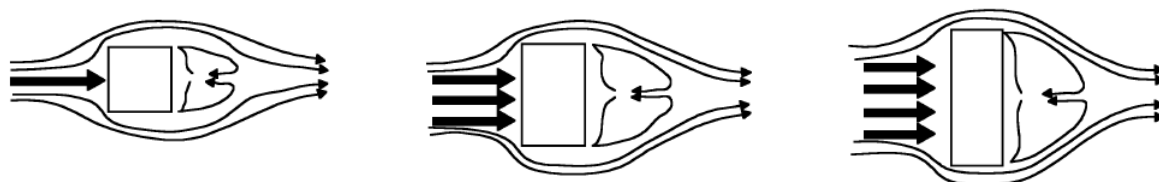


Fig.1.4 Zonas de barlovento y sotavento

La fachada ventilada se puede ejecutar con gran variedad de productos. Puede realizarse con piezas delgadas de piedra, cerámica, materiales sintéticos, metales, etc., sujetas al soporte mediante anclajes metálicos situados en posición vista u oculta, quedando entre aplacado y zona portante un espacio por el que puede circular una corriente de aire.

⁶ Formula CIPM 1981/91

2. Características de los aplacados cerámicos en fachada.

2.1. Características del revestimiento

2. Hace de pantalla pluvial y de pantalla a la radiación solar.
3. Permite evitar algunos puentes térmicos formados por el encuentro de distintos elementos constructivos.
4. Aumenta la protección de algunos elementos constructivos. Esta protección obliga a ocultar estos elementos.
5. Nos da una imagen del edificio mas moderna y actualizada. Además, permite modificar revestimientos existentes fácilmente.

2.2. Ventajas ⁷

- Ahorro energético (25 a 40%).
Valor empleado habitualmente que debe ser objeto de un proyecto de investigación que contemple los siguientes aspectos:
 - Simulación inicial en CFD sobre un modelo básico para realizar los cálculos teóricos de las propiedades de transmisión.
 - Se caracterizaría sobre dos condiciones exteriores básicas.
 - **Radiación** (interior 22° C y exterior 33° C, con una radiación de 800 w/m²).
 - **Gradiente térmico sin radiación** (interior 22° C y exterior 35 ° C y 0° C)
 - Estudio experimental básico y corroboración del modelo.
Estudios para determinar las propiedades de transmisión en estado estacionario (u equivalente) y dinámico (inercia térmica y desfase) bajo diferentes condiciones de ensayo.
 - **ventilación natural**
 - **ventilación forzada**
 - **ventilación forzada + simulador solar**
 - Estudio completo mediante CFD y caracterización de la fachada.
Se realizaría considerando como variable
 - Obra soporte
 - Fachada ventilada
 - Material
 - Peso/m²

⁷ MONTERO.E (2007): ISBN 23245 “Manual básico Fachadas ventiladas y aplacados”

- Espesor
- Junta

Condiciones exteriores

- Radiación (100, 400, 800w/m² y 35° C) y sin convección forzada.
- Sin radiación (exterior 35° C y 0° C) con y sin convección

Objeto

- Conocer el comportamiento energético de la fachada ventilada.

- o Evaluación de la demanda en edificios tipo y zonas dinámicas diferenciadas, con programas tipo (no CFD). Influencia en el ahorro energético en dos edificios tipo
 - Con fachada ventilada
 - con obra de fábrica tradicional

En

- Ambiente costero mediterráneo
- Clima continental sur de Europa
- Clima continental norte de Europa

- o Monitorización y seguimiento
 - Sobre un edificio tipo

Hay que tener presente que parte de este porcentaje se debe a la ausencia de puentes térmicos y que parte es consecuencia de la cámara ventilada.

- Menor absorción de calor en los meses cálidos con lo que se consigue un notable ahorro de acondicionamiento.
- Menor dispersión de calor. Fuerte ahorro energético en los meses fríos. En los meses de verano la corriente de aire fresco que se genera en el interior de la cámara, evita el recalentamiento de los parámetros al impedir que la temperatura interior se eleve. En invierno, la tendencia es la inversa.
- La citada corriente de aire se produce por el “efecto chimenea” originado por el calentamiento del parámetro exterior, que provoca una variación en la densidad de la capa de aire, con el consiguiente movimiento de ascensión.
- Reduce saltos térmicos (favorece la estabilidad dimensional).
- Evita humedades.
- Optimiza el aprovechamiento de la inercia térmica del muro portante.
- Mejora el aislamiento acústico en frecuencias medias-altas (1000 Hz).
- No se producen condensaciones intersticiales. Mediante el diagrama de Glaser se puede comprobar que con el aislamiento exterior no se forman condensaciones,

porque la curva de la presión de vapor de agua en ambiente saturado no intercepta la curva generada por la presión del vapor de agua en ambiente húmedo pero no saturado.

- Con suficiente aislamiento no se producen condensaciones superficiales interiores.
- Evita puentes térmicos. Casi un 20% de la energía que se pierde en un edificio se va a través de los puentes térmicos.
- Adaptabilidad al soporte estructural sobre el que se sustenta, corrige errores de falta de planeidad.
- Frente a las fachadas amorteras, elimina el riesgo de que aparezcan humedades y eflorescencias en la piedra.
- En el caso de la fachada ventilada cerámica –frente a la colocación por adherencia directa que sólo es válida en zonas de clima templado y ausencia de riesgo de heladas elimina el riesgo de desprendimiento de las baldosas.
- Evita fisuraciones en la piedra como las que pueden darse en las fachadas amorteras.
- Aligera la envolvente.
- Resulta insensible a la corrosión provocada por la contaminación.
- Tiene bajo coste de mantenimiento
- En el caso de fachadas cerámicas, las baldosas son de fácil limpieza.
- Es una fachada reutilizable que se puede desmontar cuando pasa de moda y volverla a emplear en otro entorno. Hay casos de centros comerciales que han desmontado la fachada y la han reutilizado en otro emplazamiento. Esto ocurre normalmente con revestimientos ligeros (cerámica, madera, alucobon, ...)
- Es registrable, propiedad que puede tener interés. En algunas comunidades están permitiendo colocar las canalizaciones de gas por la cámara.
- Es posible, también, que puedan ir por el interior bajantes.

2.3. Inconvenientes⁸

- Tiene un coste económico elevado.
- Seguridad física frente a desprendimientos. Mucho menor, que en el caso de los sistemas basados en adherencia. Aunque el riesgo es menor que con la fachada amortera se debe analizar el posible desprendimiento de placas y controlar cuidadosamente su puesta en obra.

⁸ MONTERO.E (2007): ISBN 23245 “Manual básico Fachadas ventiladas y aplacados”

- En el caso de cualquier fachada de piedra, debemos tener en cuenta como envejece el material sobre todo en los climas húmedos. El agua de lluvia puede originar manchas en la fachada, que producen efectos no deseados.
- No aguantan impactos. Requieren zócalos amortiguados o protección física – bolardos – en el arranque.
- La sustitución de piezas rotas es complicada con determinados sistemas.
- Desde el punto de vista del diseño, en algunos casos el despiece del paño impide transmitir una imagen pesada y maciza, que es lo que en determinados casos se buscada en una fachada de piedra. La citada sensación se puede, perfectamente, cambiar empleando soluciones más adecuadas a la imagen o textura que pretenda obtener el arquitecto.

2.4. Especificaciones

2.4.1 El aislamiento higrotérmico^{9 10}

La ventilación mejora el comportamiento higrotérmico de la solución constructiva al evitar que se llegue a calentar el aire en la cámara y se produzca la consiguiente transmisión de calor por convección. Además el aire que circula por la cámara favorece la evacuación del vapor de agua que se transmite desde el espacio interior.

El aislamiento garantiza el adecuado comportamiento térmico de la solución. La disposición del aislamiento forrando la totalidad del soporte impide que se produzcan puentes térmicos y condensaciones tanto superficiales como interiores.

El coeficiente de transmisión térmica de esta solución puede ser calculado a partir del criterio establecido por la CTE DB HE 1 Apéndice E

Otro aspecto de esta solución es la considerable inercia térmica que posee al disponer en el interior su soporte, que en general suele ser de fábrica cerámica de 1/2 pie.

Un cerramiento convencional, con el aislamiento situado cerca del ambiente interior aporta únicamente entre el 10 y el 20% de la masa térmica a la inercia del local. Sin embargo, un cerramiento con el aislamiento situado por la cara exterior aportará el 90%.

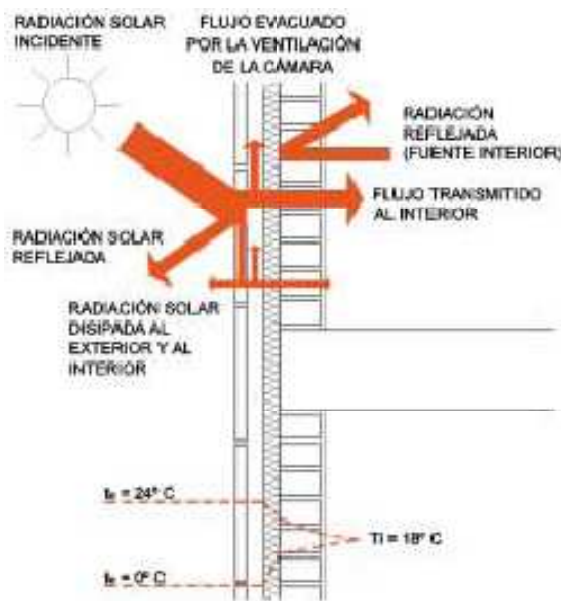
En soluciones constructivas bioclimáticas la acumulación debe hacerse fundamentalmente en los elementos estructurales y constructivos del edificio, optimizando de este modo su empleo. Para hacerse una idea de lo que supone lo anterior, por ejemplo en una habitación situada en Madrid, con fachada orientada al Sur

⁹ MONTERO.E (2007): ISBN 23245 “Manual básico Fachadas ventiladas y aplacados”

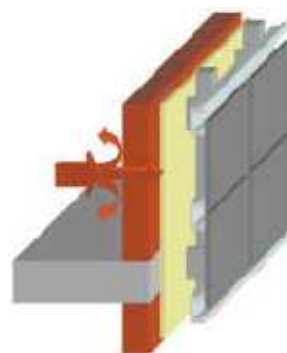
¹⁰ CTE DB HE 1 (2009): “Código técnico de la edificación Ahorro de Energía, Apéndice C”

y con un 20% de acristalamiento, si el cerramiento es convencional, con una fábrica cerámica de 11.5 cm. Por el exterior, aislante térmico y, por su interior, un trasdosado de ladrillo hueco sencillo, este cerramiento sin inercia provoca en la habitación un coeficiente de estabilidad térmica de 0.88. Es decir, que al estar próximo a la unidad las variaciones exteriores se notan perfectamente en el interior.

Durante el mes de Julio, a lo largo del día, su temperatura interior varía entre 25.1 y 38.4° C (13.3° C). Si el cerramiento se construye con medio pie hacia el interior con el aislante fuera, el coeficiente de estabilidad térmica para a 0.26, permitiendo que la temperatura interior fluctúe entre 29.7 y 33.7° C (4.0° C).

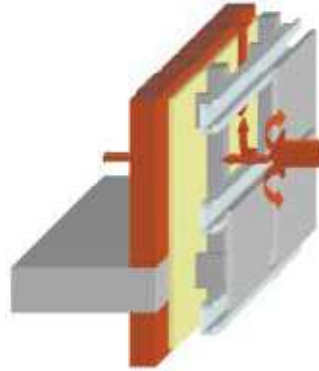


En la época fría, el trasdosado (soporte) actúa como acumulador del calor interior, ya que le es muy difícil transmitirlo al exterior debido al aislamiento exterior y, por tanto, lo devuelve al exterior.



Comportamiento en invierno

En verano, gran parte del calor radiante es reflejado hacia el exterior. La parte del calor que penetra en la cámara activa, la corriente de aire generada por el efecto chimenea, lo desplaza hacia arriba evacuándolo por la coronación de la cámara, por lo que sólo una pequeña parte del flujo de calor es absorbida por el edificio. Si el aislamiento está bien aplicado el calor que penetra en el interior es prácticamente nulo.



Comportamiento en verano

El aislamiento ha de ser no higroscópico e impermeable, como las espumas de célula cerrada, y continuo para lograr su estanquidad, siendo M1 y no M3 como normalmente se suministran si no se especifica.

Los aislantes a base de fibras (fibra de vidrio o lana de roca) se comportan mejor frente al fuego pero requieren una protección frente a la humedad para no perder efectividad como aislamiento térmico.

Debido a que una vez colocado el aislamiento el montaje de los anclajes conlleva la rotura del mismo, si se emplean grapas, en los puntos de fijación se deberá reponer el material aislante antes de montar la placa de piedra que lo impida.

2.4.2 El aislamiento acústico^{11 12}

Las características acústicas de una fachada dependen de los aislamientos y de las superficies tanto de su carpintería como de su parte ciega. El CTE DB HR 2 fija un aislamiento global para la fachada de 30 dBA en locales de reposo y para su parte ciega de 45 dBA.

El aislamiento acústico aproximado de la parte ciega de esta solución constructiva se puede obtener a partir de incrementar en 3 ó 4 dBA el aislamiento acústico del soporte. Por tanto en el supuesto que el soporte fuese de medio pie de fábrica de ladrillo perforado, solución muy usual, dicho aislamiento pasaría a ser de 50 dBA (46+4).

¹¹ MONTERO.E (2007): ISBN 23245 “Manual básico Fachadas ventiladas y aplacados”

¹² CTE DB HR 1 (2009): “Código técnico de la edificación Protección frente al ruido”



El criterio seguido en la publicación Le mur manteu:

synthèse des règles et codes. Etudes et recherches, Cahiers du CSTB (Livraison 349, Mai 1994, Cahier 2719) es incrementar siete (7) dBA, pero dicho valor parece excesivo. La mejora real oscila entre tres (3) y cuatro (4) dBA en frecuencias medias-altas (1000 Hz). El aislamiento acústico real se determina en laboratorio previamente o “in situ”.

Para precisar los anteriores valores, la determinación del aislamiento acústico real debería ser objeto de un proyecto de investigación que contemplara el estudio experimental básico del aislamiento a ruido aéreo de la fachada ventilada sobre un muro soporte tipo.

El ensayo debería permitir analizar los siguientes aspectos:

- Mejora introducida por el espesor de la cámara, considerando que exista o no material absorbente en su interior.
- Influencia de las juntas entre paneles
- Influencia de la densidad superficial de la masa del panel.
- Estudio experimental de la transmisión de sonido a través del anclaje.
- Mejoras obtenidas en función del tipo de muro soporte.
- Caracterización de la transmisión de vibraciones generadas por la carga de viento.

2.4.3 Barrera contra el agua^{13 14}

Para que el agua sólo atraviese un cerramiento tienen que darse tres factores simultáneamente:

- Presencia de agua.
- Existencia de discontinuidades o aperturas.
- Acción de una fuerza que empuja al agua entrar.
 - Viento
 - Diferencia de presiones
 - Gravedad
 - Capilaridad
 - Tensión superficial

Si se consigue anular uno de los tres factores el agua no penetra en el interior de la cámara. Para eliminar alguno de los efectos que originan las fuerzas que empujan el agua se puede utilizar alguno de estos recursos:

¹³ MONTERO.E (2007): ISBN 23245 “Manual básico Fachadas ventiladas y aplacados”

¹⁴ CTE DB HS 1 (2009): “Código técnico de la edificación Protección frente a la humedad”



- Junta abierta al exterior. Funciona en condiciones no muy expuestas y no lo hace en condiciones extremas.
- Cámara ecualizada con la presión exterior de recogida de agua y evacuación por gravedad.
- Goterón, diseño que emplea la gravedad para evitar la entrada de agua.
- Barrera estanca interior, que asegura la continuidad de las diferencias de presiones entre el interior y el exterior.
- Recogida y evacuación del agua que acceda al interior de la cámara.

Las juntas son normalmente permeables abiertas lo que no permite que se igualen las presiones entre la cámara y el ambiente exterior, favoreciendo la entrada de agua.

La estanquidad de la fachada no es un parámetro importante en situaciones normales, es decir, en edificios de alturas habituales en una trama urbana.

Tal como indican J. Avellaneda y I. Aparicio el ancho de la junta es determinante en su comportamiento frente a la entrada de agua. En juntas de 5 mm. La entrada de agua es insignificante, mientras que en juntas de 10 mm la entrada de agua puede llegar a ser abundante. En general el ancho de junta que suele utilizarse es de 6 a 8 mm por lo que se debe contar que cierta cantidad de agua penetra por la cámara. No obstante, no existe unanimidad sobre la necesidad de que las juntas sean abiertas o cerradas.

En Norteamérica las juntas se sellan en los edificios de gran altura.

Si se quiere adoptar este sistema, hay tres opciones:

- Asentar la placa en un lecho de silicona y retirar, posteriormente, el material sobrante.
- Achaflanar las aristas de las placas y sellar con silicona.
- Hacer un rebaje de 6x6 mm en dos de las aristas de la placa y sellar.

Dado lo anterior, este tipo de revestimiento debe tratarse como un drenaje. Se debe cuidar en el diseño que no se acumule agua en los dinteles y en la planta baja, consiguiendo que el agua se evacue. Estos puntos son críticos a efectos de estanquidad. Los revestimientos con juntas selladas pueden considerarse estancos.

El agua entra en la cámara dado que las presiones no están igualadas entre el exterior e interior, sobre todo en condiciones de viento racheado. En zonas lluviosas este dato se debe tener en cuenta, ya que favorece la entrada de agua. Existe sistemas que igualan las presiones, las llamadas “pantallas frente a la lluvia” (*rain screen*) pero no se conoce su funcionamiento correctamente, lo que hace que cuando se decida emplearlos se ensayen las soluciones previamente en el túnel del viento.



Para igualar la presión una solución es compartimentar el canal y ventilar los módulos con aberturas superior e inferior, que en el caso de esta última además valen como drenaje.

Las fachadas expuestas al empuje de viento, presentan un mayor riesgo de entrada de agua, pues en el interior del edificio siempre hay una menor presión debido a la succión indicada en la fachada opuesta. En la situación descrita, cualquier rendija, junta abierta, hará que el agua entre arrastrada por el aire, debido a la succión creada por la diferencia de presión.

Si conseguimos igualar las presiones de la cara expuesta del aplacado y la cámara, podemos realizar fachadas con juntas abiertas. En los edificios altos, exentos situados en lugares expuestos, lo anteriormente expuesto no es así. Al ser continua la cámara, tendrá en todos los puntos la misma presión, lo que produce entrada de agua en su interior, ya que la presión exterior es cambiante. A mayor altura mayor presión; o bien, a la misma altura la presión tiene diferente intensidad, según sea su orientación al viento (Sotavento o barlovento) o frente a los cambios de plano (esquinas, rincones, aleros, etc.)

La situación peor siempre son las esquinas. A cada lado de la arista la situación del viento es distinta; en un plano hay presiones y en el otro puede haber fuertes succiones.

En los encuentros de fachada en rincón el viento es empujado contra un diedro que impide su escape. Se produce sobrepresión en la fachada y un aumento de presión en la cámara respecto a otros puntos cercanos de la misma. El resultado es una succión de agua hacia el interior a través de las juntas del aplacado.

Aunque el agua no tiene porqué suponer un riesgo, ya que desliza por la cara interior de la placa, no siempre se puede asegurar la estanquidad en los huecos, sobre todo en los dinteles o jambas, tal como ya se ha indicado. La solución es confinar la cámara, lo que supone su sectorización.

Las especificaciones de la sectorización son:

- Debe ser eficaz. Sin que existan rendijas que permitan el escape de aire y modifiquen la presión interior.
- Permitirá la salida de agua, aunque sea poca la que penetre por las juntas.
- Siempre existirá cámara entre el soporte y el aplacado para permitir su rápido secado.
- Debe impedir las infiltraciones en los encuentros de la cámara con los huecos.



2.4.4 Tipos de juntas¹⁵

Las juntas pueden ser de los siguientes tipos:

- Estructurales
- Compresión
- Expansión
- Unión

Las dos primeras son las que se utilizan normalmente en las fachadas ventiladas (más habitualmente la primera que la segunda).

En un chapado de piedra o cerámico ejecutado con técnicas de capa gruesa o capa fina, los cuatro tipos de juntas son imprescindibles.

Las juntas estructurales deben coincidir con las del edificio. Aunque se intente ocultar la junta estructural, cuando se mueve llega a marcar –insinuar– su trazado.

En el caso de las ilustraciones anteriores, las piezas deben estar ancladas a un lateral de la junta con 2 anclajes colocados a menor distancia, estando la mitad de la pieza volada en bandera.

Las juntas de compresión se deben realizar a nivel en cada planta y deben tener un espesor de 15 mm. No son habituales en España, sin embargo en Norteamérica se emplean frecuentemente.

Las juntas de expansión se colocan cada 6 m. y a una distancia de 5 m de las esquinas. Su anchura es como mínimo de 10 mm.

Las juntas de unión entre las placas deben tener un espesor de 2 mm. como mínimo. Este espesor aumenta en función de las superficies de las placas, pudiendo llegar a ser de 10 mm.

Compartimentación de la cámara dado que la presión, sobre todo en las esquinas, puede ser muy diferente en ambos planos y la cámara actuar como un elemento que iguala presiones, se pueden originar corrientes que provoquen un tiro de aire, tal como ya se han indicado. El canal, por tanto, debe compartimentarse.

2.5. Materiales

2.5.1 Baldosas de gres

Tipo

Los avances en el proceso de prensado en semiseco han sido continuos. La compactación se ha optimizado de tal forma que se han conseguido productos

¹⁵ MONTERO.E (2007): ISBN 23245 “Manual básico Fachadas ventiladas y aplacados”

prácticamente sin absorción de agua y resistencias mecánicas a flexión superiores a los 500 Kp/cm², con diseño monitorizado en prensa.

El tipo BIb, GL Baldosas cerámicas prensadas en seco esmaltadas tienen una absorción de agua baja $E < 3\%$. Casi todo el semigres que hay en el mercado es de este tipo.

El tipo BIIb $6\% < E < 10\%$ ya casi nadie lo fabrica. Las tipo BII, GL Baldosas cerámicas prensadas en seco esmaltadas tienen una absorción de agua media-baja $3\% < E < 6\%$. Estas últimas no se deben emplear pues la humedad que pueda existir en la cámara las afecta cuando el clima es frío.

Especificaciones

- Medidas usuales 10 x 10 a 60 x 60
- Espesor > 8 mm.
- Absorción de agua 2 - 6%
- Carga de rotura 1000 - 2300 N
- Abrasión GL Variable
- Abrasión UGL Sí
- Resistencia a la helada(1) Sí (exterior) No (Interior)

(1) El ensayo de resistencia a la helada se debe hacer siempre en este tipo de baldosas pero a una presión de vacío de 100 milibares. El ensayo normalizado no es fiable y baldosas que han superado la prueba en la práctica han dado problemas.

2.5.2 Gres porcelánico

Tipo

Las tipo BIa son Baldosas cerámicas prensadas en seco con una absorción de agua $E < 0,5\%$

Es la baldosa más empleada en la fachada ventilada ya que al emplearse normalmente piezas de gran formato se requiere un gres de gama alta.

Especificaciones

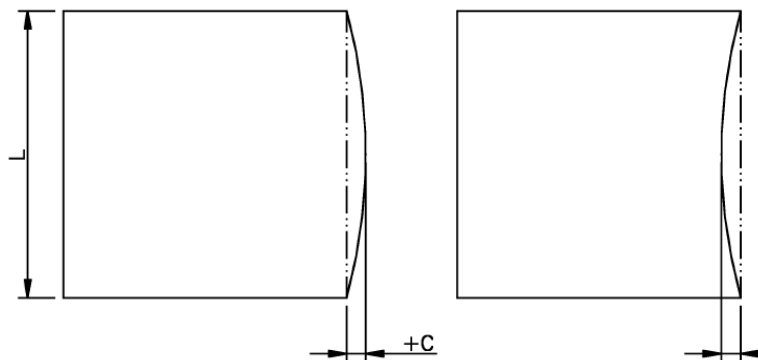
- Medidas usuales Desde 15 x 15 a 60 x 60 cm.
- Espesor > 8 mm.

Por un tema de dilataciones, durante la fabricación, la producción se efectúa por series que tienen unas determinadas tolerancias. El rectificado es un pulido de los cantos que disminuye esas tolerancias.

- Absorción del agua 91%
- Carga de rotura 2200 - 5200 N
- Abrasión GL
- Abrasión UGL 110 - 160 mm³
- Resistencia a la helada Sí
- Resistencia química Sí

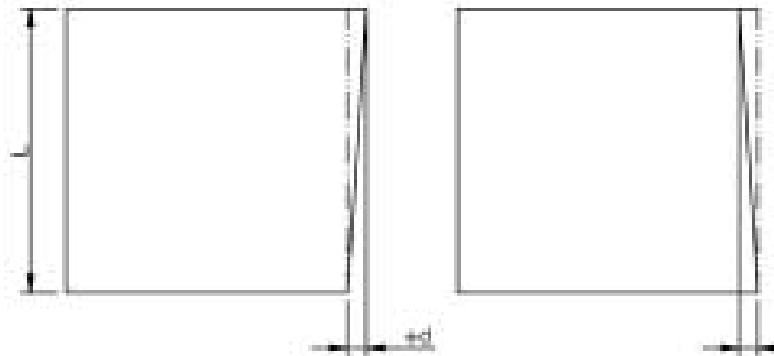
Las tolerancias de las baldosas a emplear deben ser las siguientes:

- longitud y anchura $< \pm 0,6\%$
- Espesor $< \pm 5\%$



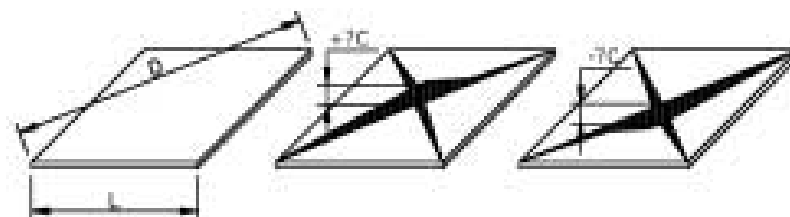
Rectitud de los lados

- Ortogonalidad $< \pm 6\%$

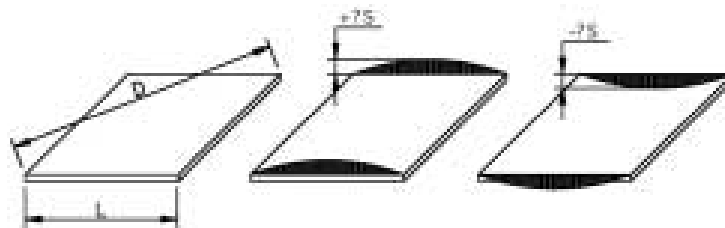


Ortogonalidad

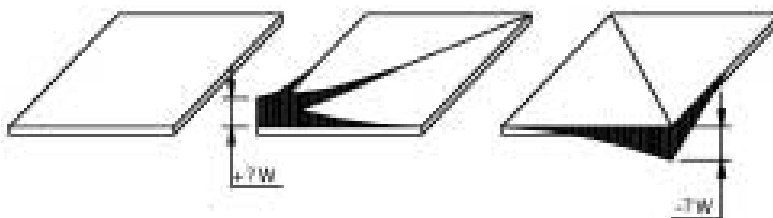
- Desviación de la planitud $< \pm 0,5\%$



Curvatura central



Curvatura lateral

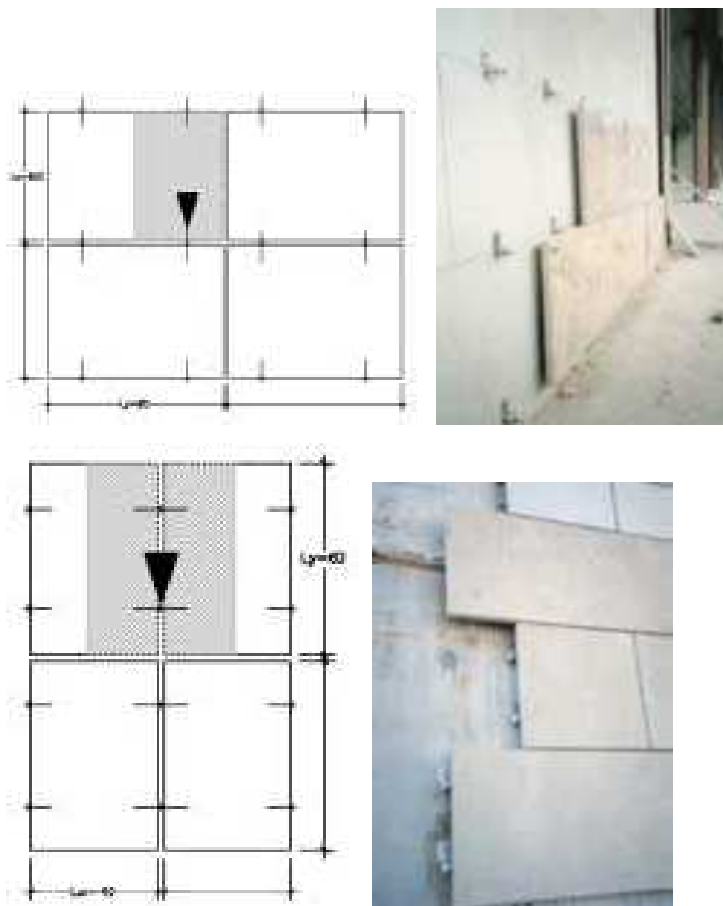


Alabeo

- Dureza ≥ 5
- Resistencia al cuarteo. En caso de requerirse será la exigida por la norma.
- Resistencia a la abrasión profunda $\leq 175 \text{ mm}^3$
- Resistencia a la helada. En caso de requerirse en proyecto el valor será exigido por la norma con la presión vacío modificada.
- Dilatación térmica $\leq 9 \times 10^{-6}$
- Resistencia al choque térmico. En caso de requerirse será la exigida por la norma.
- Resistencia al ataque de ácidos y bases. No se debe producir ningún daño después de efectuar el ensayo.
- Resistencia a los agentes de limpieza. Sí.
- Resistencia a los colores. No debe presentar variaciones de color apreciables.

3. Diseño de fachada aplacada cerámica.¹⁶

Los planos de despiece, se realizarán en base a medidas tomadas en obra, y deberá completarse con los detalles de elementos que no figuren en la documentación gráfica del Proyecto o bien no exista especificación.



Dimensiones de las placas

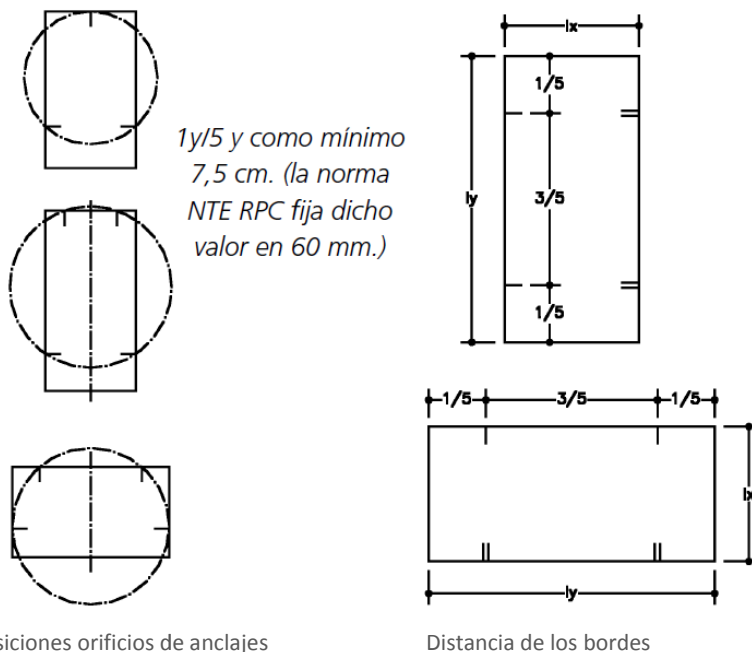
La fachada debe mandarse a obra despiezada para que tenga que manipularse en obra lo menos posible.

Para poder dimensionar los anclajes debe existir un plano de despiece definido con el fin de poder disponer del peso propio de la piedra, que será un dato más de partida.

PUNTOS DE FIJACIÓN

Deben permitir la libre dilatación/contracción debidas a la temperatura y humedad y para lograrlo la norma DIN 18.516 apt. 3 recomienda que se sitúen tres de ellos en la proyección de una circunferencia.

¹⁶ MONTERO.E (2007): ISBN 23245 “Manual básico Fachadas ventiladas y aplacados”



Las juntas de dilatación de fachada se deben situar cada 2 plantas en vertical y 12-15 en horizontal, en paños lisos y en juntas entre placas, que puedan ser selladas posteriormente o no.

Las actividades que se realizan en el proceso de colocación son las siguientes:

- Elección de la grapa.



Grapa A/T sin junta



Grapa continuación sin junta

- Colocación y aplomado de paramentos en las esquinas, con tendido de hilos entre éstas.



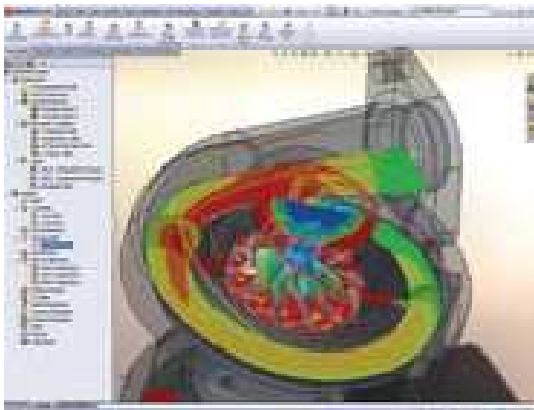
- Humectación del muro a revestir.
- Fijación de las grapas.
- Comprobación de aplomado, nivel y alineación de la hilada de placas.
- Limpieza y protección del aplacado.

4. Justificación del uso de SolidWorks flow simulation 2010.

El software SolidWorks Flow Simulation es una poderosa herramienta de dinámica de fluidos computacional (CFD, por sus siglas en inglés) que le permite simular el flujo de fluidos, la transferencia de calor y las fuerzas de los fluidos de manera fácil y rápida cuando estas interacciones son de vital importancia para el éxito de su diseño.

Da acceso a una amplia gama de modelos físicos y funciones:

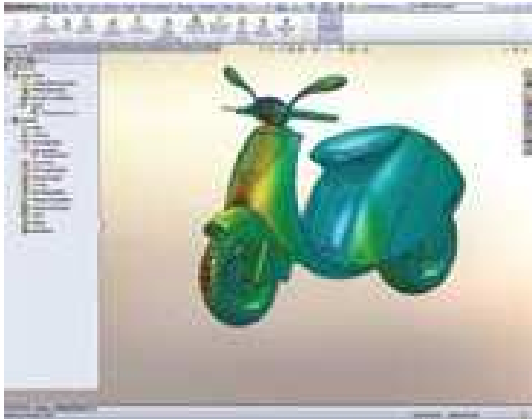
- Examina el flujo a través de sus componentes, sobre sus componentes o una combinación de flujo interno y externo.
- Combina el flujo con el análisis térmico, incluyendo simultáneamente los valores de conducción, radiación y convección, tanto natural como forzada.
- Incluye efectos sofisticados, como porosidad, cavitación y humedad.
- Soluciona problemas de flujo relacionados con fluidos no newtonianos, como la sangre y el plástico.
- Utiliza un marco de coordenadas de rotación para simular la rotación de los propulsores y descubrir cómo se mueve el fluido a través de dichos sistemas.



Simula problemas complejos de flujo, como este turbocompresor con piezas giratorias.

Aprovecha la combinación ilimitada de condiciones de funcionamiento reales:

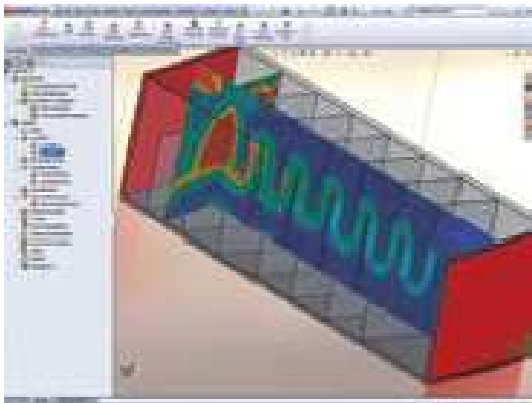
- Aplica velocidades de entrada, presiones, índices de flujo de volumen o masa, y ventiladores.
- Simula los cambios de temperatura mediante la aplicación de una fuente de calor de volumen o de superficie, y considere la radiación solar.
- Realiza un seguimiento de las partículas suspendidas en el flujo.
- Aplica condiciones de límites y fuentes de calor que dependan del tiempo y de las coordenadas.



Visualiza resultados de flujo complejos, como trayectorias de flujo, trazados de sección y datos de trazados de superficie.

Se obtienen datos valiosos con herramientas de visualización de resultados potentes e intuitivos:

- Utiliza trazados de sección para estudiar la distribución de las cantidades de los resultados, incluyendo valores de velocidad, presión, vorticidad, temperatura y fracción de masa.
- Mide resultados en cualquier ubicación con la herramienta Parámetro de punto.
- Cree gráficos de la variación de resultados a lo largo de cualquier croquis de Solid Works.
- Enumera resultados y exporta datos automáticamente a Microsoft® Excel.
- Examina la trayectoria de flujo dentro y alrededor del modelo con bandas, flechas en 3D, tuberías o esferas animadas.



Se observan resultados de velocidades, temperaturas y presiones, e identifique valores de la sección para obtener los resultados en una ubicación.

SOLIDWORKS FLOW SIMULATION PREDICE EL COMPORTAMIENTO EXACTO DE CUALQUIER LÍQUIDO O GAS.

Como líder mundial en el campo de los dispositivos de anestesia y cuidados intensivos, Dräger Medical diseña productos que se utilizan en situaciones reales de vida o muerte. Ni sus clientes ni sus profesiones pueden permitirse cometer errores, por lo que la empresa siempre había llevado a cabo pruebas exhaustivas utilizando prototipos físicos; sin embargo, el coste de estos prototipos hacía que sus márgenes de beneficios se redujeran de forma importante.

Con el ambicioso objetivo de disminuir el tiempo de desarrollo de sus productos a la mitad, Dräger implementó Solid Works Flow Simulation. Este software se integra a la perfección con SolidWorks, por lo que los diseñadores lograron probar los ensamblajes en las etapas iniciales del diseño.

Utilizaron por primera vez el software para analizar el flujo de gas en el sistema de ventilación de una unidad de anestesia.

Debido a que este sistema determina la cantidad de oxígeno que recibe un paciente, era absolutamente necesario que los cálculos fuesen correctos. Al principio, el ingeniero de desarrollo Karsten Hoffman era escéptico. “Me hubiera apostado la hipoteca a que la caída de presión de solo 0,2 mbar por 60 litros calculada por Solid Works Flow Simulation no podía ser correcta pero, tras fabricar el prototipo, quedó claro que el software estaba en lo cierto”.

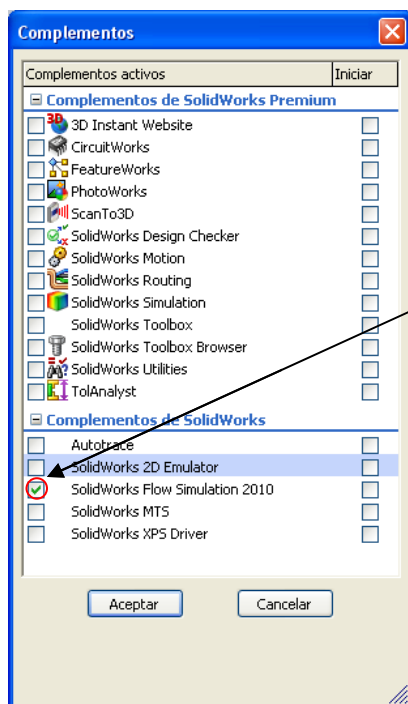
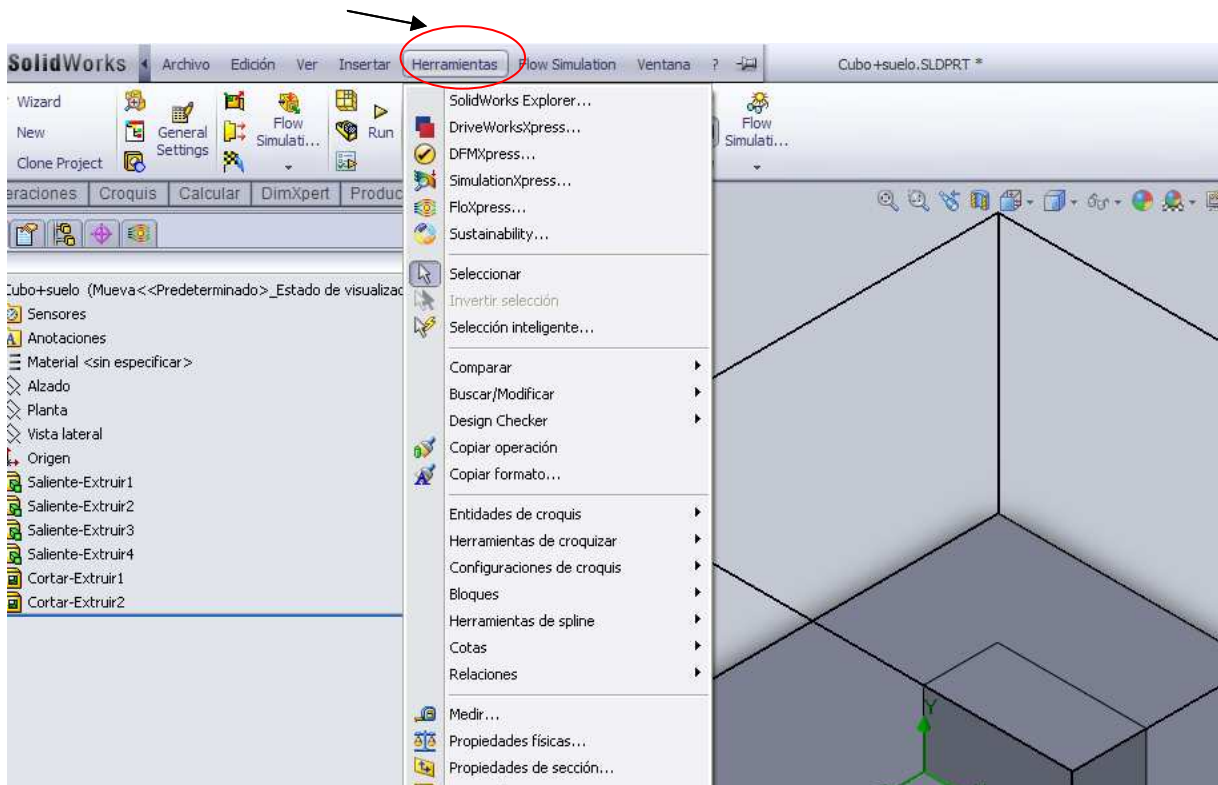
En otra iniciativa de rediseño, la empresa tuvo un proyecto que les hubiera costado 26.000 USD, múltiples prototipos y tres meses de pruebas; utilizando SolidWorks Simulation logró los mismos resultados en tan solo dos tardes.

- Reducción del ciclo de diseño en un 50%
- Reducción drástica del tiempo de análisis de tres meses a dos días
- Reducción del número de prototipos de ocho a dos
- Los diseñadores pueden realizar el análisis en las etapas iniciales del diseño

5. Descripción de cálculos con Solidworks flow simulation 2010

5.1. Carga de la aplicación “ Flow simulation 2010”

Primeramente ejecutaremos la herramienta *SolidWorks flow simulation 2010*. Nos vamos a la barra de herramientas—complementos y chequeamos *El solidworks flow simulation*

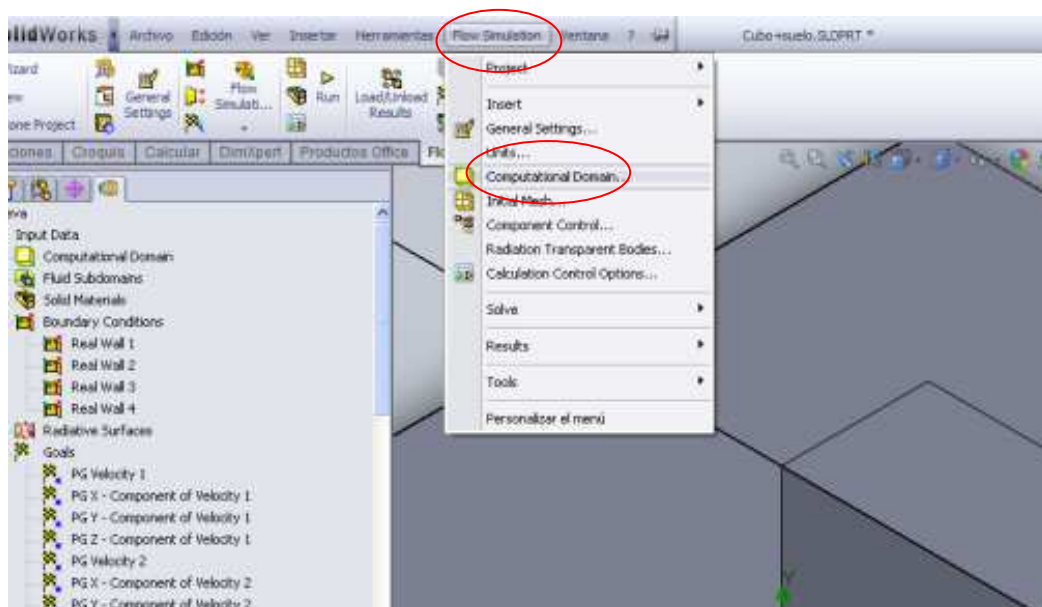


*Complementos
de
Flow Simulation 2010*

5.2. Configuración del dominio computacional.

Lo primero que hacemos es definir el tipo de análisis como externo, puesto que no tenemos ninguna fuente de movimiento impuesta en el modelo y lo consideramos como un sólido total sin huecos internos. Éste análisis nos permite estudiar el comportamiento del flujo sobre o alrededor de nuestro edificio. Es por ello que activaremos la casilla para excluir espacios internos.

Nos vamos al menú desplegable “Flow simulation” y buscaremos el “Computational Domain” para configurar la envolvente del edificio que será 2 veces y media la altura del edificio



Introduciremos las coordenadas que se ven en el cuadro. Y Aceptamos

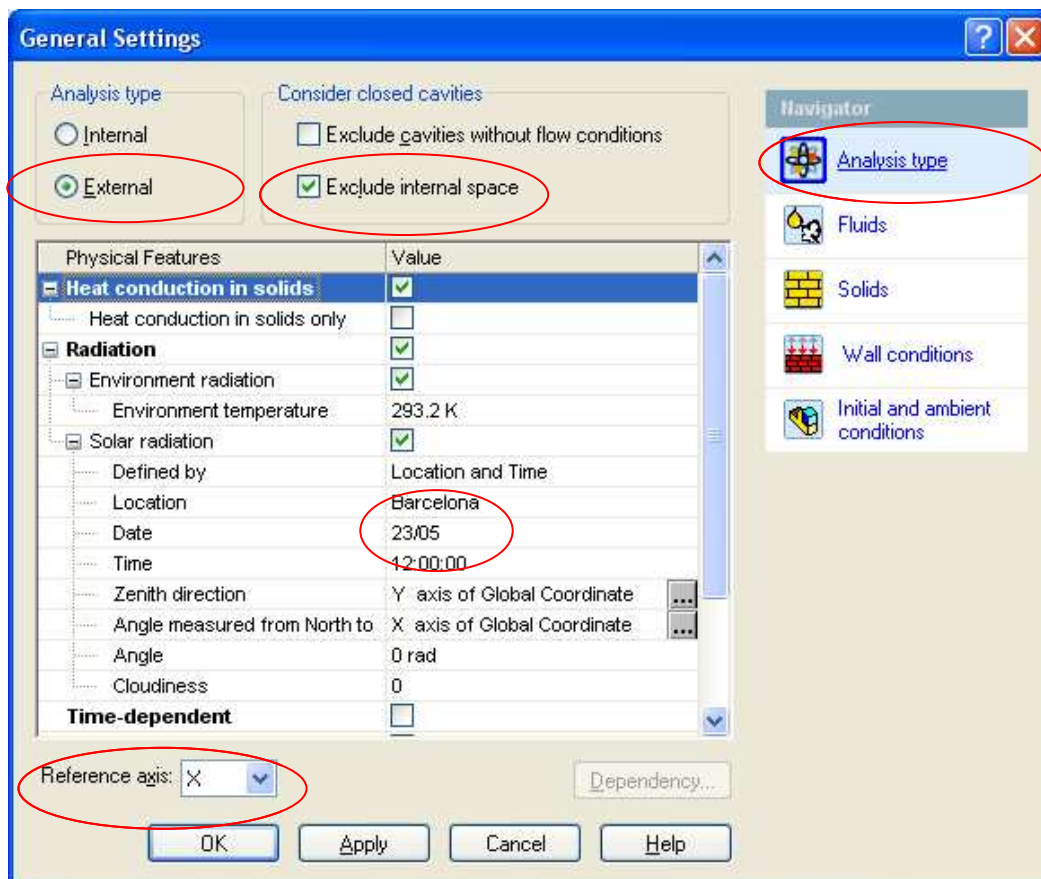


5.3. Configuración general de las características del viento y materiales

Una vez introducidos todos los puntos, procederemos a introducir toda la configuración de la envolvente y las condiciones de viento para calcular el proyecto. Nos iremos a *General settings* para empezar a poner todas las condiciones.

1. La primera pantalla que nos sale es *Analysis type*, y chequearemos las siguientes casillas:

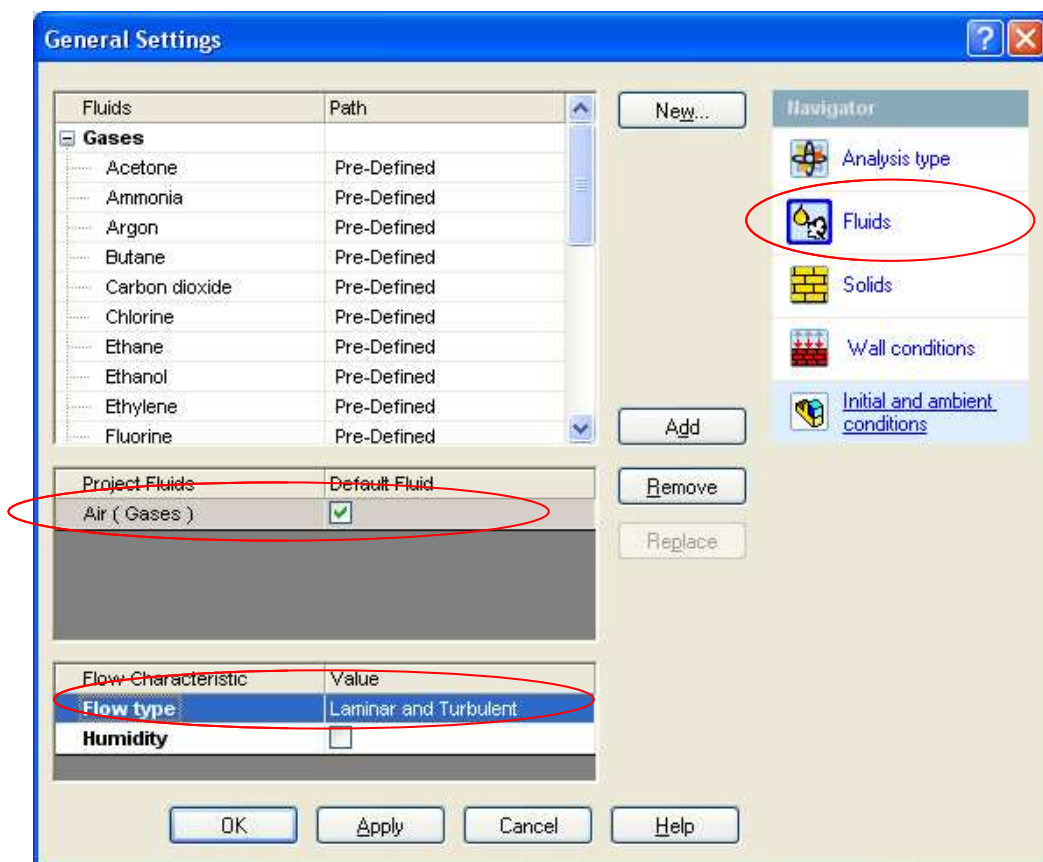
- Chequeamos “*External*” en el primer recuadro
- Chequeamos “ *Exclude internal space*” en el segundo recuadro
- En la pantalla de abajo chequearemos lo siguiente:
 - *Heat conduction in solids*
 - *Radiacion*
 - *Environment radiation*
 - *Solar radiation*
 - Localización: Valencia
 - Fecha el 23/05
 - *Gravedad*



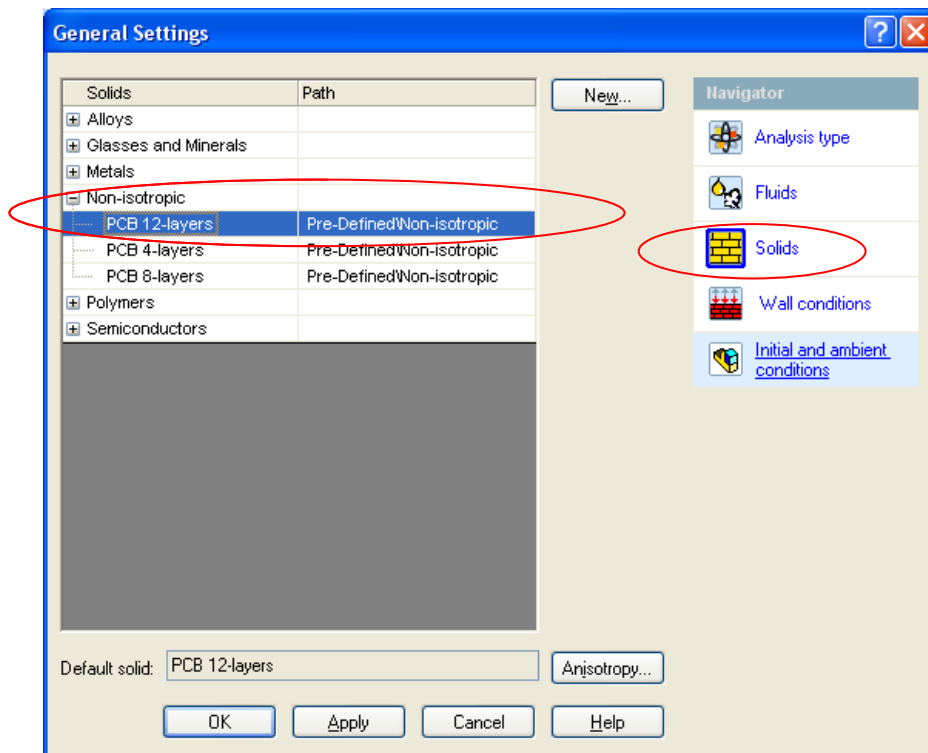
- Los demás parámetros los dejaremos tal y como los establece el propio programa predeterminadamente. Lo único que también deberemos cambiar es el eje de referencia, dejando esta opción como el eje de referencia X.

2. La Segunda pantalla que nos sale es Fluidos, y chequearemos las siguientes casillas:

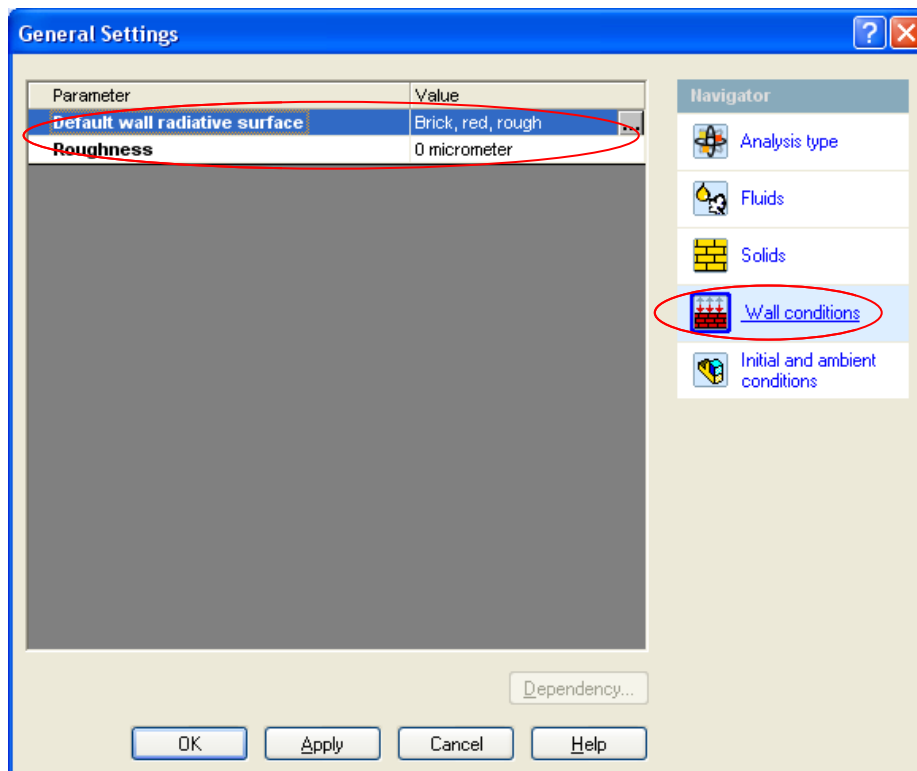
- En Gases escogemos aire y pinchamos en “Add” para agregarlo
- Le daremos el “flow type” laminar y turbulento



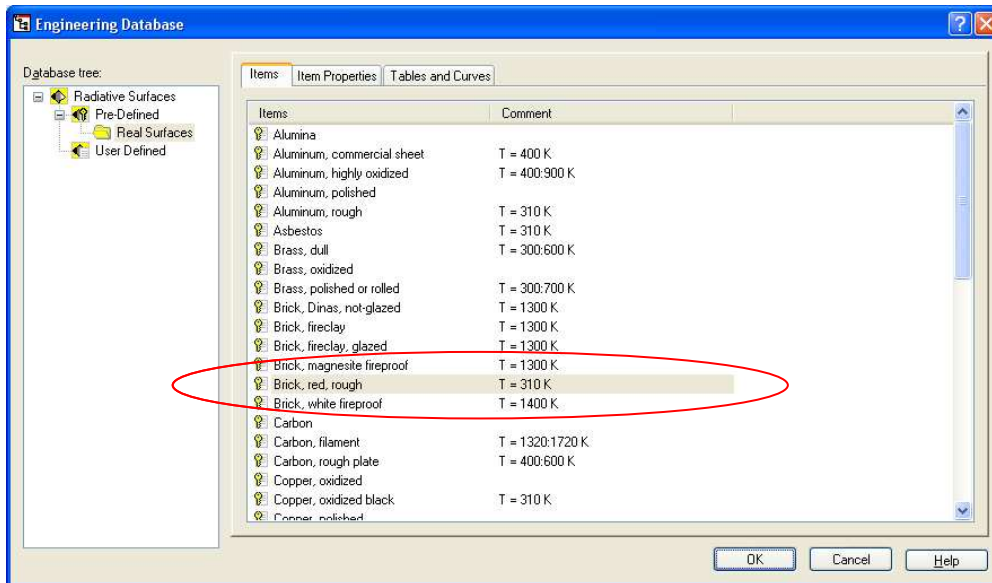
3. La Tercera pantalla que nos sale es **Sólidos**, y chequearemos las siguientes casillas:
 - *Non- isotropic*
 - *PCB 12 layers*



4. La Cuarta pantalla que nos sale es *Wall conditions*, y chequearemos las siguientes casillas:
 - Default “*wall radiative surface*” pinchamos en los puntos

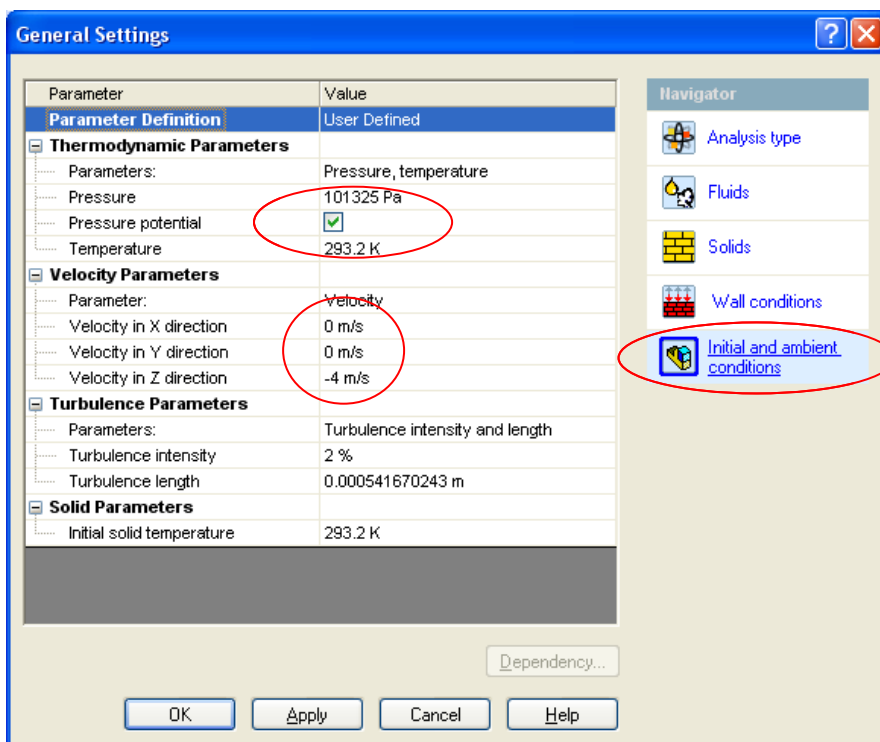


Cogemos el material “Brick, red rough”



5. La quinta pantalla que nos sale es “Initial and ambient condition”, y chequearemos las siguientes casillas:

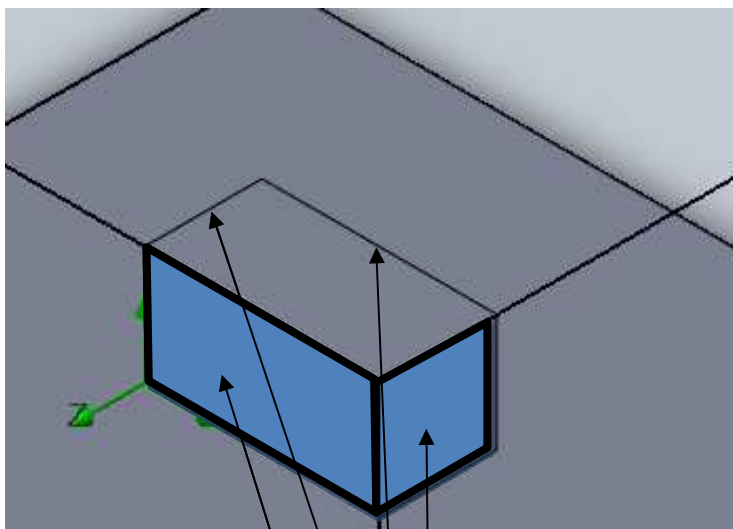
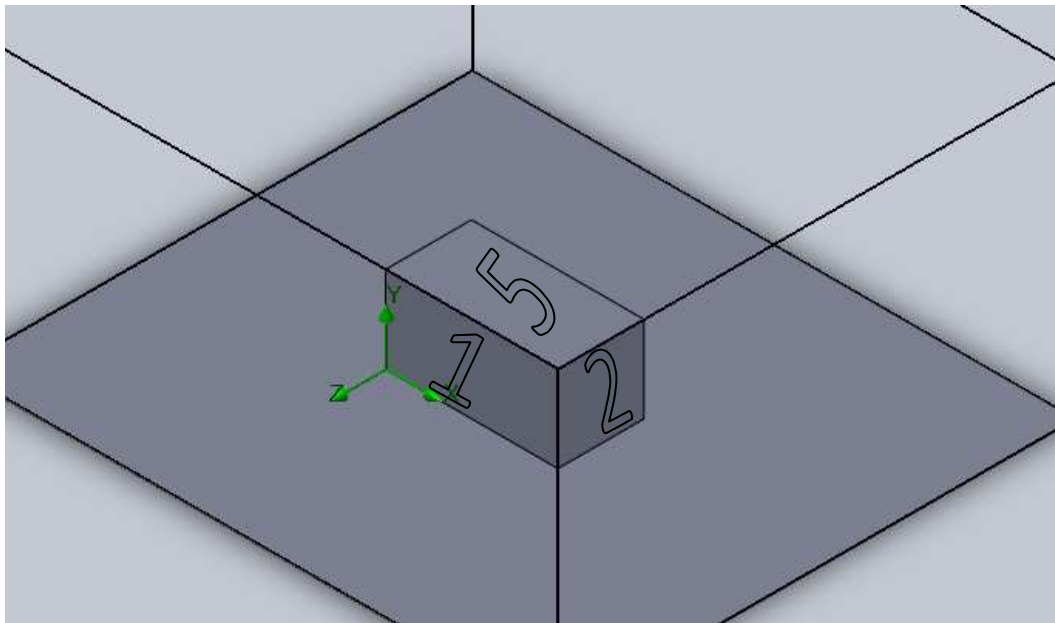
- “Thermodynamic parameters”
 - Pressure pontencial
- “Velocity parameters”
 - Ponemos las componentes X y Z de todos los vientos que se disponen en las tablas del apartado siguiente. Y chequeamos ok y habremos finalizado la configuración general.



5.4. Designación de las condiciones en fachadas "Boundary Condition"

Una vez finalizados todos los pasos del asistente de Flow Simulation y tras la comprobación de que todos los parámetros han sido introducidos correctamente, aplicamos los cambios y pulsamos aceptar.

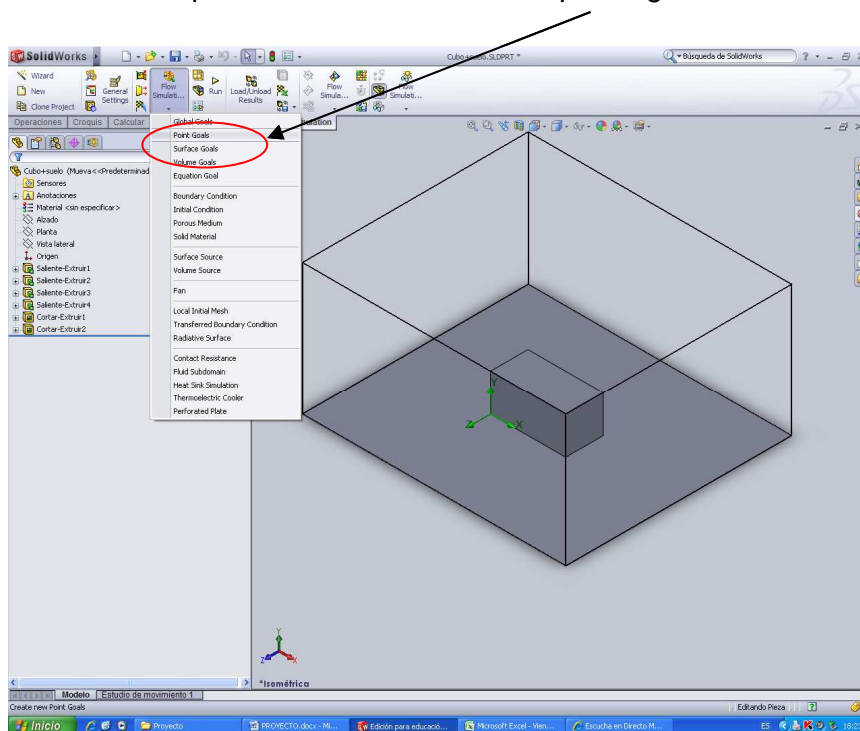
Ahora será el momento de indicar qué paredes del sólido consideraremos como reales y cuales como ideales dentro de la opción Boundary Conditions (Condiciones divisorias).



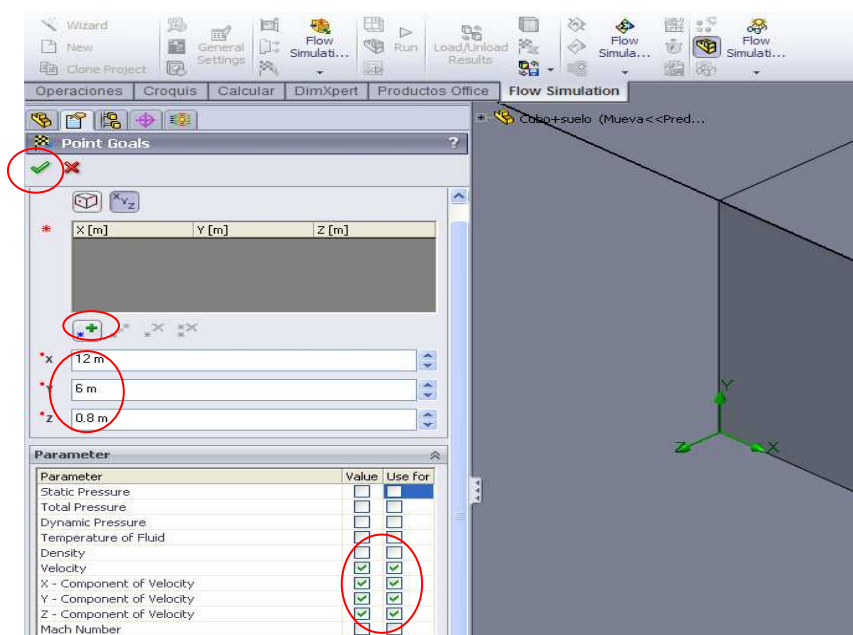
larcaremos cara 1 real y cara 2,3
4 como caras ideales

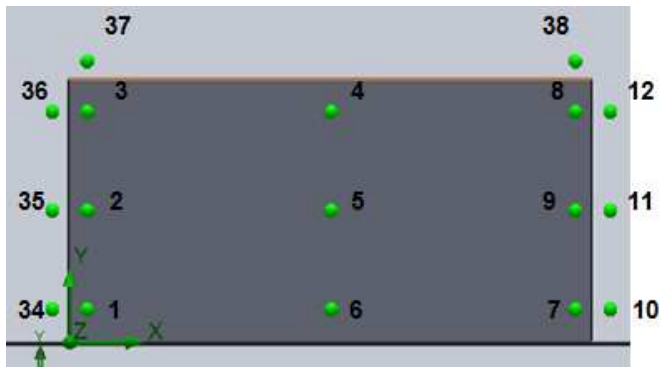
5.5. Colocación de los sensores de viento “Points Goals”

Una vez tenemos ejecutado el ensamblaje o el objeto a simular, procederemos a la colocación de puntos de análisis llamados *points goals*.

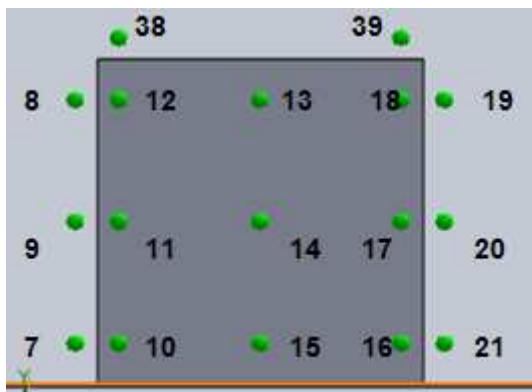


Meteremos las coordenadas del punto (X, Y, Z) y se chequean las casillas correspondientes a la velocidad y componentes del punto (X, Y, Z) para tener convergencia en el cálculo y luego se pincha “añadir punto”. Este procedimiento se repite para todos los puntos y cuando los tengamos todos, pinchamos en el “visto” y quedaran todos ellos añadidos.

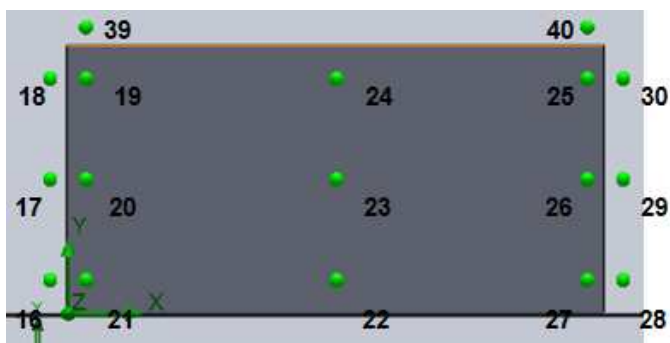




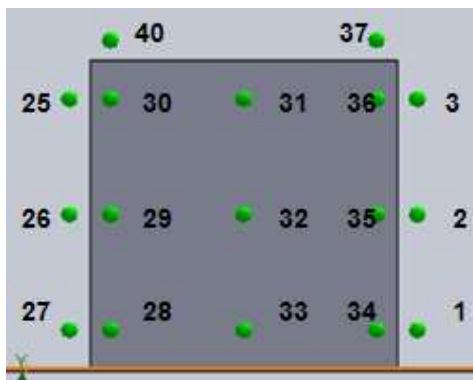
Cara Sur



Cara Este



Cara Norte



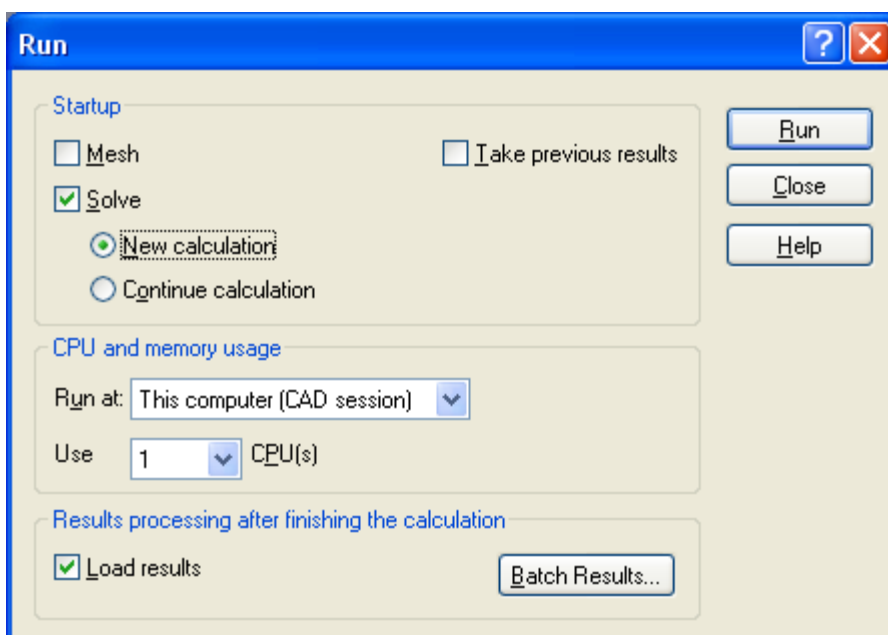
Cara Oeste

5.6. Como iniciar la simulación.

Una vez tenemos todos los datos introducidos, solo nos queda iniciar la simulación mediante el icono *Run* y nos saldrá la siguiente pantalla y chequearemos:

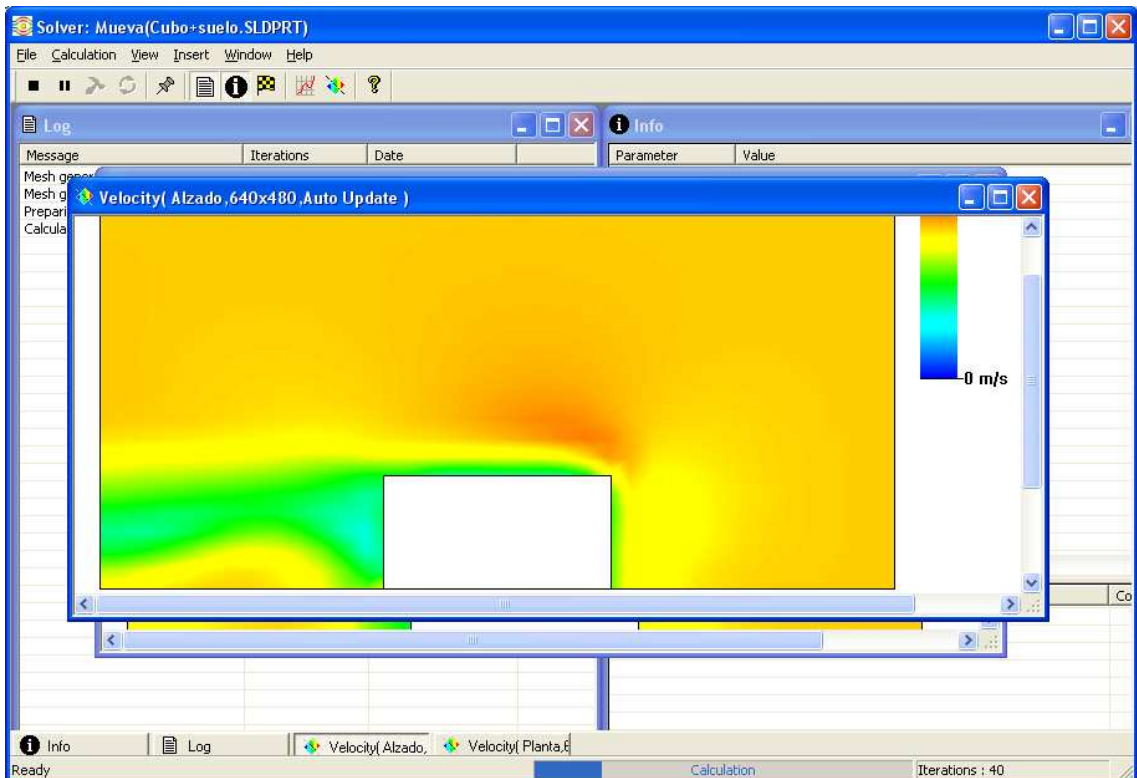
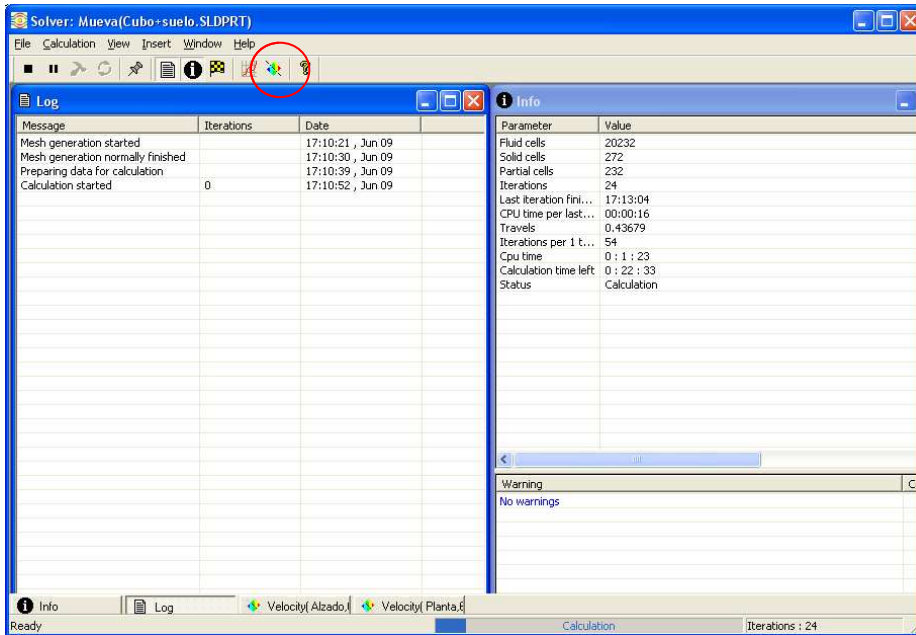
- *Solve*
- *New calculation*

En “*Batch Results*” le diremos donde queremos que nos guarde el Excel que genera la simulación con los datos y le damos a *Run*.



Empezara la simulación donde nos saldrá la siguiente pantalla, y una vez finalizada ya tendremos los datos de nuestra simulación.

Podemos guardar las graficas de vector y velocidad pinchando en el icono señalado en la imagen e indicando cada cuantas interacciones queremos que nos guarde.



6. Cálculos justificativos del viento

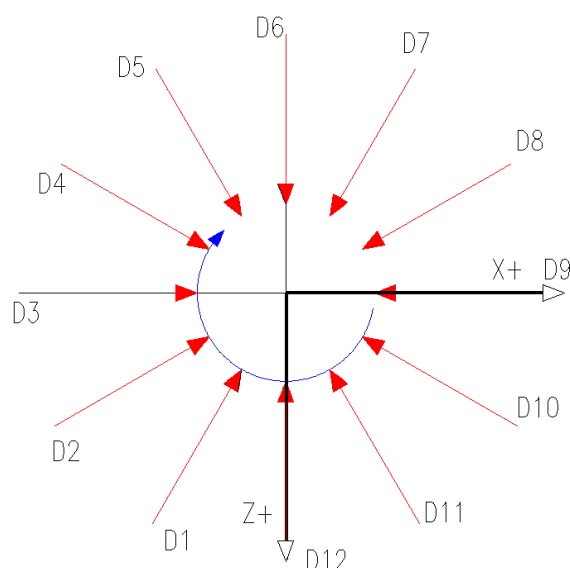
Determinar la velocidad de viento incidente en los cerramientos verticales ha sido uno de los objetivos planteados en este apartado.

Los datos de velocidad de viento (V) y dirección (D) utilizados para el cálculo de los cerramientos verticales se proponen a distintas velocidades de 1, 2, 4, 6 y 8 m/s. Se ha decidido simularlo para obtener el flujo de aire en la cara exterior del cerramiento

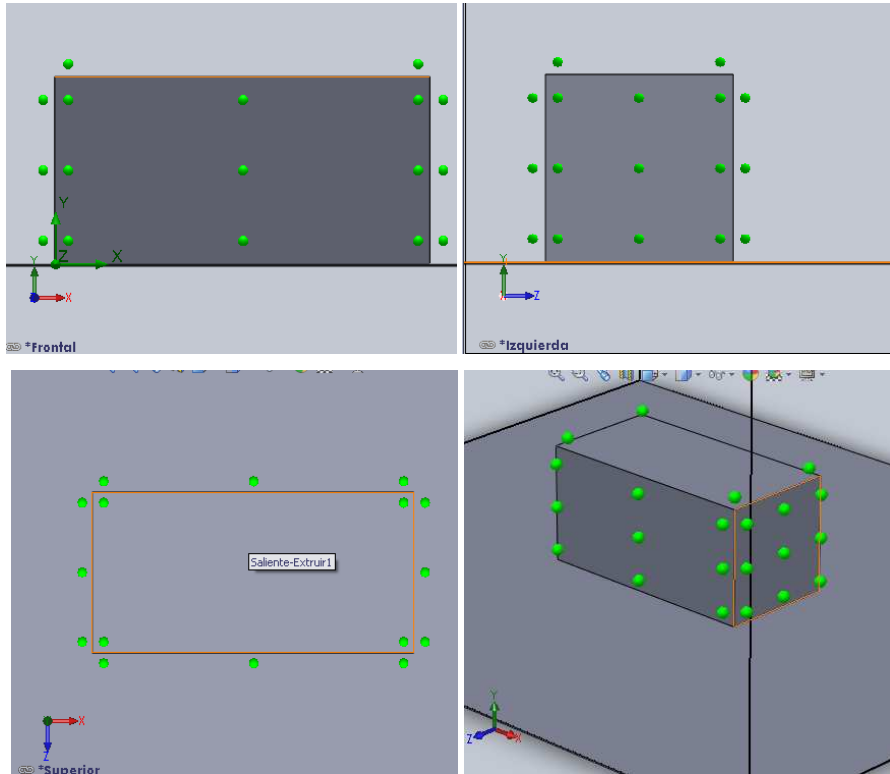
La velocidad del viento incidente se puede determinar en los distintos cerramientos verticales teniendo en cuenta que el entorno inmediato no puede variar los resultados por efecto de la ausencia de obstáculos en el modelo de simulación. Para calcular la velocidad del viento en el exterior se ha utilizado un programa de simulación. En el programa se han introducido los datos concretos del edificio analizado en este trabajo, por lo que se desarrolla en el apartado de “características de las fachadas aplacadas” tanto los resultados como el análisis realizado.

El programa de simulación utilizado es el SolidWorks 2010 y el modelo seguido para analizar los edificios ha sido el siguiente:

- *Velocidad exterior.* El punto sobre el que se obtiene el valor de la velocidad del viento a 80 cm del cerramiento vertical sobre las 12 orientaciones analizadas.
- *Dirección del viento.* Se analiza sobre 12 direcciones diferentes haciendo un barrido de 360°. Se plantean 12 direcciones distintas con la velocidad media de los meses más ventosos. Siguiendo el modelo lineal empleado para la convección natural de los fluidos y considerando una relación lineal al igual que Y. Liu y el modelo lineal de Kimura válidos para velocidades hasta 5 m/s. Los valores obtenidos a barlovento y sotavento tienen una relación lineal en función de la dirección del viento.



- *Edificio modelizado*: Se ha modelizado el edificio en volumen y revestimiento exterior. Los puntos analizados son los puntos en los que se han colocado los sensores térmicos. El edificio tiene 9 sondas por fachada repartidas en alineaciones de 3, a una altura aproximada de 1, 5, 6 y 10,50 metros, separados de la fachada 0.80 m.



Así, se ha simulado el edificio analizado para ver cómo le afecta el viento según la velocidad y dirección en cada esquina, colocando los puntos analizados a distinta altura para comprobar la validez o no de los datos obtenidos. Los parámetros medidos se han trasladado de forma lineal a las distintas direcciones de viento. Se han tomado direcciones distintas haciendo un barrido en todo el edificio.

Los datos utilizados en el cálculo son las 12 direcciones de viento con la velocidad promedio del mes de junio. Siguiendo los modelos lineales empleados para el cálculo de la convección natural de los fluidos y considerando una relación lineal al igual que Y. Los valores obtenidos a barlovento y sotavento tienen una relación lineal en función de la dirección del viento.

En la simulación con el SolidWorks, se ha simulado el viento en 12 direcciones diferentes, en el exterior de la fachada aplacada. Se ha tenido la precaución de realizar la separación entre aplacados con las dimensiones reales y tanto los materiales como las superficies en contacto con el aire están especificados adecuadamente.



El edificio tienen las sondas en varias plantas, a una altura aproximada de 1,5, 6 y 10,50 metros.

De los datos obtenidos en diversas simulaciones con una velocidad media exterior de 1, 2, 4, 6 y 8 m/s y comparando dichos resultados, se han tomado los siguientes datos: Para el cálculo del coeficiente de convección superficial exterior se ha tomado la velocidad de la piel a 80cm de la superficie.

Cada gráfico representa un punto que está indicado en un esquema rectangular orientado a norte y una señal en la esquina analizada.

Se representan 5 velocidades de viento para cada dirección D. La velocidad en el exterior de la piel del edificio.

Velocidad V= 1 m/s		
VECTOR	X	Z
D1	0,50	-0,87
D2	0,87	-0,50
D3	1,00	0,00
D4	0,87	0,50
D5	0,50	0,87
D6	0,00	1,00
D7	-0,50	0,87
D8	-0,87	0,50
D9	-1,00	0,00
D10	-0,87	-0,50
D11	-0,50	-0,87
D12	0,00	-1,00

Velocidad V= 2 m/s		
VECTOR	X	Z
D1	1,00	-1,73
D2	1,73	-1,00
D3	2,00	0,00
D4	1,73	1,00
D5	1,00	1,73
D6	0,00	2,00
D7	-1,00	1,73
D8	-1,73	1,00
D9	-2,00	0,00
D10	-1,73	-1,00
D11	-1,00	-1,73
D12	0,00	-2,00

Velocidad V=4 m/s		
VECTOR	X	Z
D1	2,00	-3,46
D2	3,46	-2,00
D3	4,00	0,00
D4	3,46	2,00
D5	2,00	3,46
D6	0,00	4,00
D7	-2,00	3,46
D8	-3,46	2,00
D9	-4,00	0,00
D10	-3,46	-2,00
D11	-2,00	-3,46
D12	0,00	-4,00

Velocidad V=6 m/s		
VECTOR	X	Z
D1	3,00	-5,20
D2	5,20	-3,00
D3	6,00	0,00
D4	5,20	3,00
D5	3,00	5,20
D6	0,00	6,00
D7	-3,00	5,20
D8	-5,20	3,00
D9	-6,00	0,00
D10	-5,20	-3,00
D11	-3,00	-5,20
D12	0,00	-6,00

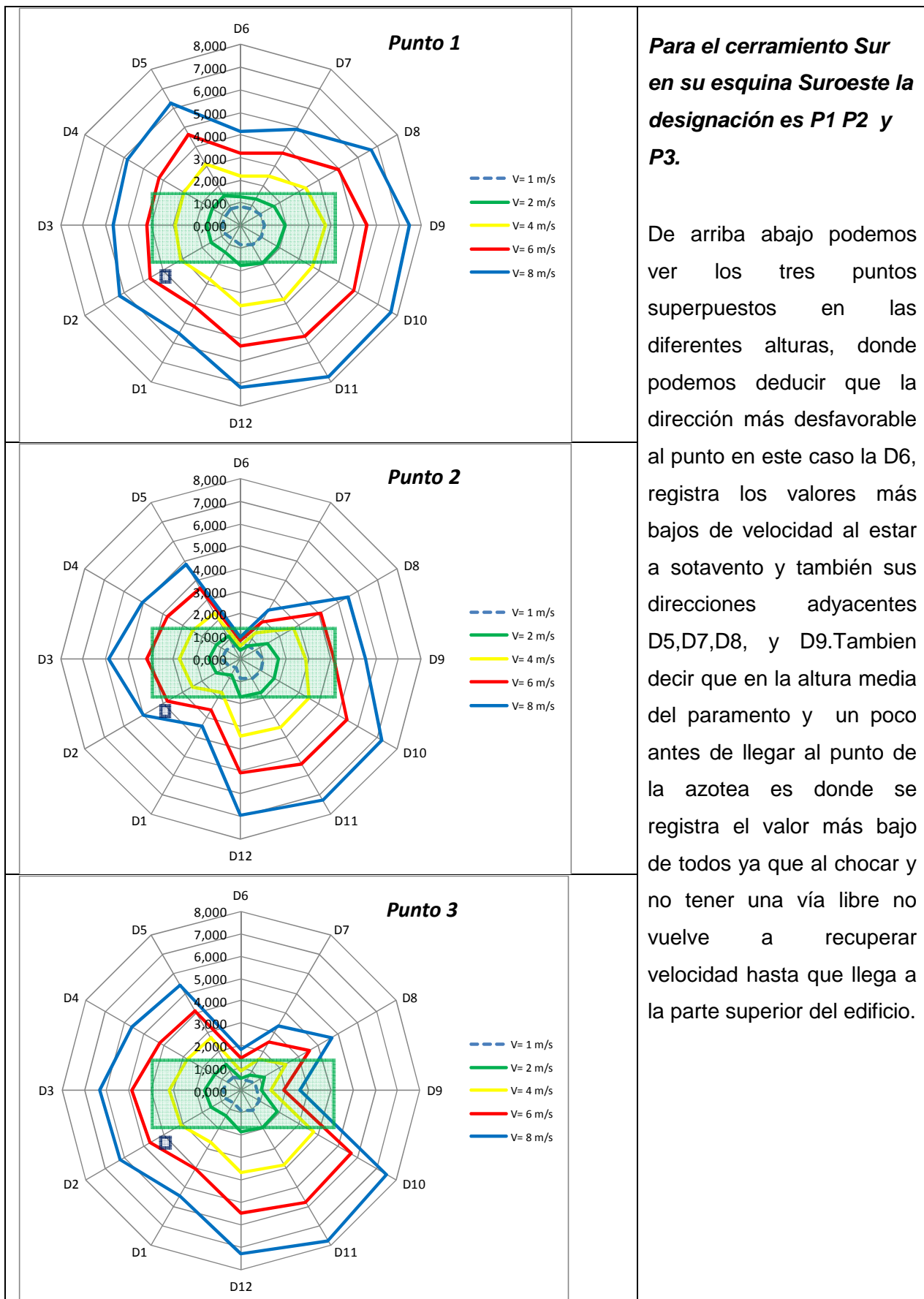


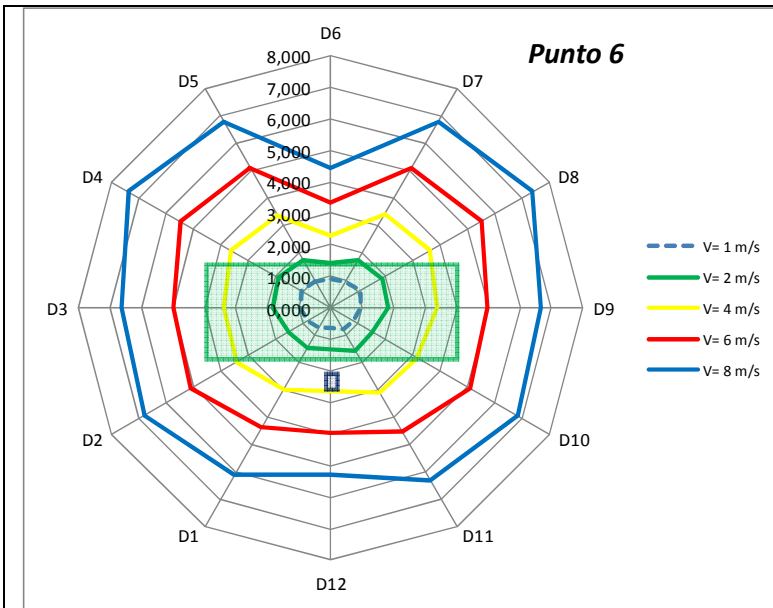


Velocidad V=8 m/s		
VECTOR	X	Z
D1	4,00	-6,93
D2	6,93	-4,00
D3	8,00	0,00
D4	6,93	4,00
D5	4,00	6,93
D6	0,00	8,00
D7	-4,00	6,93
D8	-6,93	4,00
D9	-8,00	0,00
D10	-6,93	-4,00
D11	-4,00	-6,93
D12	0,00	-8,00



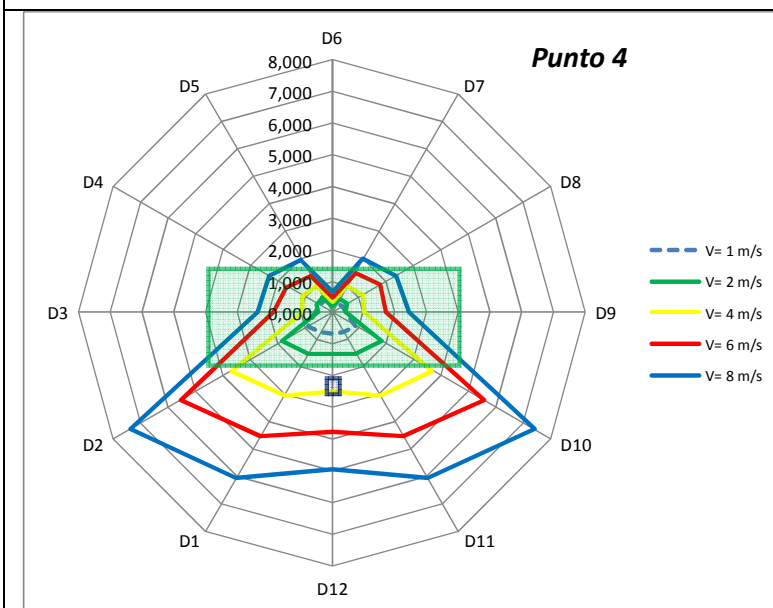
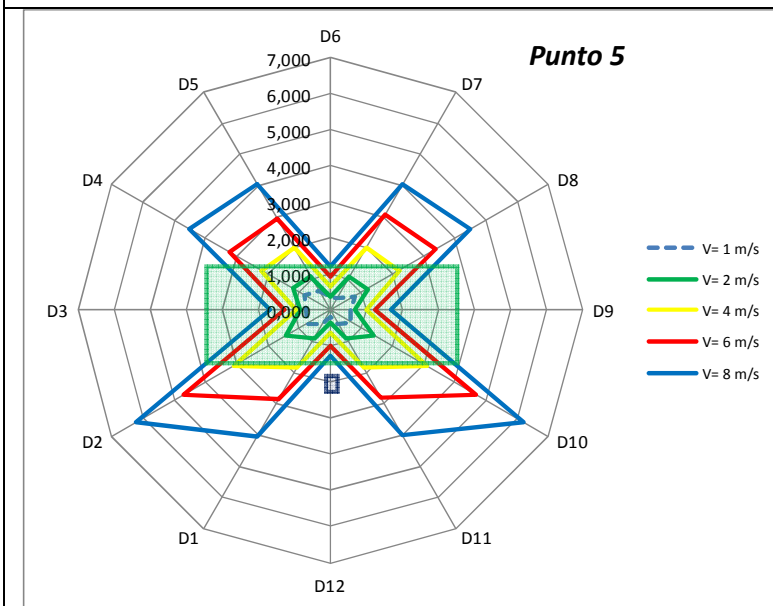
7. Gráficos araña

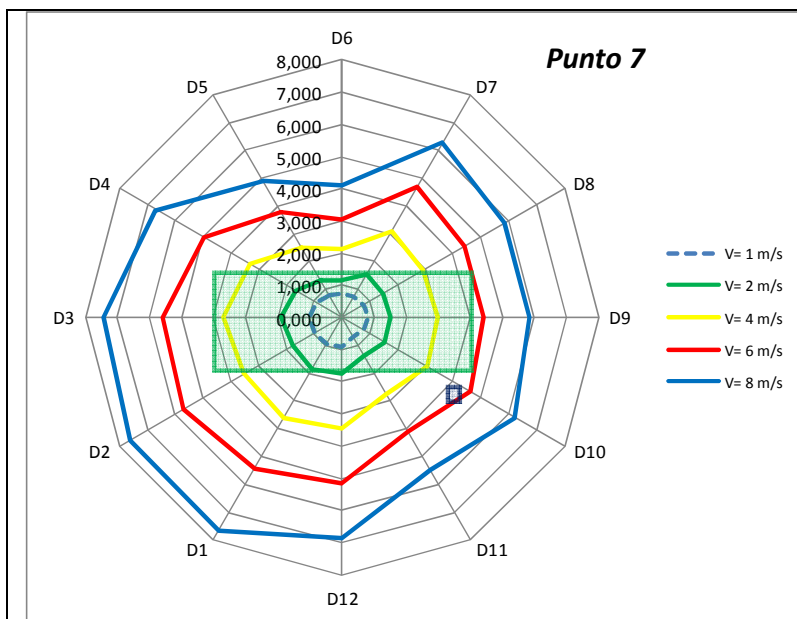




Para el cerramiento Sur en su mitad de fachada Sur la designación es P4 P5 y P6.

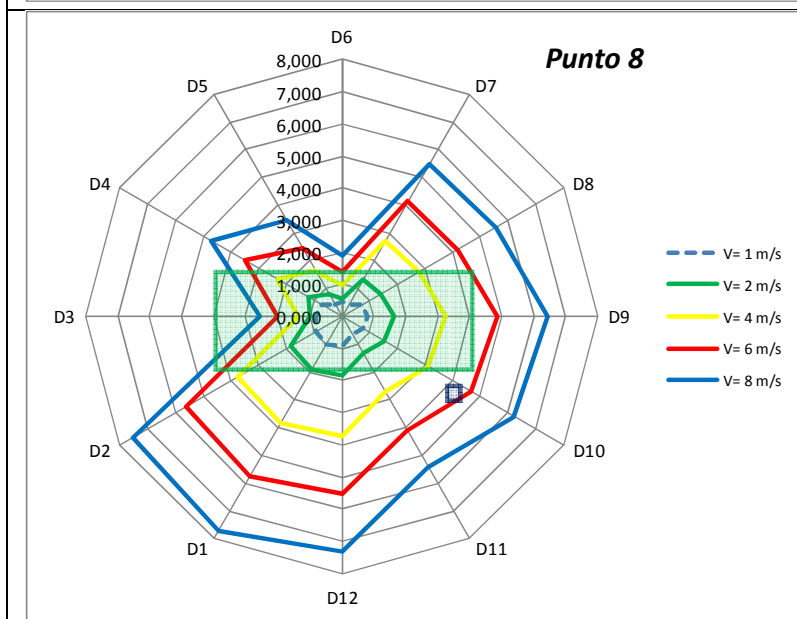
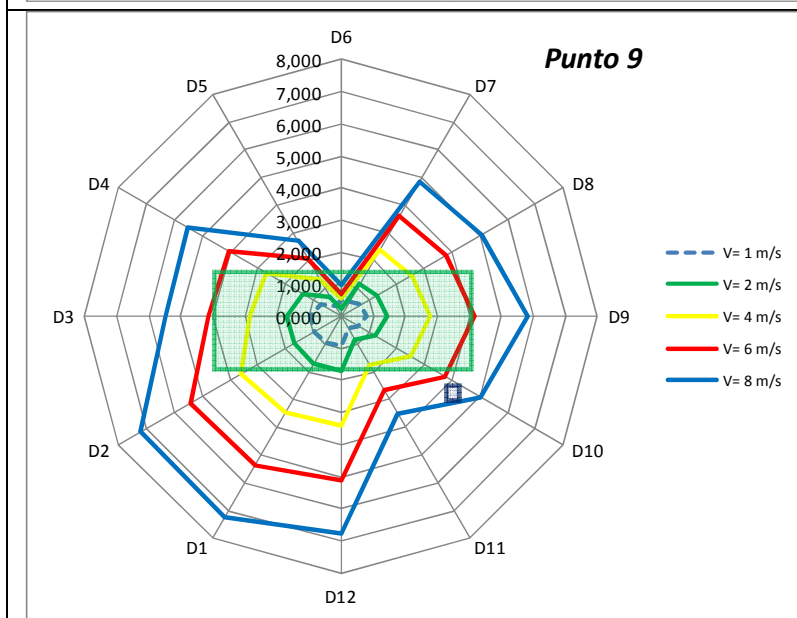
De arriba abajo podemos ver los tres puntos superpuestos en las diferentes alturas, donde podemos deducir que cuando los puntos están situados en mitad del paramento las velocidades son totalmente simétricas. En su dirección perpendicular la velocidad al chocar con el paramento se ve reducida D12, para ir aumentando según la dirección se va lateralizando D1, D2, D10 y D11. Para ir disminuyendo a medida que el edificio va haciendo sombra. D3 y D9. Luego vuelve a recuperar a sotavento en las direcciones D4, D5, D7 y D8. Finalmente se ve reducida justo en el punto contrario al punto D6

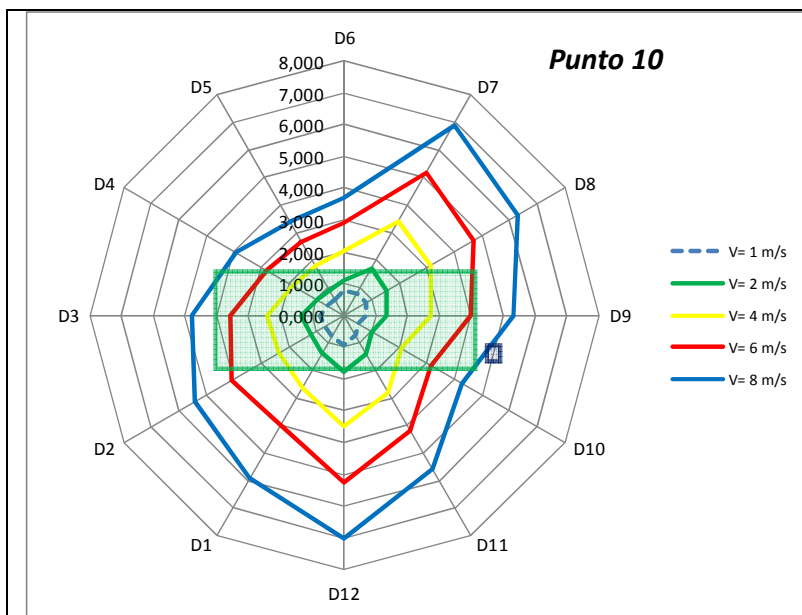




Para el cerramiento Sur en su esquina Sureste la designación es P7 P8 y P9.

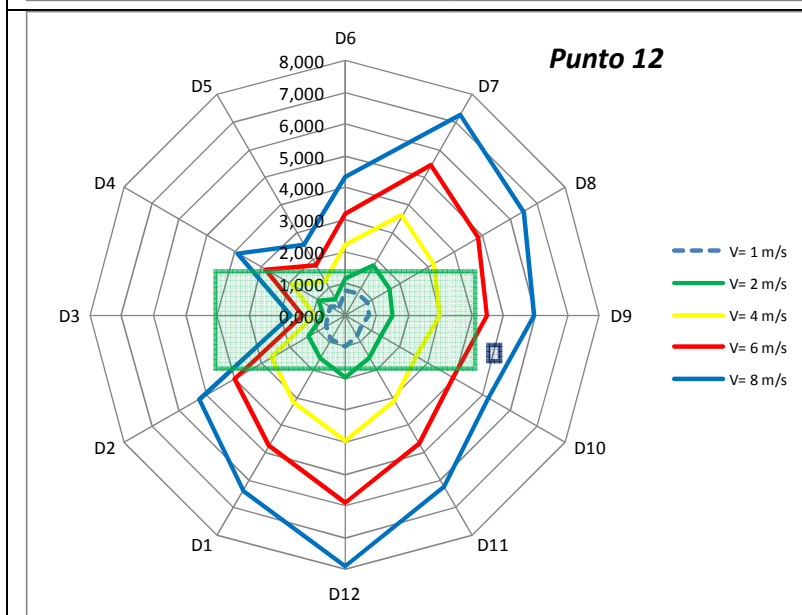
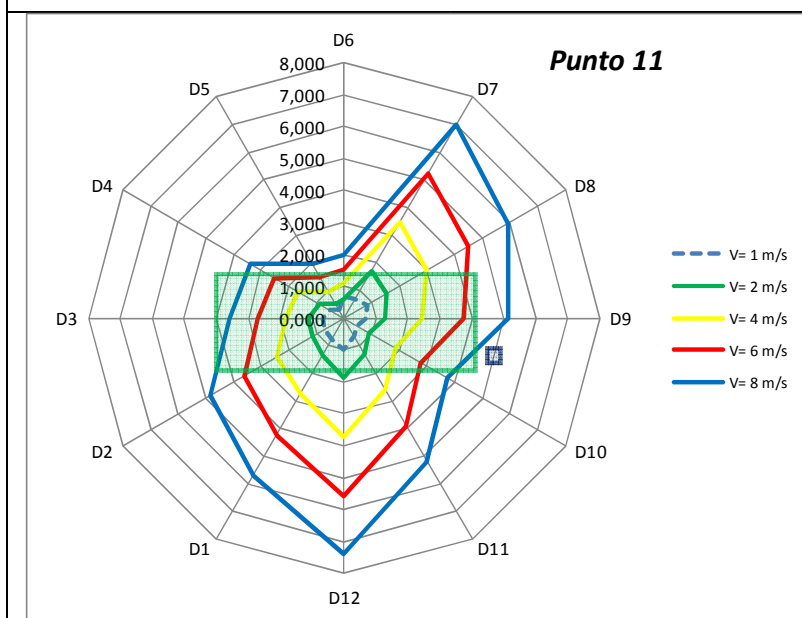
De arriba abajo podemos ver los tres puntos superpuestos en las diferentes alturas, donde podemos deducir que la dirección más desfavorable al punto en este caso la D6, registra los valores más bajos de velocidad y también sus direcciones adyacentes D3, D4, D5 y .También decir que en la altura media y un poco antes de llegar al punto de la azotea del paramento es donde se registra el valor más bajo de todos ya que al chocar y no tener una vía libre no vuelve a recuperar velocidad hasta que llega a la parte superior del edificio.

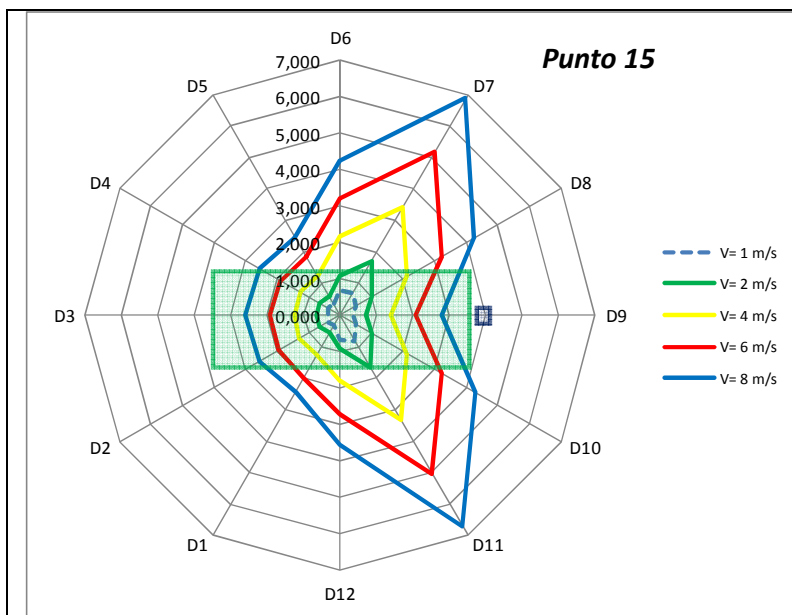




Para el cerramiento Este en su esquina Sureste la designación es P10 P11 y P12.

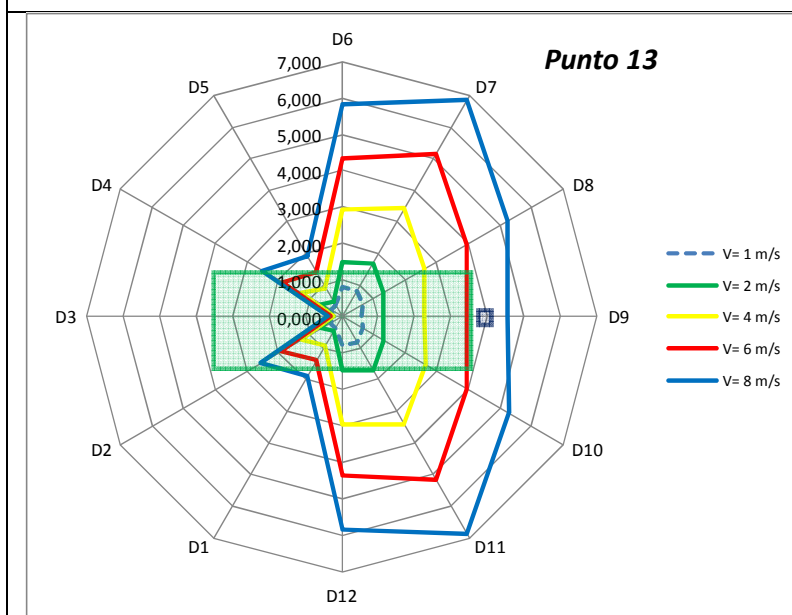
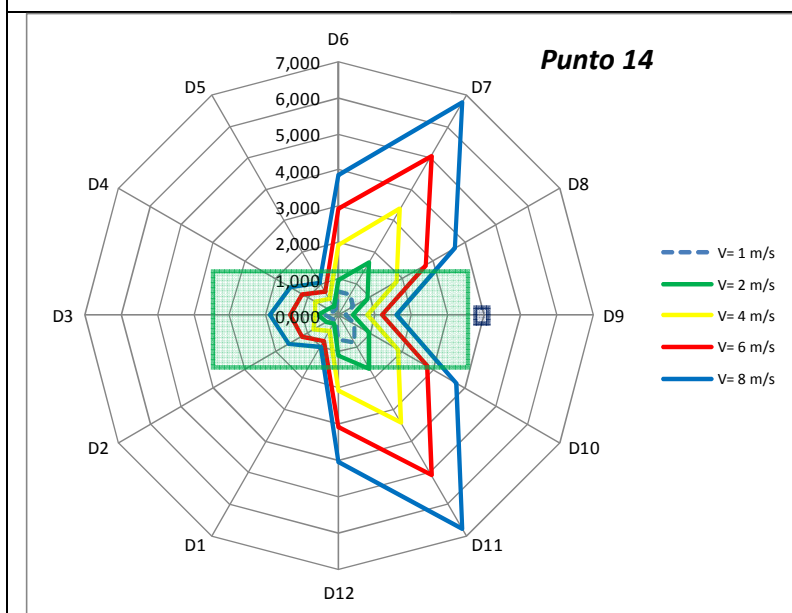
De arriba abajo podemos ver los tres puntos superpuestos en las diferentes alturas, donde podemos deducir que la direcciones más desfavorables son las que chocan contra el paramento y por tanto se reduce la velocidad D9 y D10, por el contrario las laterales a los puntos son las que registran el mayor valor D7, D8, D11 y D12. Finalmente vemos como las direcciones a sotavento es decir la sombra que ejerce el edificio sobre el punto se vuelve a reducir la velocidad D2, D3, D4 y D5

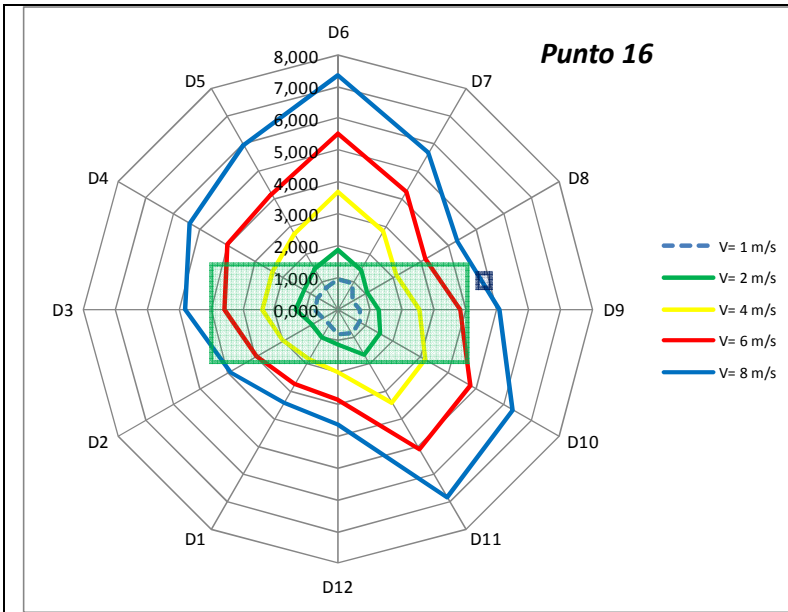




Para el cerramiento Este en su mitad de fachada Este la designación es P13 P14 y P15.

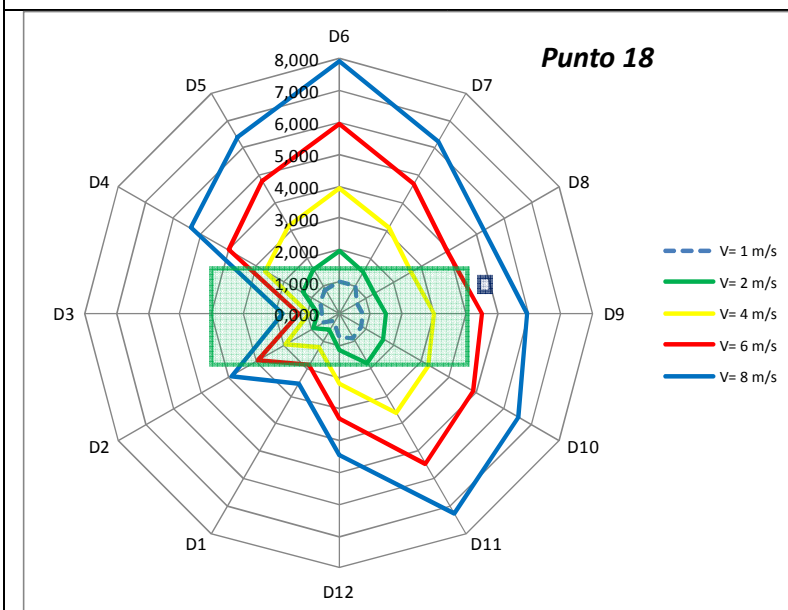
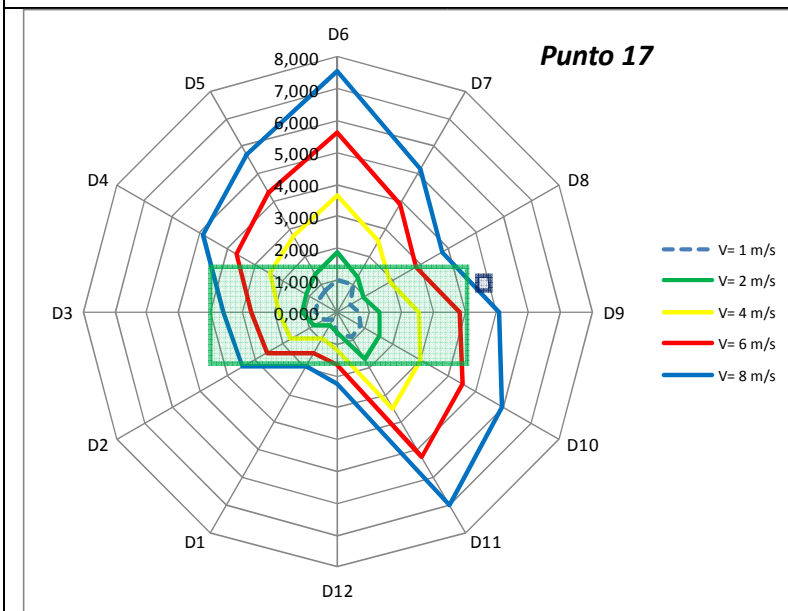
De arriba abajo se pueden ver los tres puntos superpuestos en las diferentes alturas, donde podemos deducir que cuando los puntos están situados en mitad del paramento las velocidades son totalmente simétricas. En su dirección perpendicular la velocidad al chocar con el paramento se ve reducida V_9 , para ir aumentando según la dirección se va lateralizando D6, D7, D8, D10, D11 y D12. Para ir disminuyendo a medida que el edificio va haciendo sombra. D1 y D5. Luego vuelve a recuperar a sotavento en las direcciones D2, y D4. Finalmente se ve reducida justo en el punto contrario al punto D3

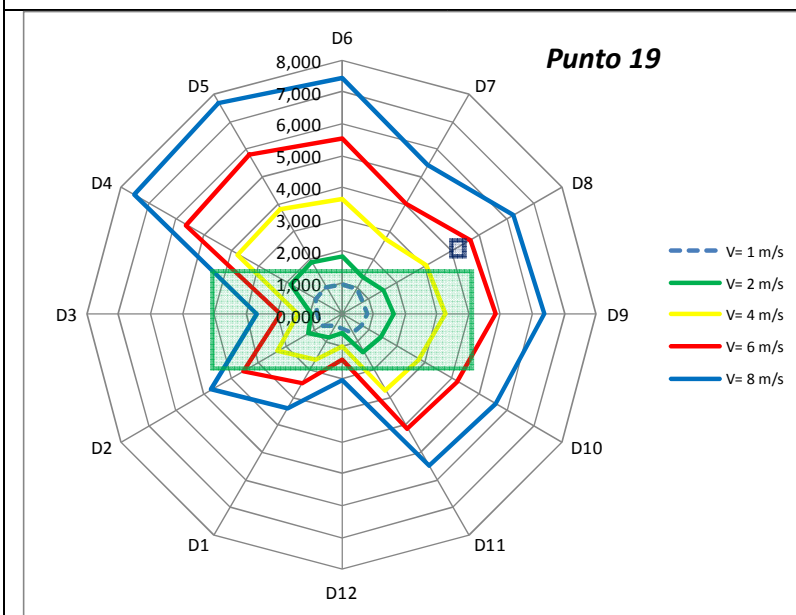
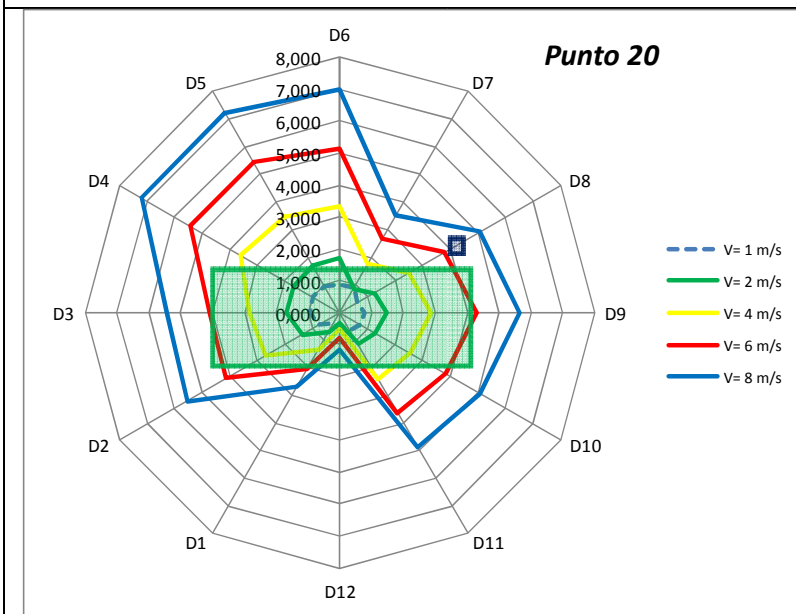
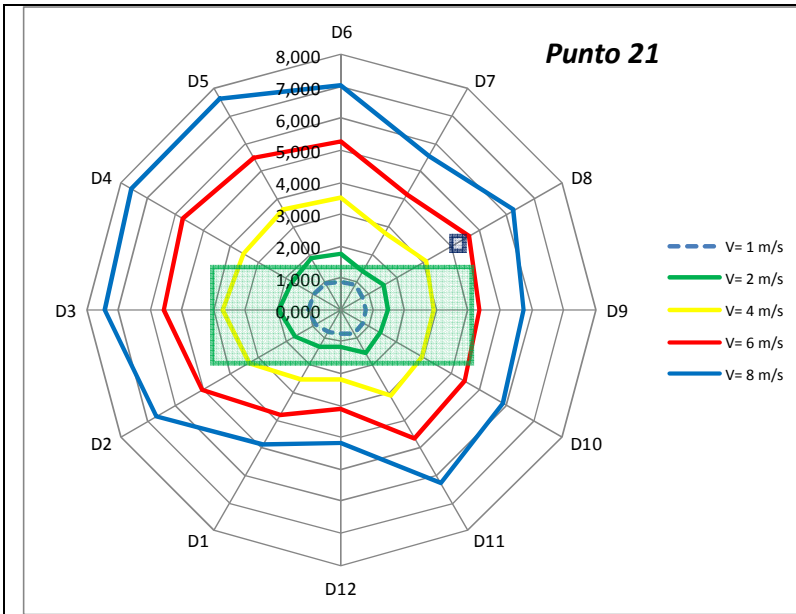




Para el cerramiento Este en su esquina Noreste la designación es P16 P17 y P18.

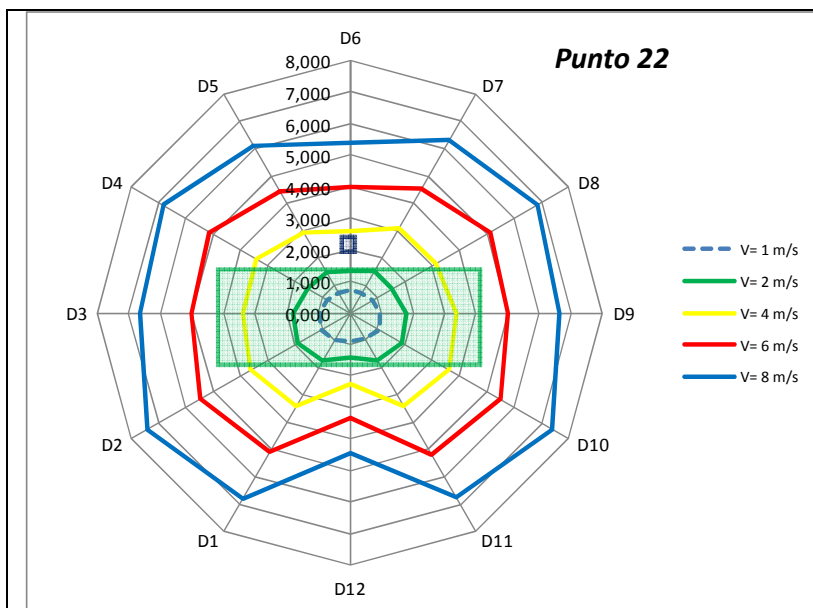
De arriba abajo podemos ver los tres puntos superpuestos en las diferentes alturas, donde podemos deducir que la direcciones más desfavorables son las que chocan contra el paramento y por tanto se reduce la velocidad D8 y D7, por el contrario las laterales a los puntos son las que registran el mayor valor D6, D7, D10 y D11. Finalmente vemos como las direcciones a sotavento es decir la sombra que ejerce el edificio sobre el punto se vuelve a reducir la velocidad D1, D2, D3 y D11





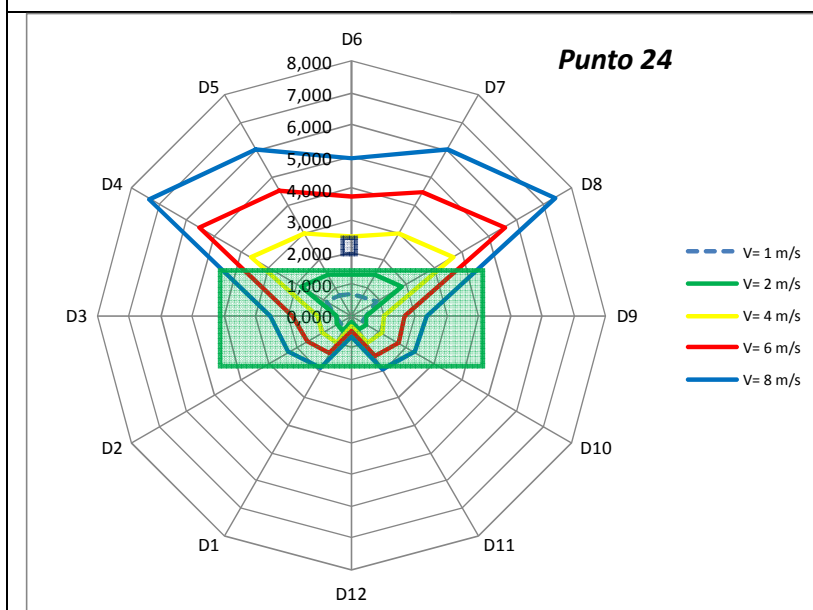
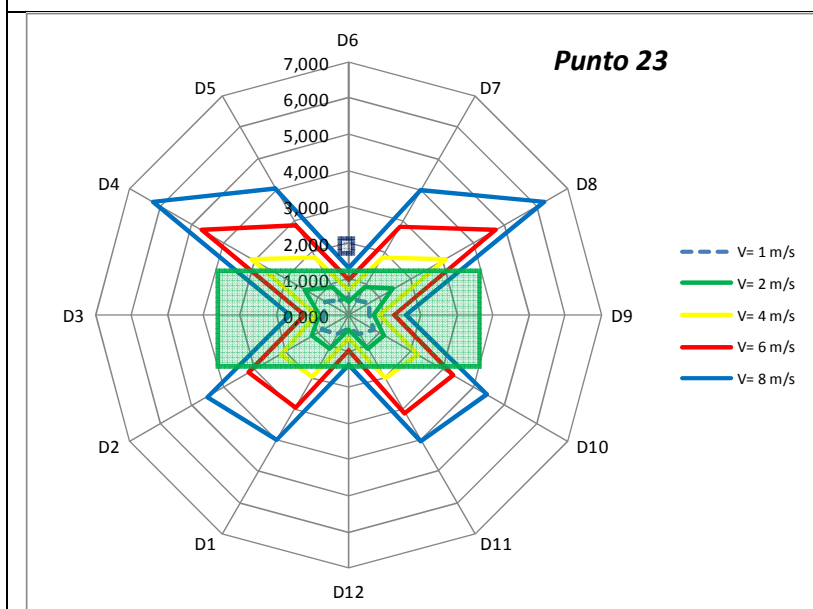
Para el cerramiento Norte en su esquina Noreste la designación es P19 P20 y P21.

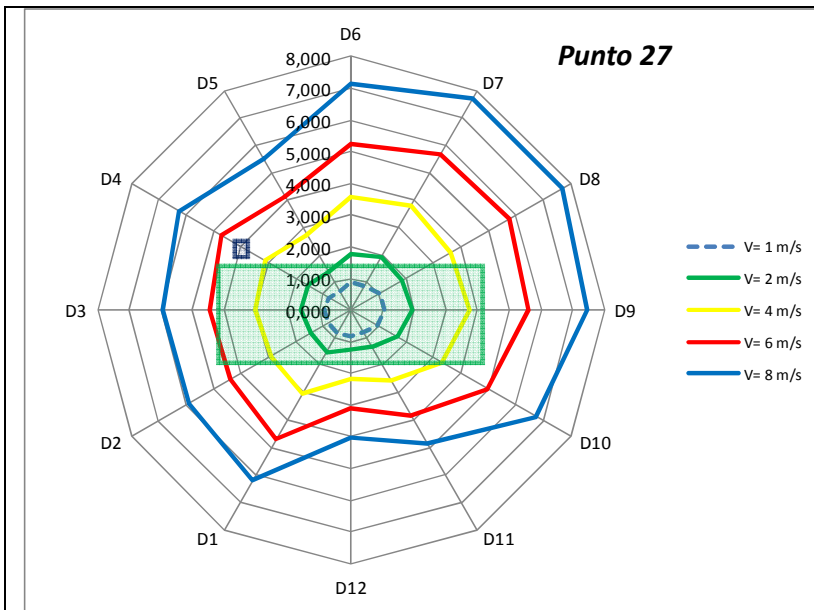
De arriba abajo podemos ver los tres puntos superpuestos en las diferentes alturas, donde podemos deducir que la dirección más desfavorable al punto en este caso la D12, registra los valores más bajos de velocidad al estar a sotavento y también sus direcciones adyacentes D1, D2, D3 y D12. También decir que en la altura media y un poco antes de llegar al punto de la azotea del paramento es donde se registra el valor más bajo de todos ya que al chocar y no tener una vía libre no vuelve a recuperar velocidad hasta que llega a la parte superior del edificio.



Para el cerramiento Norte en su mitad de fachada Norte la designación es P22 P23 y P24.

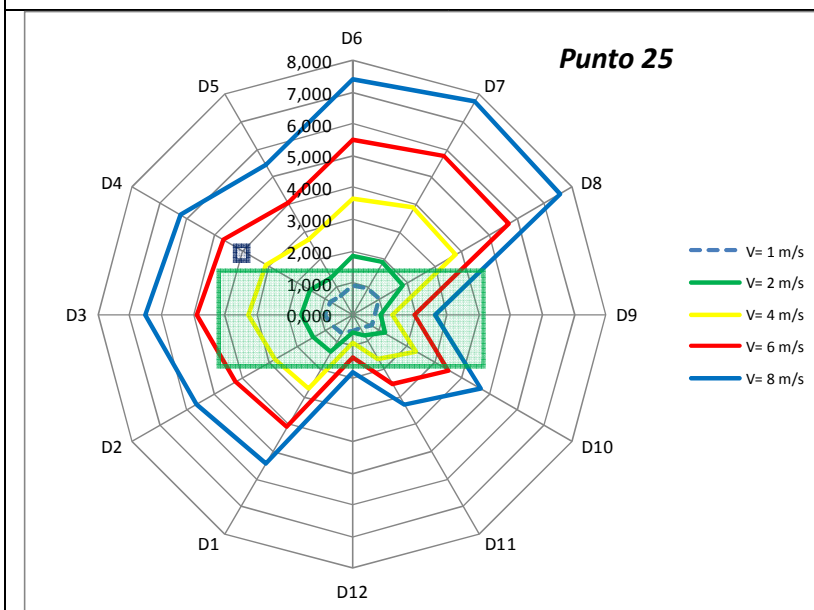
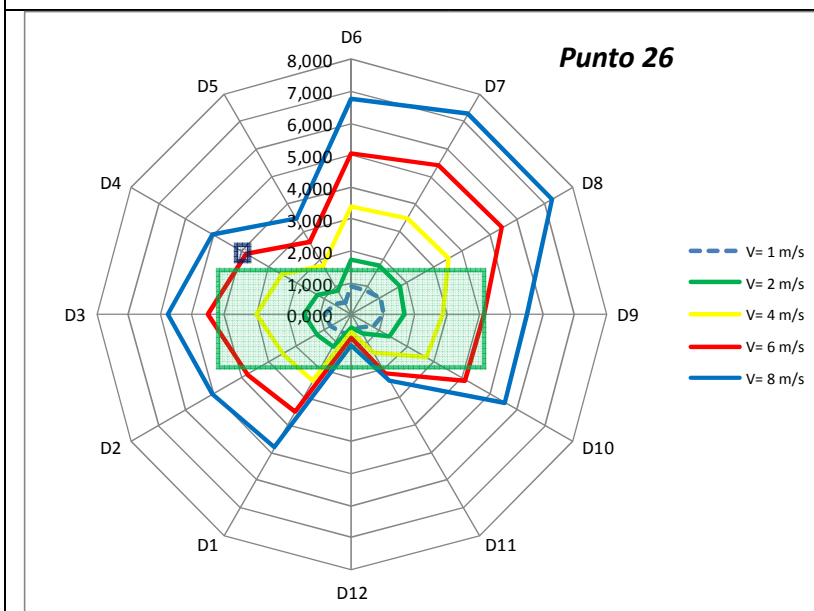
De arriba abajo podemos ver los tres puntos superpuestos en las diferentes alturas, donde podemos deducir que cuando los puntos están situados en mitad del paramento las velocidades son totalmente simétricas. En su dirección perpendicular la velocidad al chocar con el paramento se ve reducida D6, para ir aumentando según la dirección se va lateralizando D4, D5, D7 y D8. Para ir disminuyendo a medida que el edificio va haciendo sombra. D3 y D9. Luego vuelve a recuperar a sotavento en las direcciones D1, D2, D10 y D11. Finalmente se ve reducida justo en el punto contrario al punto D12

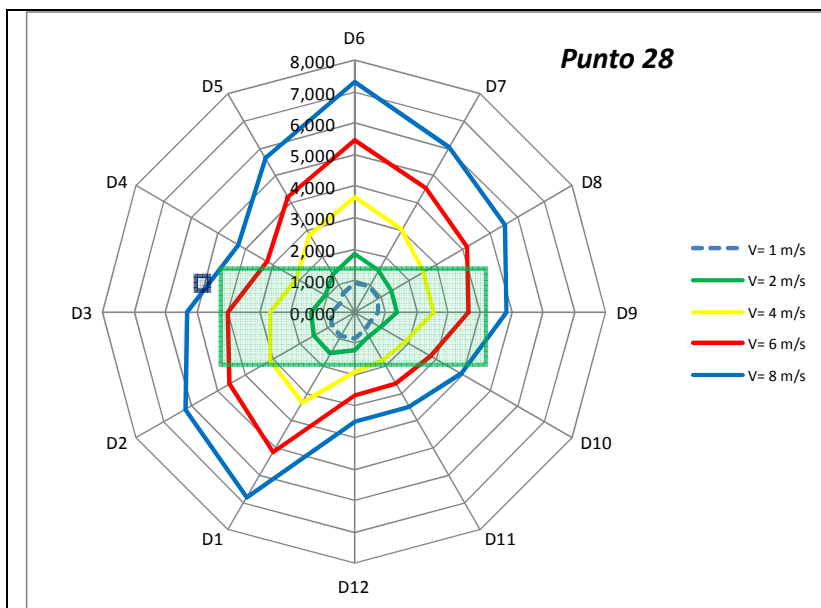




Para el cerramiento Norte en su esquina Noroeste la designación es P25 P26 y P27.

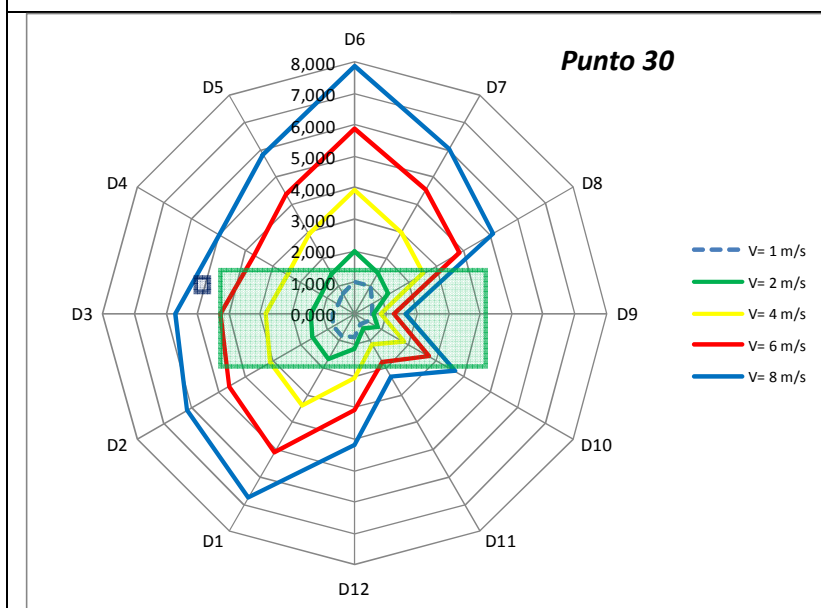
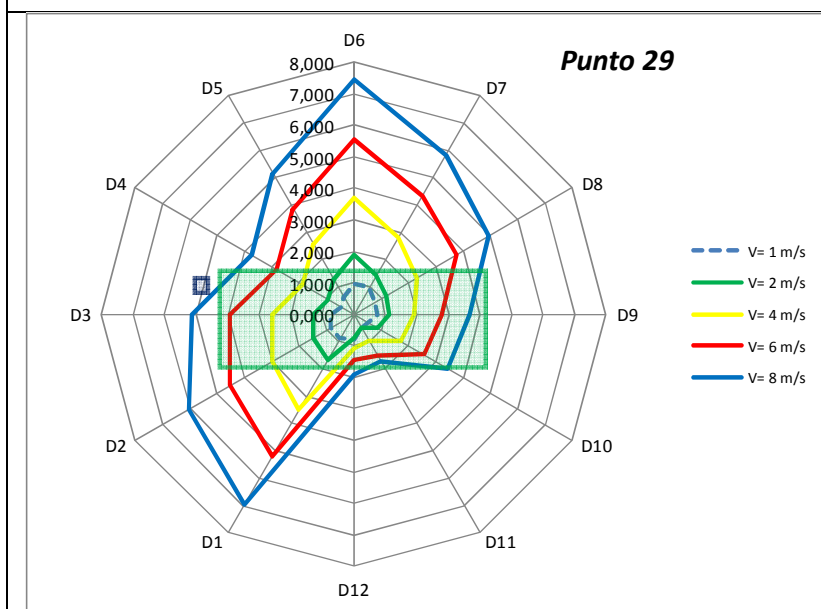
De arriba abajo podemos ver los tres puntos superpuestos en las diferentes alturas, donde podemos deducir que la dirección más desfavorable al punto en este caso la D12, registra los valores más bajos de velocidad al estar a sotavento y también sus direcciones adyacentes D1, D9, D10 y D11. También decir que en la altura media y un poco antes de llegar al punto de la azotea del paramento es donde se registra el valor más bajo de todos ya que al chocar y no tener una vía libre no vuelve a recuperar velocidad hasta que llega a la parte superior del edificio.

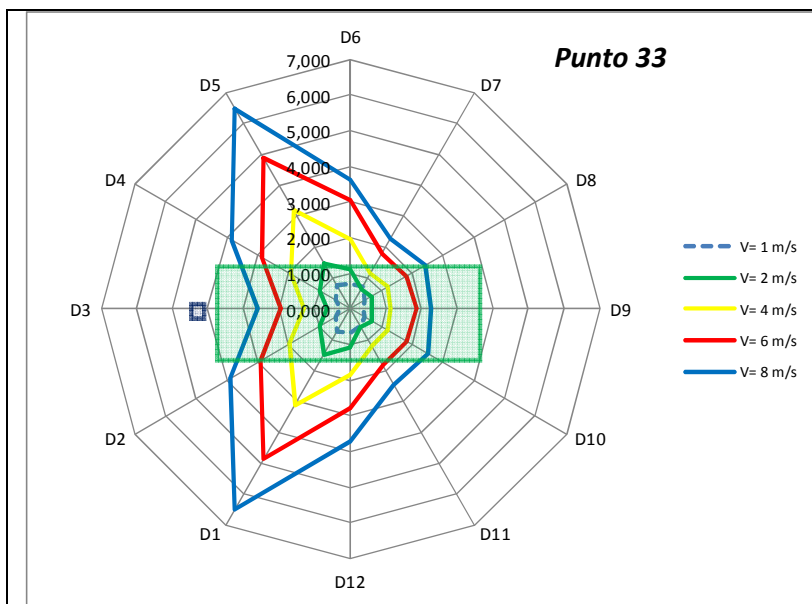




Para el cerramiento Oeste en su esquina Noroeste la designación es P28 P29 y P30.

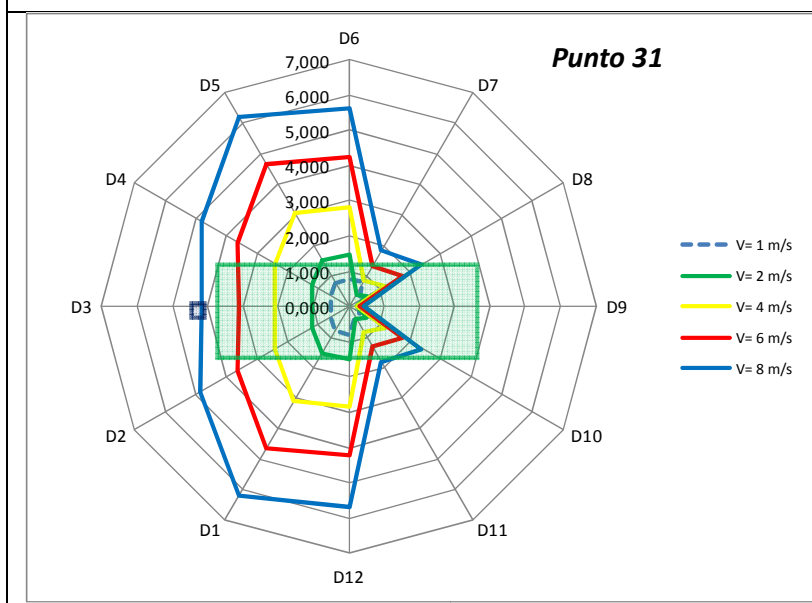
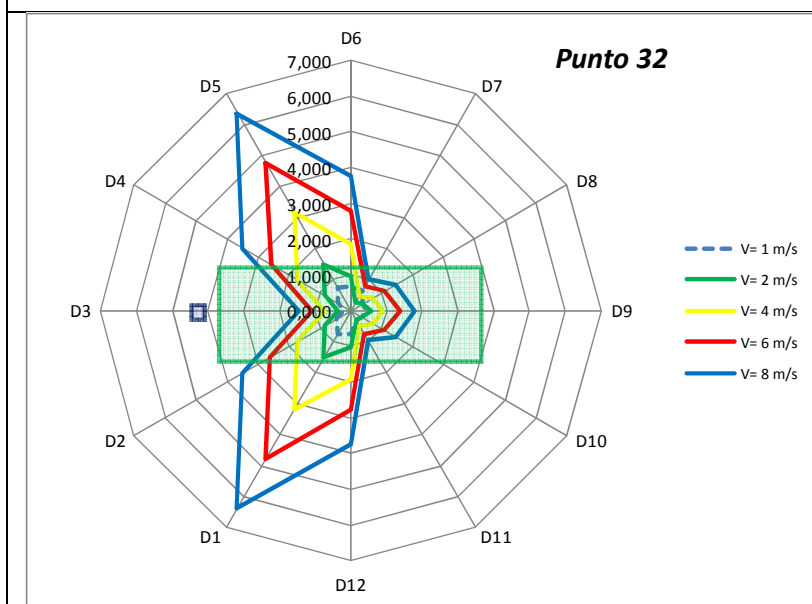
De arriba abajo podemos ver los tres puntos superpuestos en las diferentes alturas, donde podemos deducir que la direcciones más desfavorables son las que chocan contra el paramento y por tanto se reduce la velocidad D3 y D4, por el contrario las laterales a los puntos son las que registran el mayor valor D1, D2, D5 y D6. Finalmente vemos como las direcciones a sotavento es decir la sombra que ejerce el edificio sobre el punto se vuelve a reducir la velocidad D9, D10, D11 y D12

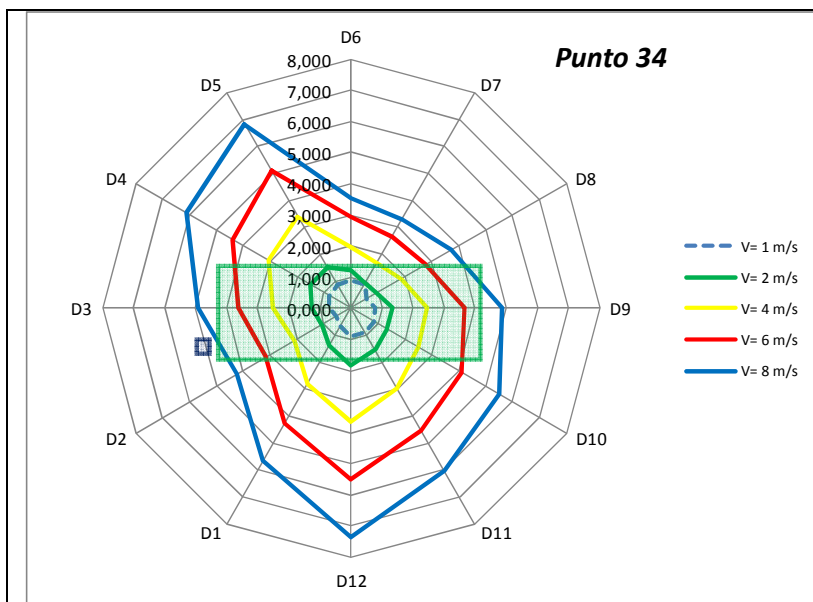




Para el cerramiento Oeste en su mitad de fachada Oeste la designación es P13 P14 y P15.

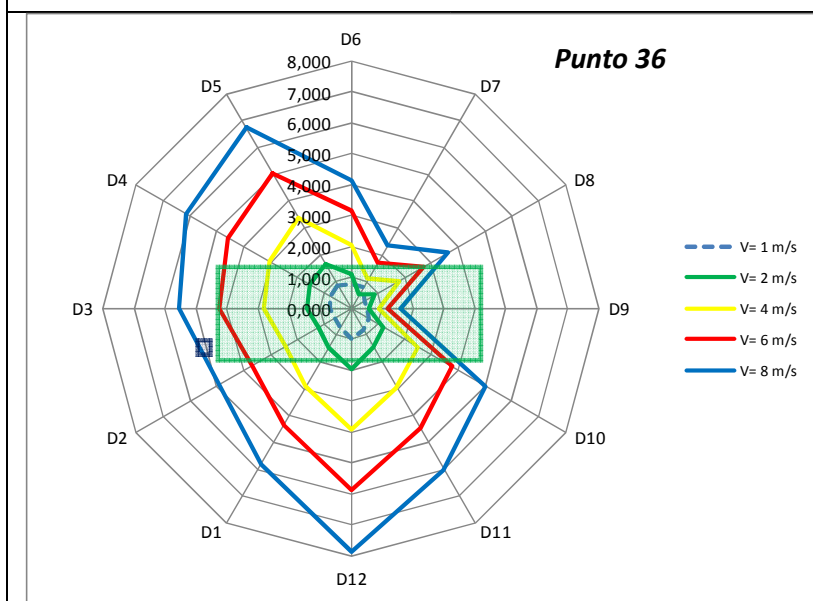
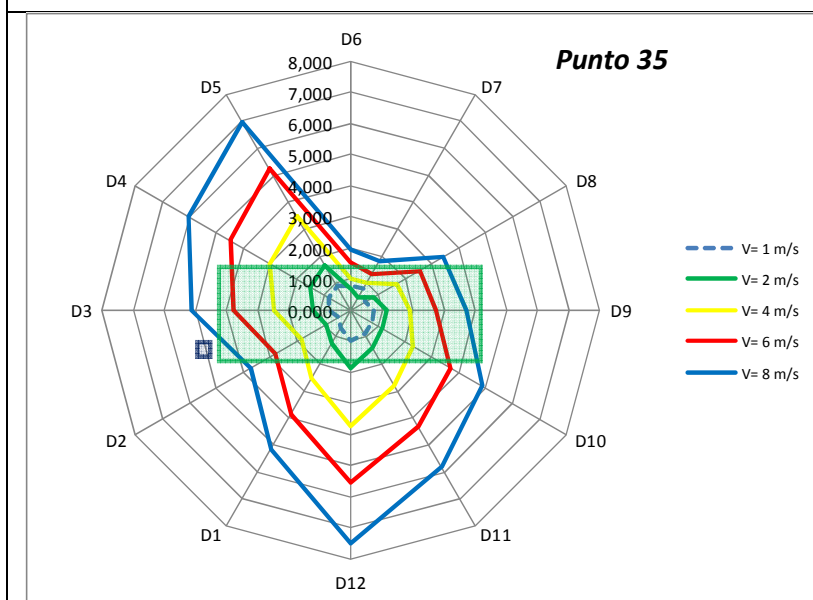
De arriba abajo podemos ver los tres puntos superpuestos en las diferentes alturas, donde podemos deducir que cuando los puntos están situados en mitad del paramento las velocidades son totalmente simétricas. En su dirección perpendicular la velocidad al chocar con el paramento se ve reducida D3, para ir aumentando según la dirección se va lateralizando D1, D2, D4, D5, D6 y D12. Para ir disminuyendo a medida que el edificio va haciendo sombra. D7 y D11. Luego vuelve a recuperar a sotavento en las direcciones D8, y D10. Finalmente se ve reducida justo en el punto contrario al punto D9

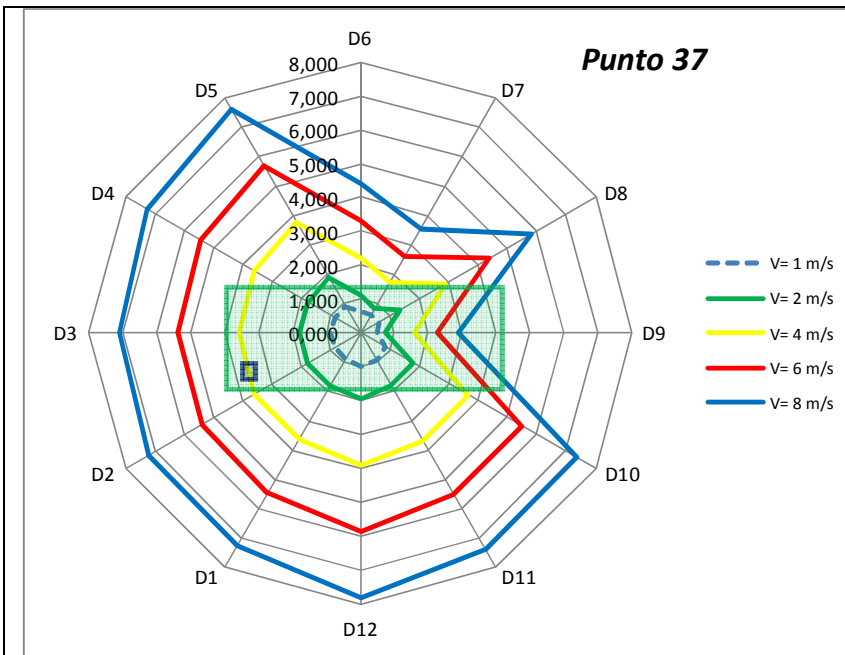




Para el cerramiento Oeste en su esquina Suroeste la designación es P34 P35 y P36.

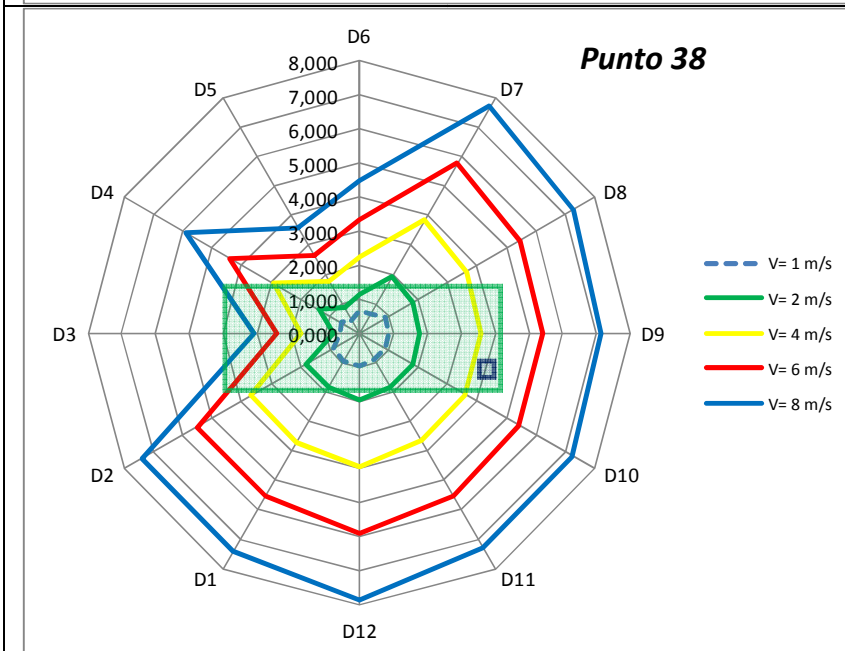
De arriba abajo podemos ver los tres puntos superpuestos en las diferentes alturas, donde podemos deducir que la direcciones más desfavorables son las que chocan contra el paramento y por tanto se reduce la velocidad D2 y D3, por el contrario las laterales a los puntos son las que registran el mayor valor D1, D4, D5 y D12. Finalmente vemos como las direcciones a sotavento es decir la sombra que ejerce el edificio sobre el punto se vuelve a reducir la velocidad D6, D7, D8 y D9.

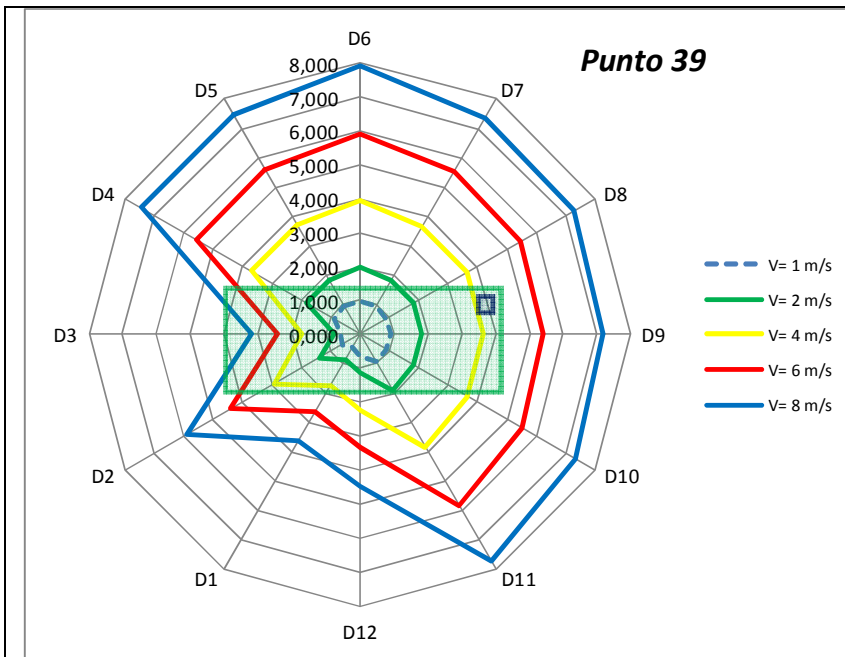




Para el cerramiento Superior en su esquina Suroeste y la esquina Sureste en la designación es P37 y P38.

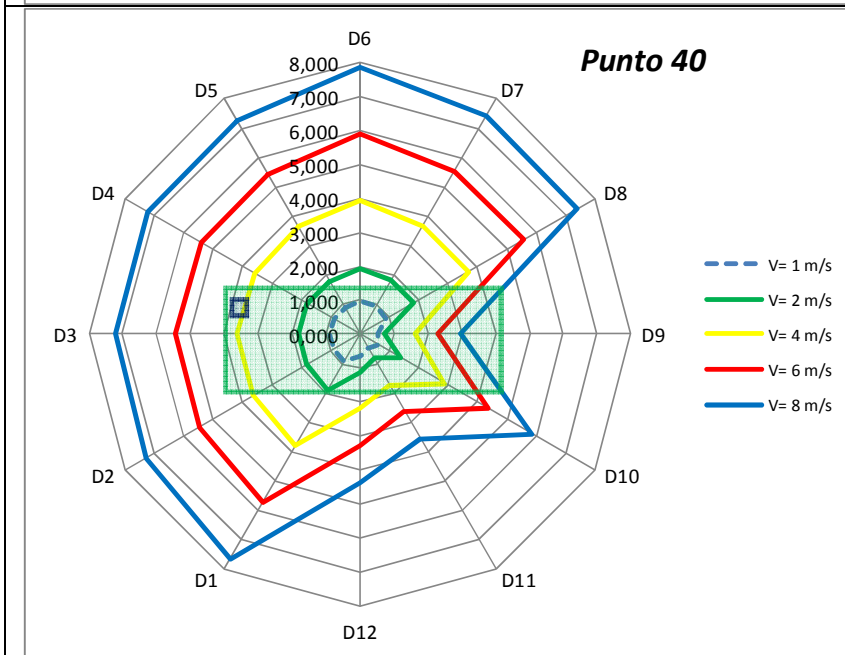
Podemos observar que en la azotea en los puntos situados a 0.80 m de la superficie el viento se comporta de manera idéntica en sus 4 esquinas. Se puede ver que en cualquiera de sus direcciones donde el viento acomete de manera directa y no tienes ningún paramento que le haga tomar una lectura baja del viento. Sin embargo en las direcciones totalmente opuestas al punto la lectura de la velocidad baja claramente por la turbulencia generada por el paramento trasero al punto de lectura.

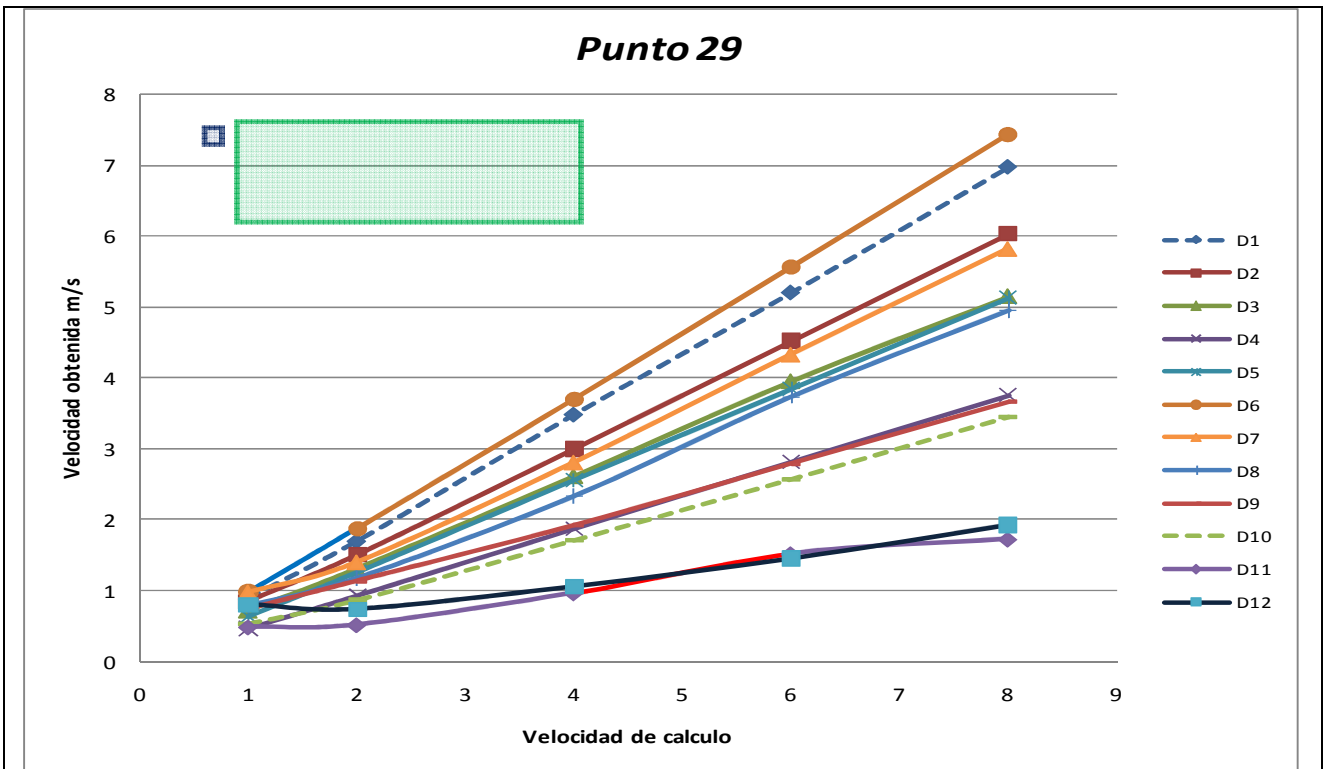




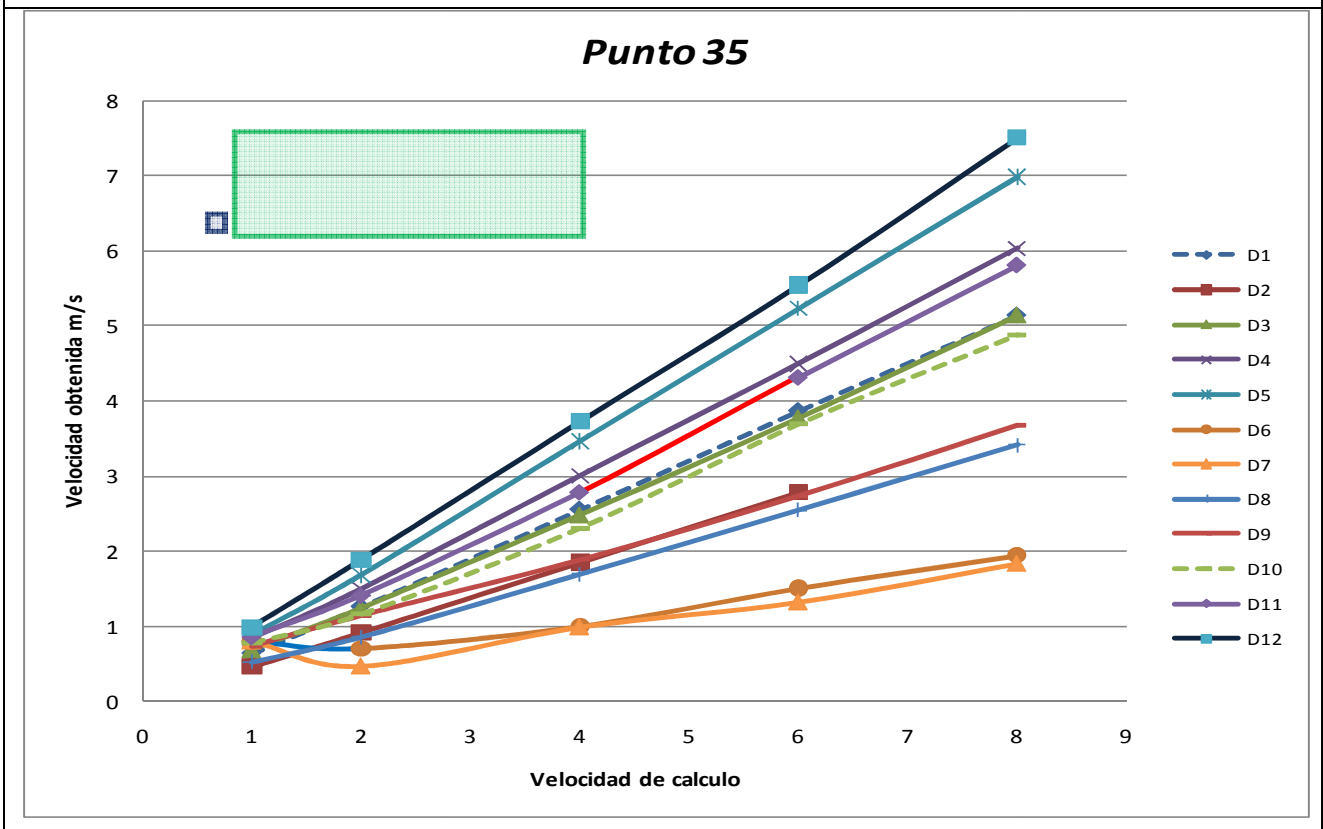
Para el cerramiento Superior en su esquina Noreste y la esquina Noroeste en la designación es P39 y P340.

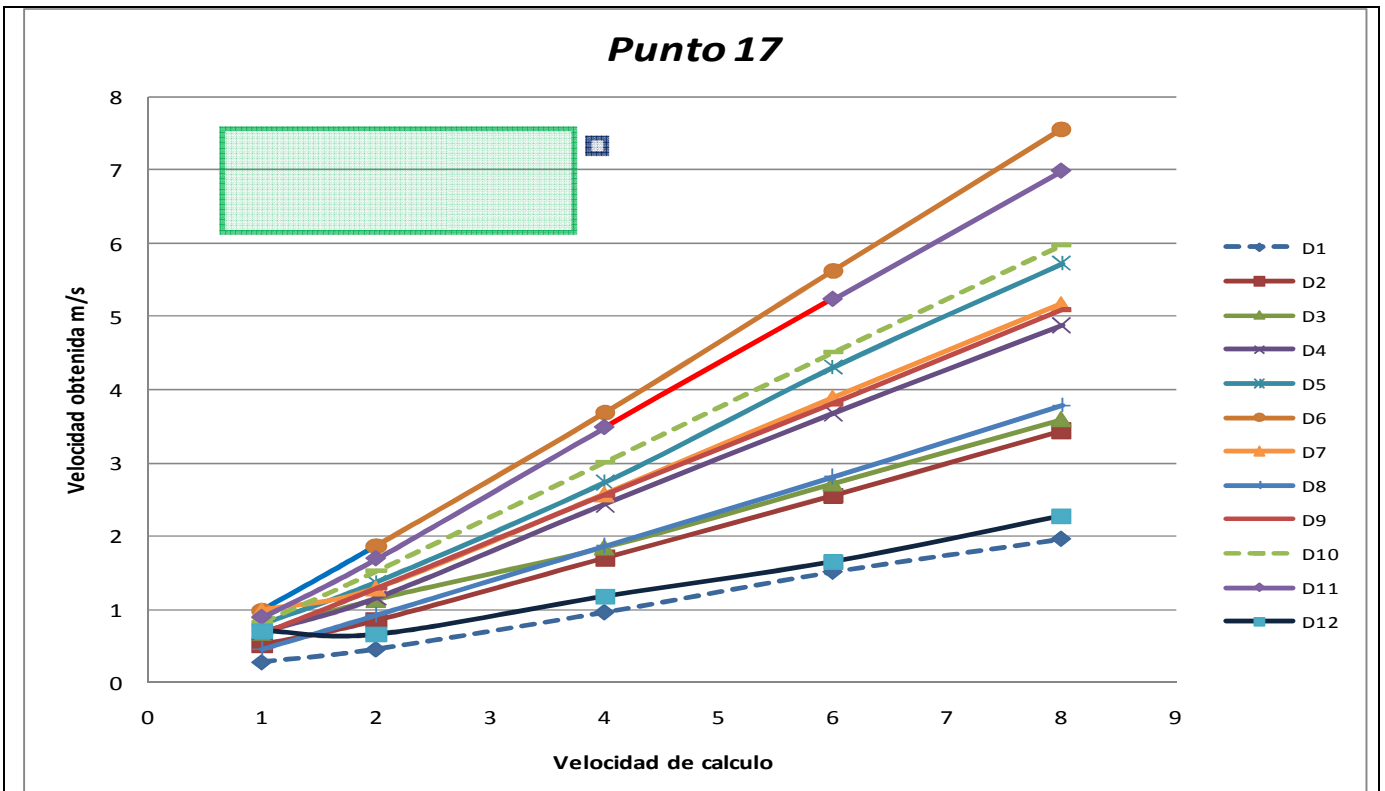
Podemos observar que en la azotea en los puntos situados a 0.80 m de la superficie el viento se comporta de manera idéntica en sus 4 esquinas. Se puede ver que en cualquiera de sus direcciones donde el viento acomete de manera directa y no tienes ningún paramento que le haga tomar una lectura baja del viento. Sin embargo en las direcciones totalmente opuestas al punto la lectura de la velocidad baja claramente por la turbulencia generada por el paramento trasero al punto de lectura.



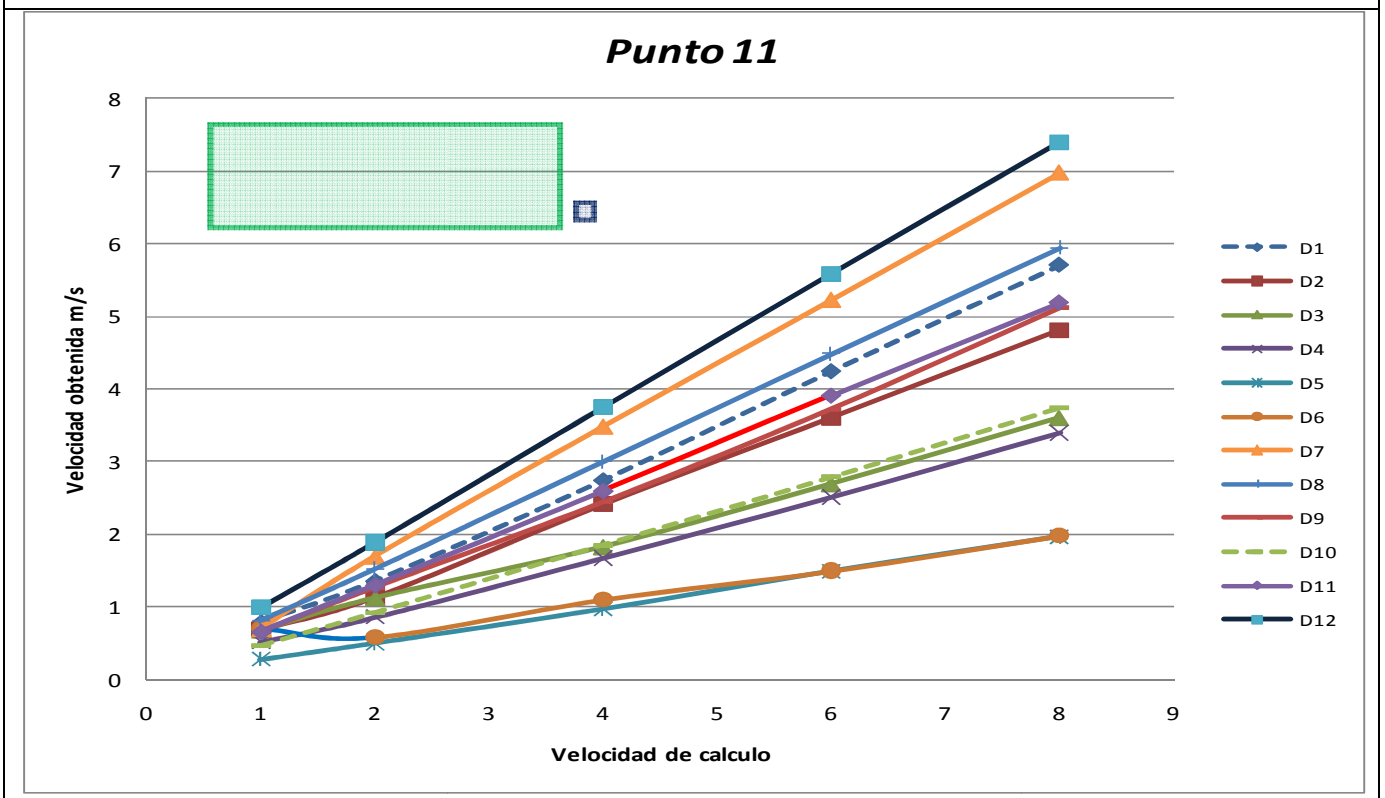


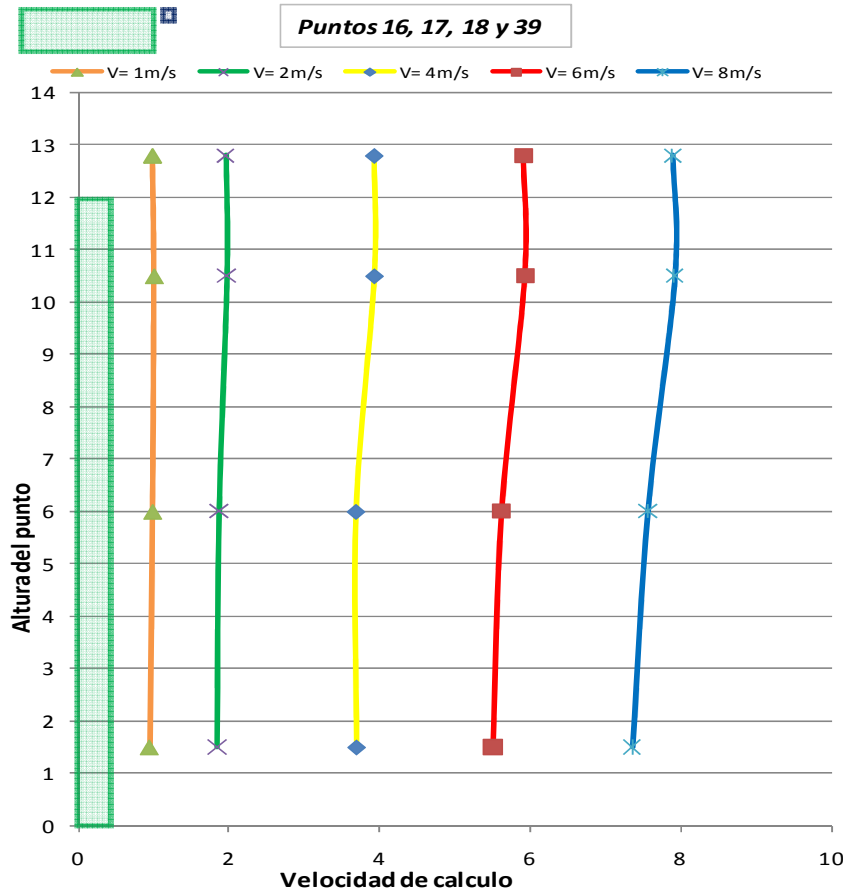
Se han analizado los puntos de la fachada Oeste en sus esquinas Suroeste y Noroeste a mitad de la altura del edificio para todas las direcciones de viento y todas las velocidades. Se puede decir que todas las direcciones se comportan de una manera lineal ya que no hay ningún obstáculo alrededor que pueda hacer que la velocidad varíe y por tanto responde a una progresión tal como las velocidades de viento calculadas.





Se han analizado los puntos de la fachada Este en sus esquinas Sureste y Noreste a mitad de la altura del edificio para todas las direcciones de viento y todas las velocidades. Podemos llegar a la conclusión, de que todas las direcciones se comportan de una manera lineal ya que no hay ningún obstáculo alrededor que pueda hacer que la velocidad varíe y por tanto responde a una progresión tal como las velocidades de viento calculadas.

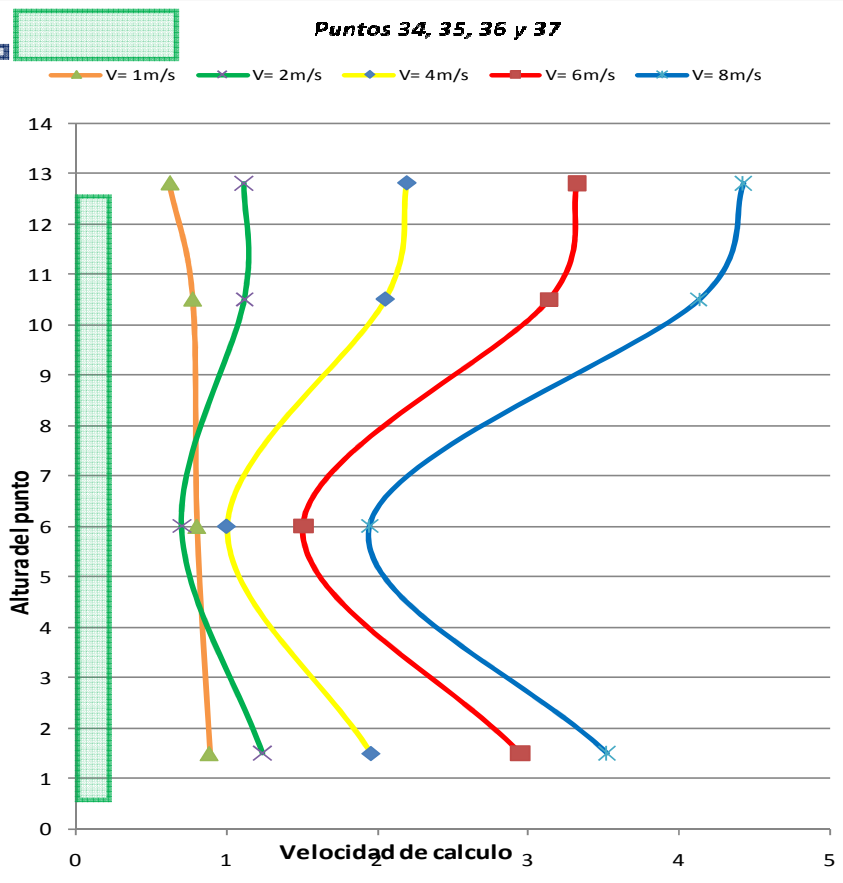


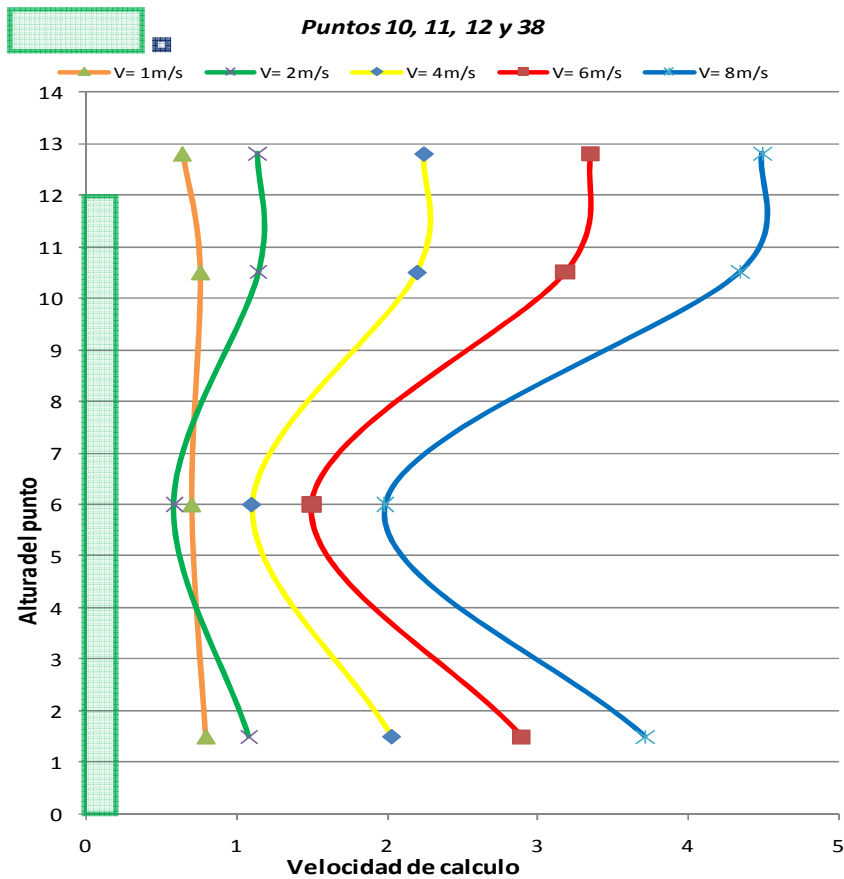


Para el cerramiento Este en su esquina Noreste la designación es P16 P17 P18 y P39. Y para el cerramiento Oeste en su esquina Suroeste la designación P34 P35 P36 y P37

Se han analizado los puntos de las esquinas de las fachadas cortas opuestas es decir la fachada Este punto Noreste y fachada Oeste punto Suroeste, para una misma dirección de la dirección D6.

Podemos deducir que la esquina que no tiene sombra de ningún tipo la velocidad no fluctúa en ningún paramento al estar paralelo y la velocidad no fluctúa nada puntos 16, 17 18 y 39, sin embargo los otros puntos fluctúan más al venir el viento paralelo a toda la fachada fluctuando en la altura media puntos 34, 35, 36 y 37.

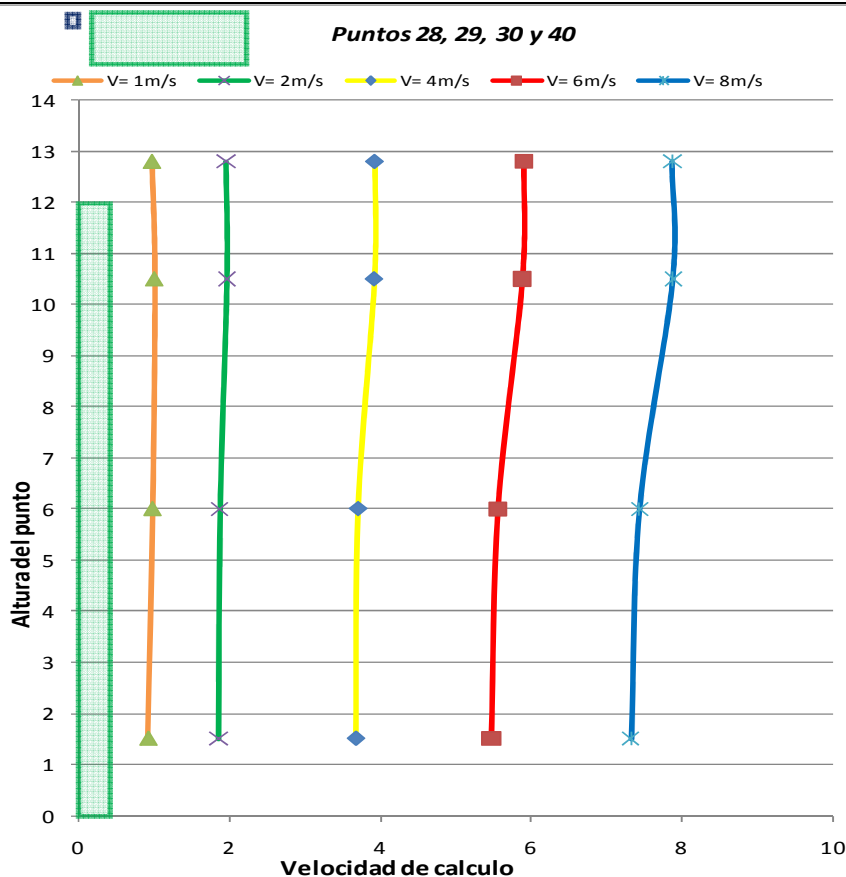




Para el cerramiento Este en su esquina Sureste la designación es P10 P11 P12 y P38. Y para el cerramiento Oeste en su esquina Noroeste la designación P28 P29 P30 y P40

Se han analizado los puntos de las esquinas de las fachadas cortas opuestas es decir la fachada Este punto Sureste y fachada Oeste punto Suroeste, para una misma dirección de dirección D6.

Podemos de deducir que la esquina que no tienes sombra de ningún tipo la velocidad no chocha en ningún paramento al estar paralelo y la velocidad no fluctúa nada puntos 28, 29 30 y 40, sin embargo los otros puntos fluctúa mas al venir el viento paralelo a toda la fachada fluctuando en la altura media puntos 10, 11, 12 y 38.



8. Datos de velocidad y dirección

VIENTO DE 1 m/s

Viento 1	VECTORES PARA ALTURA 1,5 M											
	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D1	D2	D3	D4	D5
Punto 1	0,823	0,823	0,965	1,056	1,054	1,015	0,879	0,690	0,784	0,821	0,822	0,872
Punto 6	0,934	0,934	1,086	0,930	0,817	0,772	0,631	0,737	0,826	0,951	1,085	0,972
Punto 7	0,733	0,733	0,790	0,802	0,765	0,689	0,900	0,951	0,973	1,006	0,928	0,790
Punto 10	0,796	0,796	0,793	0,691	0,518	0,693	0,942	0,748	0,702	0,729	0,594	0,560
Punto 15	0,684	0,684	0,509	0,346	0,515	0,819	0,669	0,341	0,369	0,345	0,395	0,364
Punto 16	0,941	0,941	0,530	0,682	0,809	0,867	0,805	0,558	0,561	0,719	0,728	0,778
Punto 21	0,886	0,886	0,774	0,801	0,803	0,835	0,741	0,789	0,918	1,016	0,984	0,961
Punto 22	0,707	0,707	0,811	0,931	1,085	0,937	0,909	0,979	1,082	0,948	0,828	0,746
Punto 27	0,885	0,885	1,053	1,057	0,966	0,794	0,815	0,869	0,825	0,838	0,787	0,692
Punto 28	0,926	0,926	0,857	0,772	0,599	0,647	0,864	0,858	0,813	0,719	0,540	0,700
Punto 33	0,701	0,701	0,439	0,377	0,440	0,559	0,683	0,757	0,498	0,301	0,496	0,757
Punto 34	0,886	0,886	0,594	0,776	0,852	0,872	0,919	0,698	0,535	0,684	0,810	0,863
	VECTORES PARA ALTURA 6 M											
Punto 2	0,649	0,649	0,761	1,007	1,044	0,995	0,897	0,434	0,624	0,828	0,735	0,640
Punto 5	0,369	0,369	0,789	0,566	0,675	0,451	0,174	0,434	0,754	0,671	0,831	0,619
Punto 9	0,516	0,516	0,706	0,779	0,618	0,440	0,896	0,938	0,969	0,956	0,745	0,369
Punto 11	0,699	0,699	0,813	0,660	0,462	0,650	0,989	0,779	0,691	0,683	0,518	0,277
Punto 14	0,640	0,640	0,471	0,201	0,477	0,856	0,666	0,173	0,223	0,370	0,218	0,182
Punto 17	0,987	0,987	0,465	0,677	0,822	0,895	0,710	0,282	0,515	0,682	0,685	0,791
Punto 20	0,889	0,889	0,622	0,786	0,720	0,632	0,519	0,367	0,742	0,960	0,974	0,950
Punto 23	0,491	0,491	0,679	0,569	0,792	0,592	0,367	0,624	0,835	0,665	0,757	0,457
Punto 26	0,874	0,874	1,042	1,007	0,763	0,479	0,646	0,644	0,741	0,849	0,629	0,433
Punto 29	0,982	0,982	0,782	0,736	0,530	0,488	0,802	0,884	0,845	0,712	0,466	0,634
Punto 32	0,663	0,663	0,370	0,442	0,372	0,308	0,665	0,763	0,445	0,191	0,443	0,760
Punto 35	0,803	0,803	0,527	0,731	0,777	0,856	0,989	0,638	0,461	0,690	0,843	0,882
	VECTORES PARA ALTURA 10,5 M											
Punto 3	0,524	0,524	0,702	0,736	0,961	1,020	0,922	0,654	0,755	0,825	0,719	0,675
Punto 4	0,330	0,330	0,370	0,425	0,891	0,724	0,677	0,723	0,890	0,510	0,436	0,466
Punto 8	0,453	0,453	0,718	0,817	0,759	0,657	0,931	1,002	0,952	0,787	0,717	0,419
Punto 12	0,759	0,759	0,824	0,743	0,641	0,767	1,006	0,856	0,681	0,525	0,527	0,295
Punto 13	0,810	0,810	0,650	0,558	0,651	0,843	0,804	0,342	0,356	0,234	0,350	0,348
Punto 18	1,009	1,009	0,646	0,754	0,830	0,903	0,751	0,294	0,530	0,533	0,681	0,866
Punto 19	0,929	0,929	0,760	0,828	0,725	0,689	0,447	0,415	0,716	0,788	0,952	1,003
Punto 24	0,658	0,658	0,898	0,447	0,372	0,412	0,311	0,478	0,435	0,521	0,891	0,719
Punto 25	0,929	0,929	0,964	0,736	0,707	0,514	0,520	0,681	0,721	0,840	0,757	0,653
Punto 30	1,006	1,006	0,661	0,535	0,501	0,371	0,773	0,843	0,780	0,717	0,601	0,709
Punto 31	0,795	0,795	0,362	0,306	0,362	0,325	0,792	0,764	0,595	0,510	0,595	0,762
Punto 36	0,775	0,775	0,495	0,533	0,652	0,818	1,002	0,709	0,597	0,697	0,776	0,838
	VECTORES PARA ALTURA 12,8 M											
Punto 37	0,622	0,622	0,613	0,511	0,869	0,950	0,974	0,877	0,875	0,877	0,872	0,908
Punto 38	0,637	0,637	0,886	0,879	0,885	0,891	0,982	0,952	0,896	0,559	0,606	0,448
Punto 39	0,985	0,985	0,888	0,894	0,892	0,935	0,630	0,448	0,608	0,577	0,899	0,959
Punto 40	0,974	0,974	0,878	0,520	0,618	0,464	0,627	0,913	0,877	0,885	0,878	0,882

VIENTO DE 2 m/s

Viento 2	VECTORES PARA ALTURA 1,5 M											
	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D1	D2	D3	D4	D5
Punto 1	1,241	1,338	1,684	1,952	1,871	1,922	1,793	1,375	1,550	1,501	1,448	1,506
Punto 6	1,413	1,758	1,886	1,804	1,543	1,548	1,311	1,484	1,542	1,839	1,906	1,759
Punto 7	1,150	1,570	1,457	1,512	1,521	1,370	1,735	1,837	1,775	1,918	1,669	1,314
Punto 10	1,078	1,711	1,529	1,324	1,028	1,385	1,756	1,381	1,202	1,339	0,953	0,902
Punto 15	1,089	1,717	1,024	0,697	1,008	1,654	0,933	0,566	0,650	0,658	0,640	0,585
Punto 16	1,839	1,419	1,053	1,282	1,510	1,641	1,109	1,004	0,966	1,353	1,237	1,435
Punto 21	1,760	1,382	1,538	1,488	1,444	1,539	1,151	1,345	1,672	1,933	1,788	1,852
Punto 22	1,308	1,549	1,547	1,786	1,877	1,752	1,413	1,756	1,929	1,822	1,546	1,486
Punto 27	1,787	1,918	1,873	1,950	1,684	1,335	1,239	1,521	1,450	1,567	1,556	1,375
Punto 28	1,853	1,557	1,367	1,347	0,965	0,907	1,241	1,539	1,498	1,387	1,062	1,387
Punto 33	1,089	0,617	0,673	0,611	0,674	0,586	1,087	1,475	0,977	0,650	0,974	1,471
Punto 34	1,234	0,936	0,961	1,345	1,352	1,549	1,853	1,388	1,052	1,280	1,499	1,515
	VECTORES PARA ALTURA 6 M											
Punto 2	0,379	0,674	1,382	1,676	1,720	1,756	1,715	0,854	1,234	1,395	1,248	1,142
Punto 5	0,385	1,076	1,198	0,699	1,413	0,897	0,351	0,901	1,407	0,846	1,202	1,085
Punto 9	0,256	1,150	1,271	1,456	1,230	0,873	1,716	1,719	1,692	1,679	1,384	0,679
Punto 11	0,584	1,694	1,522	1,268	0,917	1,292	1,888	1,351	1,135	1,125	0,858	0,503
Punto 14	0,969	1,679	0,930	0,399	0,934	1,681	1,094	0,251	0,365	0,582	0,357	0,284
Punto 17	1,867	1,289	0,930	1,293	1,522	1,695	0,660	0,459	0,847	1,130	1,150	1,368
Punto 20	1,715	0,876	1,243	1,451	1,272	1,150	0,305	0,674	1,364	1,676	1,703	1,731
Punto 23	0,354	0,897	1,425	0,693	1,158	1,069	0,389	1,083	1,147	0,789	1,415	0,909
Punto 26	1,708	1,753	1,730	1,669	1,382	0,694	0,410	1,156	1,252	1,502	1,245	0,857
Punto 29	1,875	1,406	1,174	1,132	0,865	0,518	0,738	1,690	1,501	1,304	0,929	1,257
Punto 32	0,971	0,273	0,362	0,569	0,374	0,297	1,003	1,512	0,862	0,367	0,857	1,508
Punto 35	0,705	0,475	0,860	1,142	1,159	1,407	1,886	1,260	0,919	1,241	1,498	1,683
	VECTORES PARA ALTURA 10,5 M											
Punto 3	0,532	0,795	1,191	0,913	1,856	1,918	1,846	1,343	1,537	1,625	1,385	1,346
Punto 4	0,222	0,512	0,553	0,452	1,816	1,495	1,284	1,492	1,817	0,454	0,528	0,552
Punto 8	0,569	1,360	1,399	1,622	1,538	1,346	1,856	1,911	1,855	0,983	1,203	0,810
Punto 12	1,144	1,796	1,625	1,492	1,301	1,548	1,978	1,558	1,303	0,666	0,942	0,576
Punto 13	1,478	1,699	1,312	1,130	1,315	1,700	1,477	0,464	0,649	0,214	0,656	0,469
Punto 18	1,967	1,552	1,309	1,510	1,634	1,803	1,140	0,585	0,945	0,664	1,322	1,579
Punto 19	1,826	1,347	1,541	1,632	1,405	1,364	0,562	0,815	1,193	0,961	1,859	1,911
Punto 24	1,279	1,492	1,816	0,479	0,557	0,507	0,227	0,553	0,532	0,462	1,818	1,490
Punto 25	1,820	1,915	1,861	0,902	1,179	0,792	0,553	1,349	1,397	1,620	1,540	1,342
Punto 30	1,967	1,477	1,241	0,587	0,879	0,543	1,141	1,680	1,536	1,407	1,224	1,439
Punto 31	1,461	0,410	0,605	0,223	0,602	0,404	1,477	1,539	1,203	1,031	1,201	1,536
Punto 36	1,116	0,537	0,874	0,594	1,221	1,464	1,977	1,435	1,215	1,404	1,524	1,673
	VECTORES PARA ALTURA 12,8 M											
Punto 37	1,113	0,821	1,356	0,745	1,807	1,807	1,960	1,798	1,785	1,775	1,782	1,875
Punto 38	1,136	1,899	1,807	1,791	1,799	1,815	1,959	1,829	1,832	0,775	1,373	0,850
Punto 39	1,955	1,819	1,804	1,808	1,816	1,907	1,130	0,852	1,375	0,781	1,842	1,843
Punto 40	1,953	1,818	1,818	0,736	1,361	0,824	1,110	1,884	1,794	1,795	1,791	1,803

VIENTO DE 4 m/s

Viento 4	VECTORES PARA ALTURA 1,5 M											
	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D1	D2	D3	D4	D5
Punto 1	2,159	3,796	3,32	3,752	3,647	3,796	3,567	2,759	3,112	2,895	2,901	3,132
Punto 6	2,273	3,1	3,634	3,386	3,156	3,1	2,639	2,969	3,412	3,381	3,634	3,392
Punto 7	2,145	2,743	2,93	2,993	3,071	2,743	3,466	3,624	3,531	3,713	3,292	2,524
Punto 10	2,025	2,777	3,137	2,709	2,095	2,777	3,511	2,639	2,362	2,4	1,867	1,813
Punto 15	2,146	3,344	2,134	1,39	2,142	3,344	1,817	1,269	1,286	1,262	1,253	1,239
Punto 16	3,689	3,406	2,115	2,573	3,168	3,406	2,005	1,81	1,997	2,404	2,373	2,739
Punto 21	3,528	3,126	3,083	2,904	2,959	3,126	2,171	2,523	3,345	3,711	3,518	3,644
Punto 22	2,596	3,432	3,161	3,375	3,62	3,432	2,277	3,401	3,628	3,374	3,403	2,943
Punto 27	3,562	2,55	3,654	3,752	3,321	2,55	2,182	3,065	2,923	3,011	3,125	2,76
Punto 28	3,671	1,8	2,528	2,511	1,884	1,8	1,937	3,32	3,087	2,689	2,129	2,819
Punto 33	1,95	1,208	1,203	1,141	1,216	1,208	1,868	3,112	1,95	1,3	1,946	3,192
Punto 34	1,953	2,983	1,869	2,463	2,504	2,983	3,65	2,795	2,107	2,493	3,048	3,414
	VECTORES PARA ALTURA 6 M											
Punto 2	0,554	3,501	2,7	2,897	3,491	3,501	3,415	1,718	2,496	2,744	2,497	2,35
Punto 5	0,643	1,826	2,237	1,025	3,108	1,826	0,638	1,845	3,1	0,953	2,201	1,993
Punto 9	0,55	1,747	2,538	2,766	2,488	1,747	3,417	3,468	3,605	2,852	2,687	1,359
Punto 11	1,101	2,59	3,003	2,444	1,851	2,59	3,744	2,739	2,413	1,828	1,673	0,971
Punto 14	1,954	3,395	1,852	0,794	1,862	3,395	2,079	0,515	0,782	0,662	0,736	0,533
Punto 17	3,682	3,488	1,871	2,569	3,01	3,488	1,176	0,961	1,701	1,846	2,434	2,733
Punto 20	3,335	2,424	2,51	2,872	2,542	2,424	0,511	1,345	2,718	2,848	3,606	3,466
Punto 23	0,674	2,032	3,12	0,875	2,202	2,032	0,632	1,982	2,165	0,902	3,092	1,822
Punto 26	3,381	1,36	3,504	2,869	2,707	1,36	0,552	2,405	2,502	2,977	2,526	1,758
Punto 29	3,699	0,967	2,331	1,916	1,709	0,967	1,056	3,478	2,996	2,61	1,875	2,56
Punto 32	1,855	0,462	0,718	0,894	0,723	0,462	1,933	3,186	1,723	0,735	1,715	3,175
Punto 35	0,999	2,783	1,692	1,883	2,307	2,783	3,725	2,555	1,851	2,483	3,005	3,463
	VECTORES PARA ALTURA 10,5 M											
Punto 3	0,878	3,864	2,316	1,345	3,75	3,864	3,661	2,705	3,114	3,218	2,776	2,703
Punto 4	0,338	3,013	1,126	1,024	3,683	3,013	2,493	3,012	3,664	0,954	1,091	0,973
Punto 8	0,988	2,71	2,803	3,231	3,096	2,71	3,726	3,852	3,753	1,339	2,313	1,665
Punto 12	2,193	3,114	3,251	2,972	2,616	3,114	3,969	3,153	2,644	0,942	1,897	1,215
Punto 13	2,928	3,426	2,634	2,268	2,638	3,426	2,956	0,896	1,26	0,225	1,278	0,891
Punto 18	3,935	3,625	2,634	3,017	3,27	3,625	2,2	1,208	1,908	0,933	2,68	3,172
Punto 19	3,657	2,748	3,101	3,263	2,808	2,748	0,979	1,639	2,308	1,352	3,751	3,821
Punto 24	2,493	0,989	3,681	1,019	1,107	0,989	0,331	0,967	1,062	1,07	3,676	2,979
Punto 25	3,634	1,622	3,758	1,273	2,313	1,622	0,88	2,715	2,818	3,274	3,111	2,701
Punto 30	3,913	1,121	2,534	0,836	1,8	1,121	2,068	3,376	3,081	2,846	2,465	2,909
Punto 31	2,826	0,838	1,2	0,24	1,192	0,838	2,836	3,093	2,413	2,083	2,408	3,086
Punto 36	2,048	2,969	1,782	0,883	2,505	2,969	3,926	2,892	2,45	2,81	3,049	3,357
	VECTORES PARA ALTURA 12,8 M											
Punto 37	2,191	3,667	2,872	1,618	3,678	3,667	3,923	3,619	3,594	3,563	3,602	3,789
Punto 38	2,238	3,652	3,639	3,605	3,612	3,652	3,946	3,689	3,685	1,735	2,91	1,763
Punto 39	3,932	3,852	3,625	3,628	3,652	3,852	2,226	1,744	2,912	1,738	3,719	3,714
Punto 40	3,92	1,719	3,702	1,617	2,889	1,719	2,182	3,803	3,636	3,615	3,602	3,645

VIENTO DE 6 m/s

Viento 6	VECTORES PARA ALTURA 1,5 M											
	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D1	D2	D3	D4	D5
Punto 1	3,183	3,686	4,978	5,584	5,75	5,691	5,353	4,145	4,675	4,189	4,2	4,661
Punto 6	3,358	5,131	5,525	4,987	5,106	4,541	3,975	4,381	5,125	4,987	5,475	5,108
Punto 7	3,063	4,698	4,397	4,408	4,63	4,115	5,17	5,43	5,724	5,564	4,954	3,778
Punto 10	2,889	5,172	4,717	4,002	3,16	4,176	5,273	3,976	4,075	3,591	2,798	2,669
Punto 15	3,21	5,171	3,208	2,09	3,21	5,02	2,733	1,985	1,946	1,946	1,88	1,857
Punto 16	5,505	4,275	3,186	3,832	4,778	5,069	2,856	2,727	2,96	3,588	4,048	4,176
Punto 21	5,26	4,147	4,647	4,362	4,463	4,655	3,091	3,781	5,023	5,554	5,719	5,509
Punto 22	3,964	4,543	5,106	4,999	5,486	5,199	3,352	5,096	5,445	5,034	5,128	4,427
Punto 27	5,256	5,682	5,748	5,597	4,982	3,823	3,11	4,697	4,38	4,473	4,697	4,15
Punto 28	5,47	4,55	4,139	3,646	2,807	2,662	2,66	5,157	4,57	4,008	3,198	4,235
Punto 33	3,036	1,788	1,815	1,863	1,831	1,832	2,789	4,868	2,905	1,956	2,879	4,862
Punto 34	2,946	2,642	2,787	3,677	4,117	4,525	5,494	4,262	3,164	3,636	4,384	5,11
	VECTORES PARA ALTURA 6 M											
Punto 2	0,824	1,887	4,087	4,14	5,453	5,41	5,091	2,643	3,755	4,156	3,75	3,603
Punto 5	0,927	3,087	3,363	1,241	4,677	2,806	0,976	2,842	4,682	1,271	3,22	2,948
Punto 9	0,713	3,603	3,787	4,146	3,751	2,675	5,128	5,372	5,41	4,125	4,051	2,083
Punto 11	1,496	5,227	4,485	3,726	2,787	3,903	5,582	4,246	3,606	2,694	2,509	1,491
Punto 14	2,919	5,071	2,769	1,192	2,789	5,086	3,06	0,799	1,171	1,353	1,173	0,768
Punto 17	5,622	3,886	2,815	3,814	4,506	5,239	1,65	1,512	2,555	2,722	3,675	4,309
Punto 20	5,154	2,684	3,783	4,297	3,827	3,628	0,771	2,064	4,12	4,11	5,431	5,436
Punto 23	0,966	2,82	4,695	1,249	3,328	3,133	0,98	2,938	3,197	1,219	4,683	2,882
Punto 26	5,074	5,404	5,446	4,143	4,12	2,122	0,741	3,541	3,78	4,488	3,797	2,603
Punto 29	5,558	4,334	3,734	2,787	2,572	1,517	1,45	5,201	4,519	3,952	2,82	3,847
Punto 32	2,789	0,782	1,076	1,365	1,079	0,77	2,784	4,774	2,618	1,1	2,593	4,769
Punto 35	1,507	1,32	2,543	2,74	3,696	4,313	5,543	3,868	2,785	3,775	4,495	5,227
	VECTORES PARA ALTURA 10,5 M											
Punto 3	1,419	2,476	3,507	1,892	5,661	5,782	5,467	4,06	4,688	4,897	4,196	4,067
Punto 4	0,5	1,465	1,76	1,695	5,543	4,506	3,755	4,506	5,519	1,836	1,637	1,361
Punto 8	1,405	4,134	4,178	4,845	4,664	4,068	5,508	5,751	5,629	1,986	3,486	2,476
Punto 12	3,181	5,429	4,869	4,479	3,935	4,694	5,912	4,741	3,97	1,322	2,871	1,827
Punto 13	4,343	5,14	3,957	3,407	3,965	5,149	4,376	1,39	1,931	0,296	1,872	1,414
Punto 18	5,931	4,703	3,96	4,495	4,907	5,45	3,287	1,845	2,925	1,263	4,018	4,794
Punto 19	5,558	4,061	4,668	4,823	4,22	4,137	1,434	2,482	3,536	1,938	5,647	5,789
Punto 24	3,74	4,498	5,555	1,681	1,729	1,478	0,495	1,35	1,633	1,858	5,533	4,528
Punto 25	5,491	5,781	5,673	1,97	3,525	2,526	1,355	4,086	4,245	4,881	4,69	4,071
Punto 30	5,878	4,53	3,832	1,234	2,751	1,767	3,086	5,078	4,626	4,263	3,713	4,362
Punto 31	4,23	1,31	1,768	0,288	1,766	1,323	4,213	4,647	3,625	3,116	3,618	4,646
Punto 36	3,138	1,703	2,713	1,175	3,765	4,47	5,872	4,36	3,688	4,244	4,582	5,05
	VECTORES PARA ALTURA 12,8 M											
Punto 37	3,323	2,612	4,366	2,267	5,514	5,516	5,879	5,464	5,407	5,378	5,435	5,692
Punto 38	3,351	5,777	5,465	5,405	5,434	5,514	5,897	5,544	5,54	2,425	4,395	2,623
Punto 39	5,911	5,524	5,451	5,412	5,503	5,804	3,335	2,635	4,405	2,415	5,575	5,586
Punto 40	5,897	5,569	5,57	2,29	4,383	2,626	3,292	5,724	5,475	5,423	5,425	5,458

VIENTO DE 8 m/s

Viento 8	VECTORES PARA ALTURA 1,5 M											
	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D1	D2	D3	D4	D5
Punto 1	4,162	4,888	6,64	7,449	7,669	7,723	7,163	5,528	6,23	5,656	5,848	6,227
Punto 6	4,438	6,796	7,394	6,68	6,837	6,31	5,272	6,115	6,824	6,642	7,401	6,811
Punto 7	4,085	6,258	5,863	5,851	6,235	5,49	6,884	7,654	7,633	7,422	6,685	4,898
Punto 10	3,71	6,898	6,318	5,309	4,275	5,562	7,023	5,92	5,419	4,802	3,911	3,395
Punto 15	4,228	6,893	4,257	2,784	4,282	6,696	3,553	2,437	2,565	2,597	2,571	2,461
Punto 16	7,352	5,69	4,308	5,078	6,33	6,835	3,625	3,391	3,931	4,812	5,393	5,948
Punto 21	7,03	5,537	6,261	5,755	5,875	6,26	4,191	4,881	6,683	7,415	7,604	7,647
Punto 22	5,364	6,313	6,841	6,634	7,374	6,759	4,43	6,781	7,383	6,656	6,829	6,118
Punto 27	7,136	7,718	7,677	7,445	6,716	4,845	4,036	6,21	5,912	5,916	6,254	5,527
Punto 28	7,32	6,025	5,523	4,826	3,932	3,505	3,486	6,82	6,213	5,322	4,256	5,644
Punto 33	3,616	2,264	2,429	2,269	2,512	2,455	3,715	6,49	3,885	2,609	3,846	6,489
Punto 34	3,517	3,295	3,721	4,868	5,499	6,001	7,357	5,645	4,217	4,9	6,107	6,838
	VECTORES PARA ALTURA 6 M											
Punto 2	0,94	2,489	5,497	5,541	7,246	7,277	6,972	3,463	5,01	5,855	5,022	4,851
Punto 5	1,203	4,039	4,494	1,682	6,219	4,004	1,262	4,027	6,22	1,66	4,529	4,034
Punto 9	0,97	4,864	5,047	5,801	5,03	3,503	6,78	7,248	7,207	5,462	5,511	2,694
Punto 11	1,983	6,98	5,948	5,117	3,745	5,187	7,393	5,711	4,813	3,603	3,392	1,967
Punto 14	3,848	6,769	3,705	1,593	3,722	6,797	4,024	0,997	1,575	1,884	1,563	1,039
Punto 17	7,555	5,169	3,789	5,085	5,971	6,991	2,271	1,959	3,439	3,6	4,875	5,725
Punto 20	7,007	3,52	5,081	5,631	5,07	4,881	1,172	2,681	5,532	5,444	7,205	7,221
Punto 23	1,31	4,006	6,26	1,602	4,415	4,026	1,369	3,981	4,521	1,627	6,228	4,031
Punto 26	6,774	7,258	7,253	5,494	5,524	2,395	0,956	4,826	5,031	5,782	5,054	3,473
Punto 29	7,43	5,826	4,95	3,655	3,452	1,723	1,922	6,974	6,032	5,152	3,757	5,128
Punto 32	3,779	1,012	1,455	1,781	1,456	0,969	3,749	6,37	3,515	1,464	3,49	6,367
Punto 35	1,945	1,828	3,41	3,681	4,885	5,81	7,507	5,141	3,718	5,141	6,03	6,983
	VECTORES PARA ALTURA 10,5 M											
Punto 3	1,802	3,335	4,705	2,612	7,533	7,765	7,319	5,435	6,245	6,333	5,614	5,433
Punto 4	0,641	1,963	2,353	2,426	7,382	6,061	4,959	6,054	7,359	2,336	2,312	1,925
Punto 8	1,916	5,498	5,554	6,411	6,216	5,435	7,339	7,729	7,509	2,556	4,735	3,439
Punto 12	4,345	7,235	6,485	5,935	5,24	6,241	7,884	6,361	5,292	1,713	3,888	2,535
Punto 13	5,833	6,863	5,27	4,537	5,277	6,869	5,842	1,893	2,582	0,391	2,523	1,898
Punto 18	7,916	6,258	5,271	5,949	6,536	7,267	4,445	2,531	3,91	1,758	5,389	6,388
Punto 19	7,414	5,435	6,22	6,355	5,614	5,512	2,043	3,409	4,726	2,662	7,531	7,694
Punto 24	4,952	6,051	7,398	2,357	2,298	1,972	0,657	1,909	2,284	2,534	7,339	6,044
Punto 25	7,378	7,724	7,553	2,624	4,688	3,256	1,837	5,448	5,652	6,524	6,252	5,428
Punto 30	7,878	6,037	5,074	1,623	3,667	2,302	4,202	6,767	6,179	5,696	4,952	5,816
Punto 31	5,633	1,823	2,381	0,406	2,394	1,82	5,667	6,205	4,838	4,154	4,828	6,196
Punto 36	4,13	2,333	3,634	1,619	5,017	6,003	7,859	5,803	4,917	5,555	6,127	6,739
	VECTORES PARA ALTURA 12,8 M											
Punto 37	4,42	3,544	5,831	2,903	7,341	7,379	7,847	7,261	7,21	7,091	7,266	7,621
Punto 38	4,49	7,699	7,287	7,134	7,246	7,317	7,864	7,412	7,382	3,112	5,881	3,594
Punto 39	7,886	7,338	7,267	7,187	7,332	7,733	4,475	3,602	5,901	3,196	7,455	7,469
Punto 40	7,868	7,432	7,405	2,949	5,85	3,542	4,4	7,633	7,306	7,191	7,228	7,275

9. Conclusiones

Método de trabajo

En este proyecto y conjuntamente con otros dos compañeros más se han propuesto 3 casos diferentes, caso exento, caso con edificación paralela y caso edificación en forma de “U”. Se han colocado la misma cantidad de sensores por fachada, a la misma altura y distancia de separación. Sometiéndolos a unas velocidades de viento características de la zona en que nos encontramos. Y con ello hemos podido establecer una comparativa y ver las influencias que ejercen tanto las edificaciones colindantes como la forma del edificio objeto de estudio.

Programa

Desde la experiencia de haber trabajado con el programa SolidWorks puedo decir que este programa facilita su trabajo de modelización al ser de características similares al Autocad 3D y otros programas utilizados en los ámbitos de investigación. Respecto a su aplicación “Flow Simulation” como alternativa a túneles de viento, encuentro que es una herramienta que ofrece una cantidad de datos, imágenes y de posibilidades, capaz de proporcionarnos una cantidad de información que no tiene nada que envidiar a otro sistema de obtención de datos.

Datos obtenidos

Como conclusión a todos los datos obtenidos, en los gráficos se puede decir que el viento sobre las fachadas, en un edificio exento responde de manera desfavorable cuando la dirección del viento es perpendicular al punto analizado, al impactar con el paramento las partículas del viento y aumentando a medida que el punto no tiene ningún obstáculo a sotavento. Para finalmente verse reducido en su punto opuesto a la sombra del edificio es decir a sotavento.

Si hacemos un análisis total de las graficas podremos ver que en puntos opuestos son perfectamente simétricas ya que el edificio objeto de estudio es exento, lo cual viene a corroborar el efecto de cómo fluctúa el viento al chocar con una superficie y su comportamiento lógico a sotavento y barlovento.

10. Bibliografía

MCGRAW-HILL 2001 “Aerodinámica Civil, cargas de viento en las edificaciones”

CTE DB-SE (2009): “Bases de Cálculo y Acciones en la Edificación.

BLAZEK, J. (2001): Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications, Elsevier

MONTERO.E (2007): ISBN 23245 “ Manual básico Fachadas ventiladas y aplacados”

NAHLE, NASIF. 2006. Transferencia de Calor. Biology Cabinet

FORMULA CIPM 1981/91

CTE DB HE 1 (2009): “Código técnico de la edificación. Documento básico. Ahorro de Energía, Apéndice C. Método de Cálculo”

CTE DB HR 1 (2009): “Código técnico de la edificación. Documento básico. Protección frente al ruido”

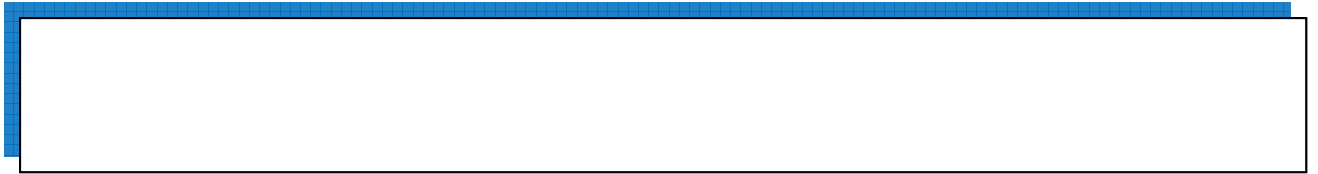
CTE DB HS 1 (2009): “Código técnico de la edificación. Documento Básico. Protección frente a la humedad” Normas de cálculo

UNE EN ISO 6 946: 1997 “Elementos y componentes de edificación. Resistencia y transmitancia térmica. Método de cálculo”

UNE EN ISO 13 370 : 1999 “Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión de calor por el terreno. Métodos de cálculo”

EN ISO 13 788:2001 “Características higrotérmicas de los elementos y componentes de la edificación. Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial. Métodos de cálculo”

UNE EN ISO 10456: 2001 “Materiales y productos para la edificación. Procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño” Normas de ensayo



1. Norma

Anejo D. Acción del viento

D.1 Presión dinámica

- 1 El valor básico de la presión dinámica del viento puede obtenerse con la expresión:

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2 \quad (D.1)$$

siendo δ la densidad del aire y v_b el valor básico de la velocidad del viento.

- 2 El valor básico de la velocidad del viento corresponde al valor característico de la velocidad media del viento a lo largo de un periodo de 10 minutos, tomada en una zona plana y desprotegida frente al viento (grado de aspereza del entorno II según tabla D.2) a una altura de 10 m sobre el suelo. El valor característico de la velocidad del viento mencionada queda definido como aquel valor cuya probabilidad anual de ser sobrepasado es de 0,02 (periodo de retorno de 50 años).
- 3 La densidad del aire depende, entre otros factores, de la altitud, de la temperatura ambiental y de la fracción de agua en suspensión. En general puede adoptarse el valor de $1,25 \text{ kg/m}^3$. En emplazamientos muy cercanos al mar, en donde sea muy probable la acción de rocío, la densidad puede ser mayor.
- 4 El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. El de la presión dinámica es, respectivamente de $0,42 \text{ kN/m}^2$, $0,45 \text{ kN/m}^2$ y $0,52 \text{ kN/m}^2$ para las zonas A, B y C de dicho mapa.

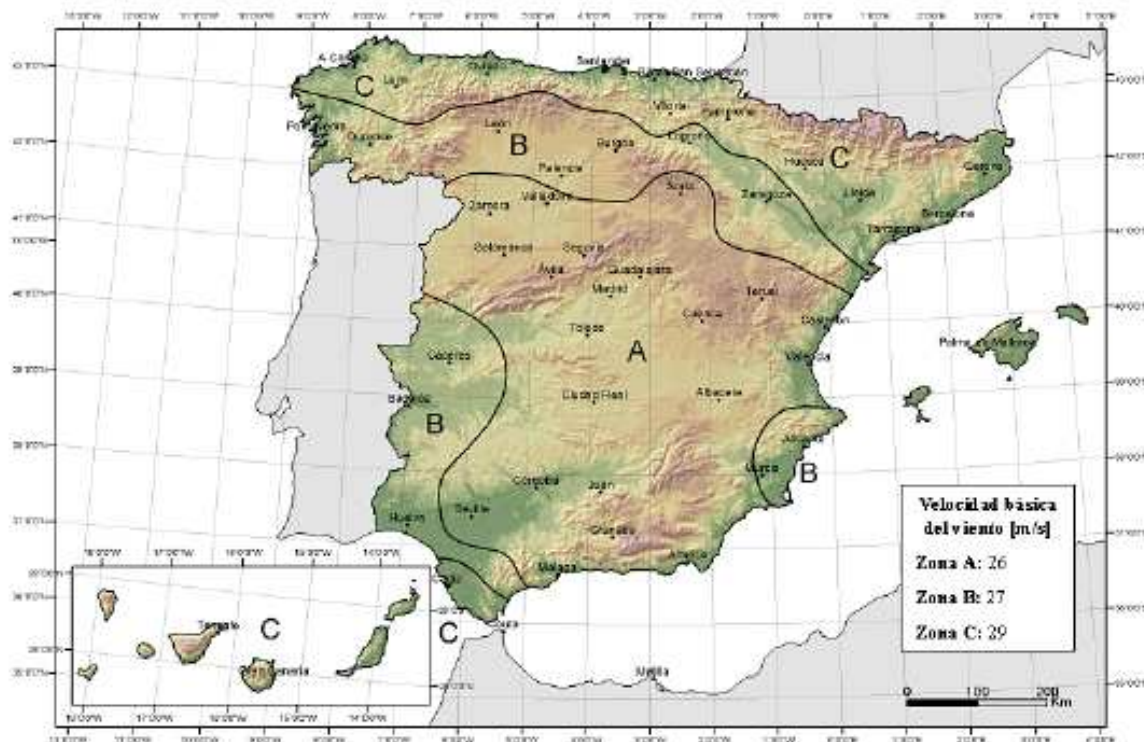


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

- 5 Para comprobaciones de estados límite de servicio, la velocidad básica indicada en párrafos anteriores puede modificarse con el coeficiente de la tabla D.1 según el periodo de retorno considerado, tomando para esa variable un tiempo igual al periodo de servicio con el que se proyecta el edificio.

Tabla D.1 Corrección de la velocidad básica en función del periodo de servicio

Periodo de retorno (años)	1	2	5	10	20	50	200
Coefficiente corrector	0,41	0,78	0,85	0,90	0,95	1,00	1,08

D.2 Coeficiente de exposición

- 1 El coeficiente de exposición c_e para alturas sobre el terreno, z , no mayores de 200 m, puede determinarse con la expresión:

$$c_e = F \cdot (F + 7 k) \quad (D.2)$$

$$F = k \ln (\max (z, Z) / L) \quad (D.3)$$

siendo k , L , Z parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla D.2

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

D.3 Coeficientes de presión exterior

- Los coeficientes de presión exterior o eólico, c_{pe} , dependen de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición de elemento considerado y de su área de influencia.
- En las tablas D.3 a D.13 se dan valores de coeficientes de presión para diversas formas simples de construcciones, obtenidos como el pésimo de entre los del abanico de direcciones de viento definidas en cada caso. En todas ellas la variable A se refiere al área de influencia del elemento o punto considerado. El signo * indica que el valor es idéntico al de la casilla superior. Cuando se aportan dos valores de distinto signo separados, significa que la acción de viento en la zona considerada puede variar de presión a succión, y que deben considerarse las dos posibilidades. En todas las tablas puede interpolarse linealmente para valores intermedios de las variables. Los valores nulos se ofrecen para poder interpolar.
- Para comprobaciones locales de elementos de fachada o cubierta, el área de influencia será la del propio elemento. Para comprobaciones de elementos estructurales subyacentes, el área de asignación de carga. Si la zona tributaria del elemento se desarrolla en dos o más zonas de las establecidas en las tablas, como es el caso de análisis de elementos estructurales generales, el uso de los coeficientes tabulados opera del lado de la seguridad, toda vez que no representan valores simultáneos de la acción de viento.
- Para elementos con área de influencia A , entre 1 m^2 y 10 m^2 , el coeficiente de presión exterior se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$c_{pe,A} = c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \cdot \log_{10} A \quad (D.4)$$

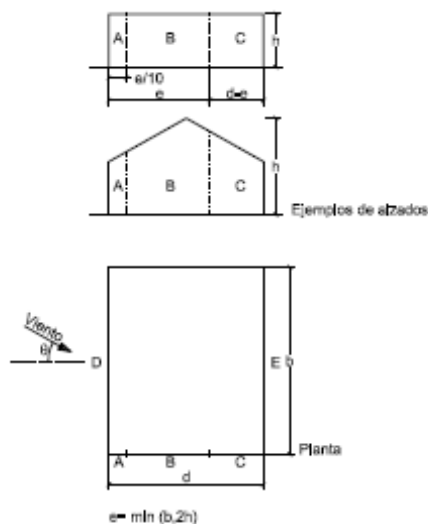
siendo:

$c_{pe,10}$ coeficiente de presión exterior para elementos con un área de influencia $A \geq 10 \text{ m}^2$

$c_{pe,1}$ coeficiente de presión exterior para elementos con un área de influencia $A \leq 1 \text{ m}^2$

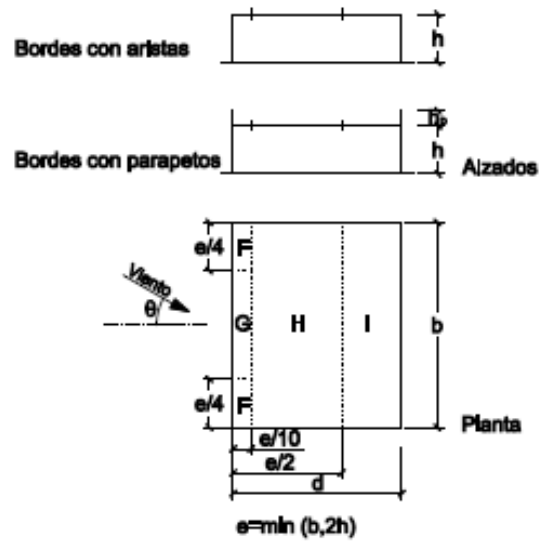
- 5 En caso de construcciones con forma diferente de las aquí establecidas, deberá procederse por analogía, considerando, si es preciso, que el volumen está formado por la construcción considerada y las medianeras.
- 6 Se permite el empleo de las tablas de coeficientes de presión de la norma EN 1991-1-4, tanto para las formas canónicas no incluidas en este Documento Básico como para los coeficientes globales de fuerza de las que sí están incluidas.

Tabla D.3 Paramentos verticales



A (m ²)	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	$\leq 0,25$	-	-	-	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	$\leq 0,25$	-	-	-	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	$\leq 0,25$	-	-	-	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	$\leq 0,25$	-	-	-	-	-0,3

Tabla D.4 Cubiertas planas



	h_p/h	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$			
			F	G	H	I
Bordes con aristas		≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	0,2 -0,2
Con parapetos	0,025	≥ 10	-1,6	-1,1	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,2	-1,8	-1,2	0,2 -0,2
	0,05	≥ 10	-1,4	-0,9	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,0	-1,6	-1,2	0,2 -0,2
	0,10	≥ 10	-1,2	-0,8	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-1,8	-1,4	-1,2	0,2 -0,2

Nota: Se considerarán cubiertas planas aquellas con una pendiente no superior a 5°



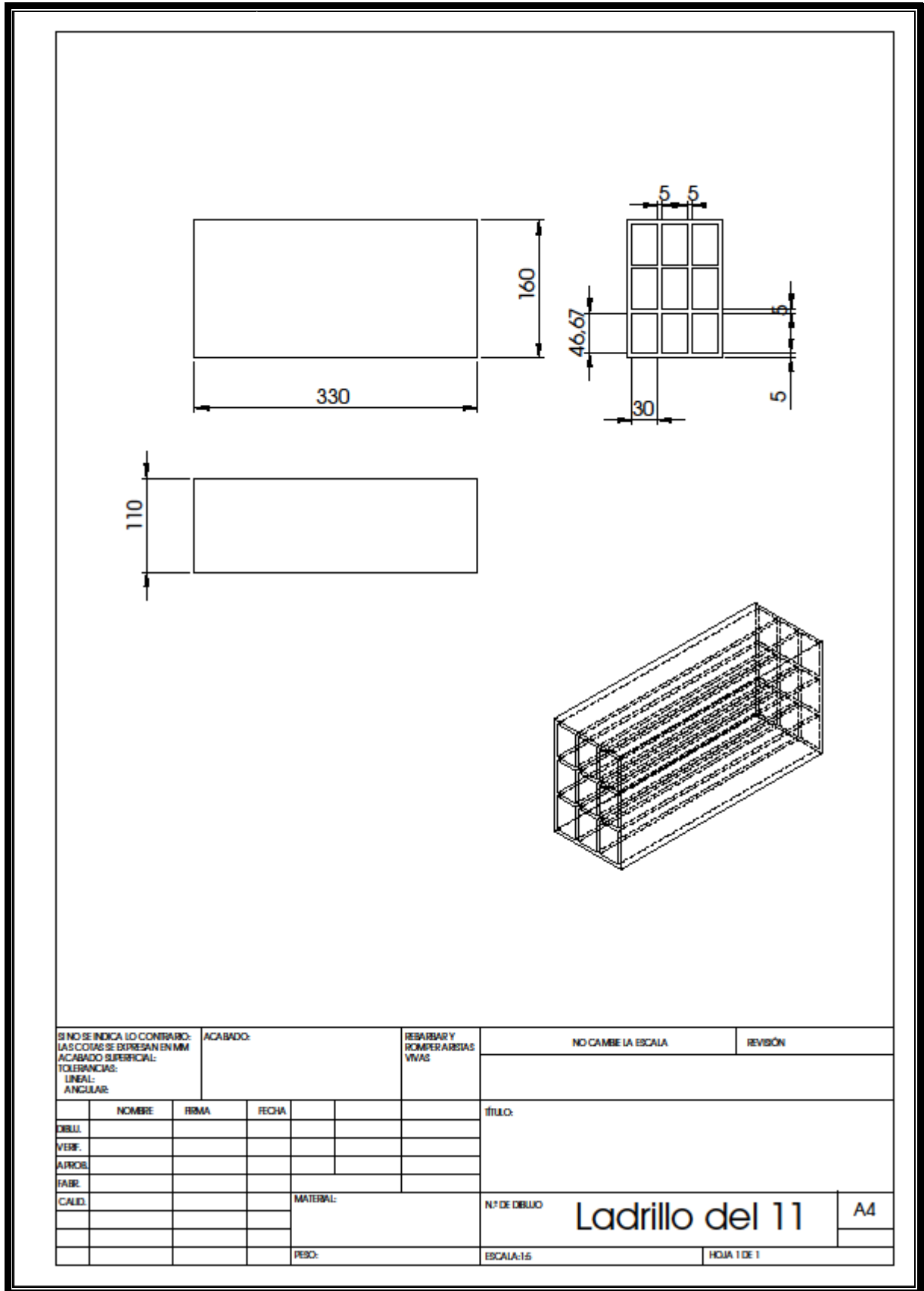
2. Planos

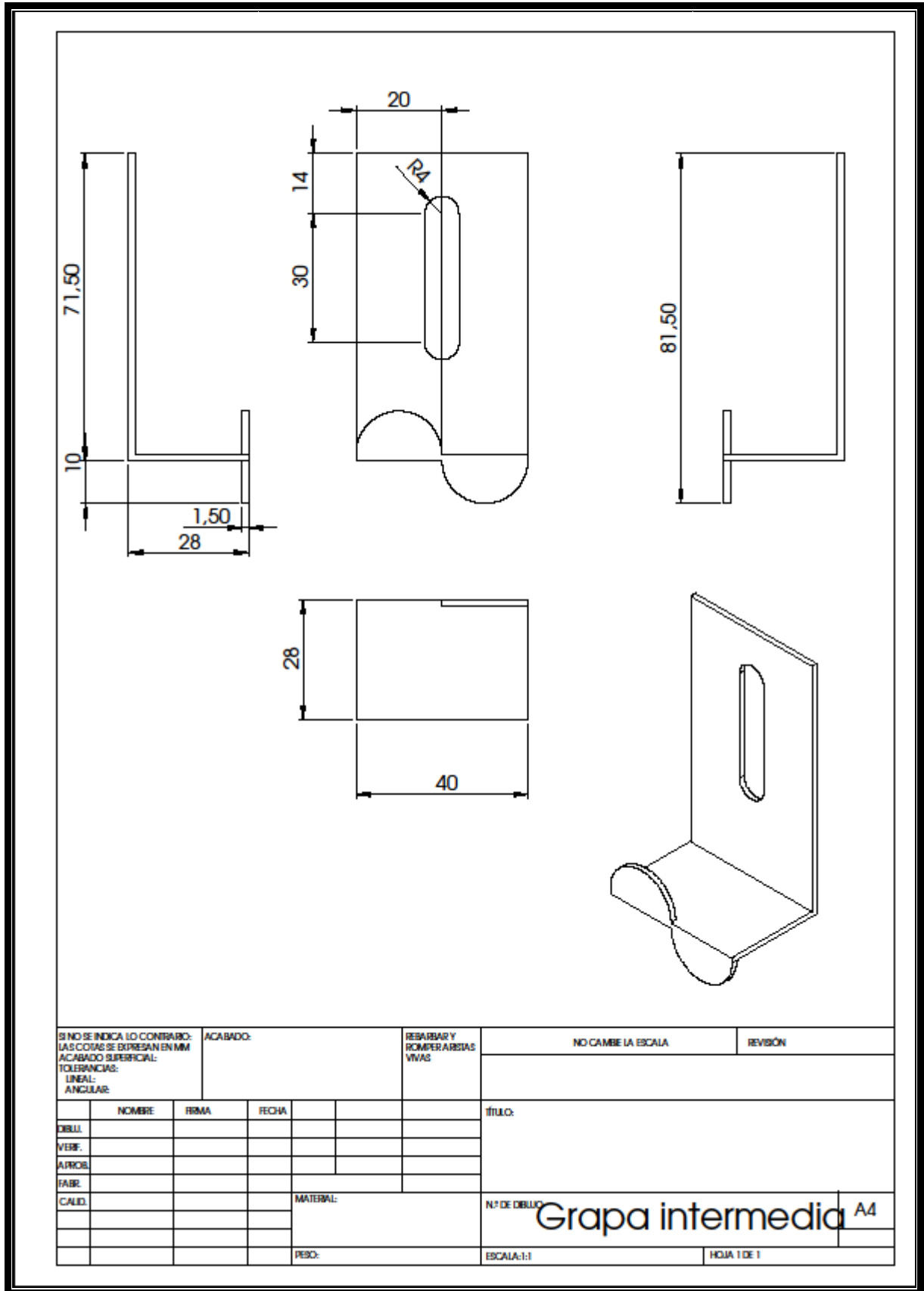
Top view dimensions: 330 (width), 160 (height)

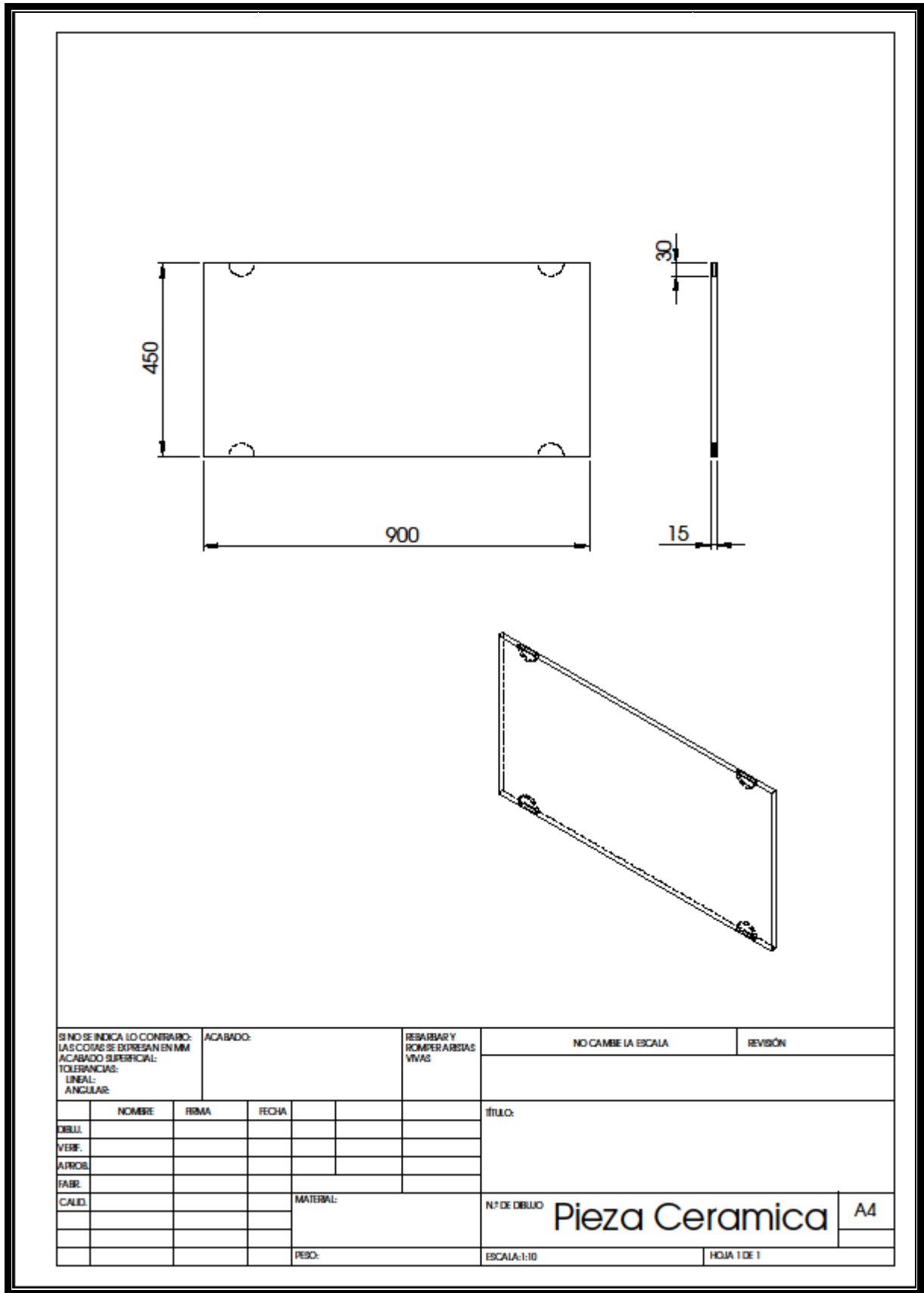
Side view dimensions: 70 (width), 46.67 (height), 5 (top offset), 27.50 (width of the brick body)

Isometric view showing the brick's 3D structure.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COSAS SE EXPRESAN EN MM		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
ACABADO SUPERFICIAL:									
TOLERANCIAS:									
LINEAL:									
ANGULAR:									
	NOMBRE	FRMA	FECHA			TÍTULO:			
DELL.									
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.					MATERIAL:	N.º DE DIBUJO		A4	
						Ladrillo de 7			
					PEBO:	ESCALA:1:5		HOJA 1 DE 1	









SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VVVVS		NO CAMBE LA ESCALA		REVISIÓN	
	NOMBRE:	FIRMA:	FECHA:			TÍTULO: Ensamblaje 1			
DIBUJ.									
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.				MATERIAL:		N.º DE DIBUJO		A4	
				PESO:		ESCALA: 1:2		HOJA 1 DE 1	



