

ACCION DE VIENTO EN LAS ESTRUCTURAS

ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LAS CONSTRUCCIONES

VIENTO

Aire en movimiento que genera presión sobre las superficies que se interponen en su trayectoria.

La intensidad de esta presión depende de varios factores, tales como:

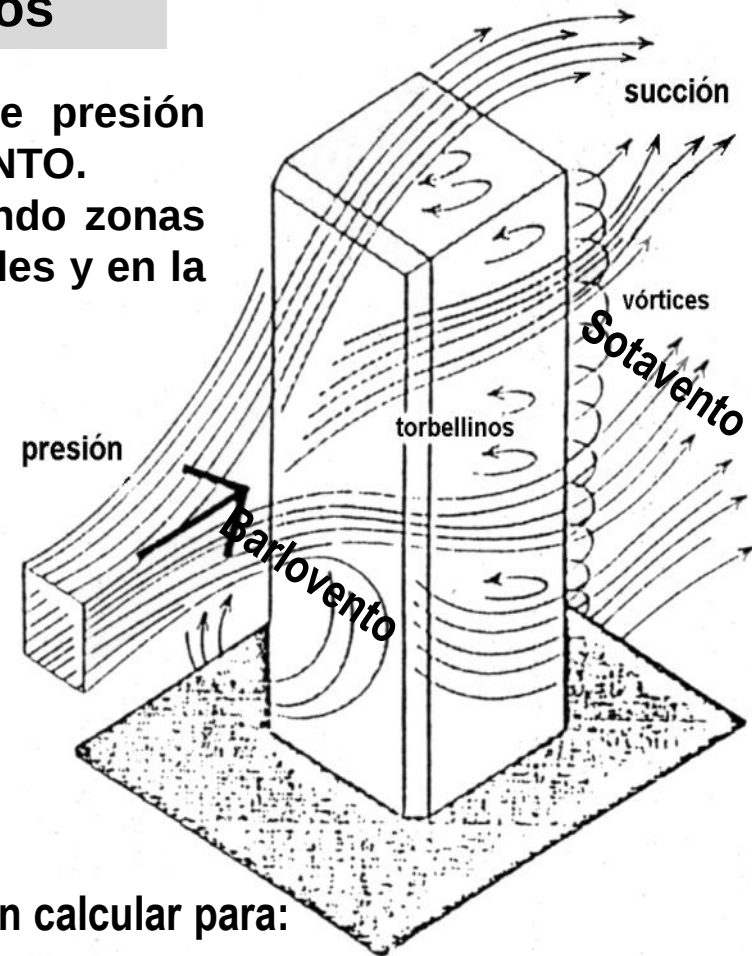
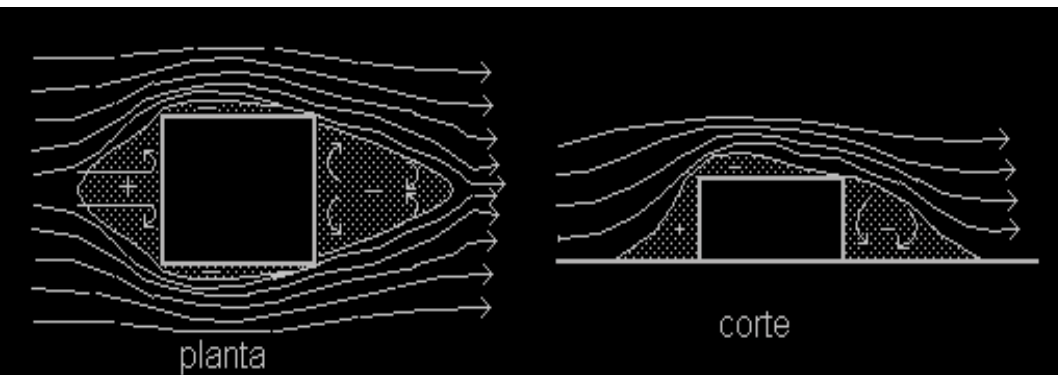
- densidad y velocidad del viento**
- ángulo de incidencia**
- forma y rigidez de la estructura**
- rugosidad de la superficie**
- altura de la edificación.**



Flujo de viento alrededor de los edificios

Al incidir sobre un edificio se crea una zona de presión (positiva) en la fachada frontal al viento o **BARLOVENTO**.

Al rodear al edificio incrementa su velocidad, creando zonas de succión (negativa) en la cubierta, las caras laterales y en la cara posterior del edificio o **SOTAVENTO**.



Las cargas originadas por el viento en un edificio, se deben calcular para:

- La estructura en conjunto
- Los elementos estructurales individuales, por ejemplo una pared de fachada en especial.
- Las unidades individuales de revestimiento y sus uniones, vidriería y cubierta.

CARGA DE VIENTO DE DISEÑO MÍNIMA:
50 kg/ m² de superficie de incidencia del mismo

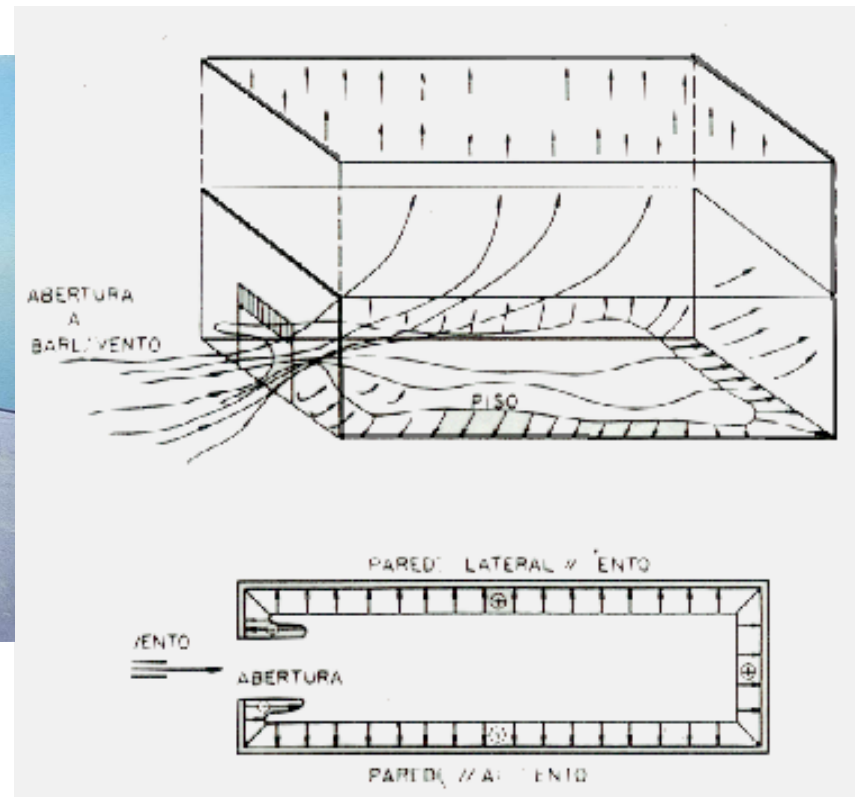
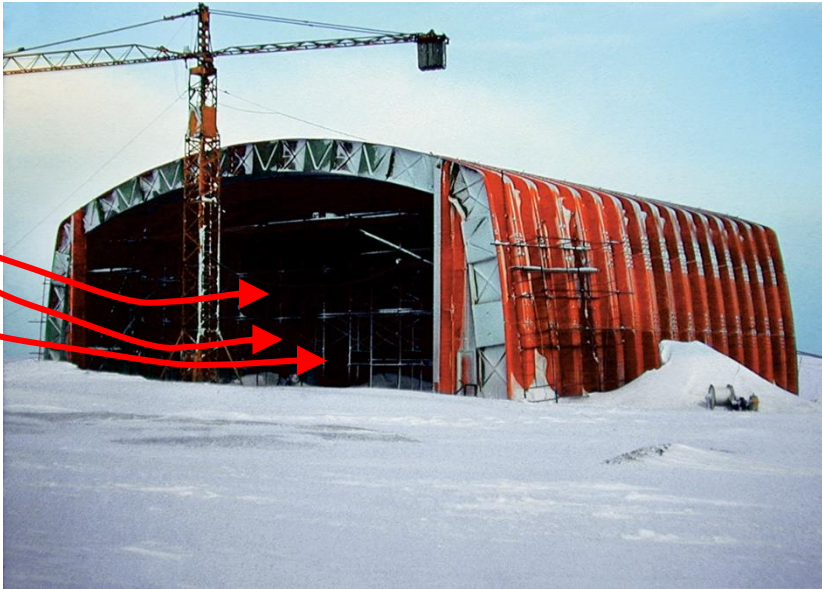
ACCION DEL VIENTO SOBRE LAS CONSTRUCCIONES

La presión de viento ocurre porque hay un fluido en movimiento y al oponerse un obstáculo este lo envuelve para seguir su camino, eso produce PRESION en una cara y SUCCION en las otras inclusive en la cubierta

PRESION EXTERNA



ACCION DEL VIENTO SOBRE LAS CONSTRUCCIONES

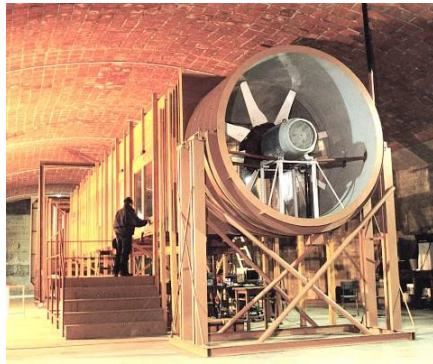


Cuando hay aberturas el aire ingresa al interior por ellas generando PRESIONES INTERNAS que se suman a las EXTERNAS aumentando el efecto sobre las envolventes



PRESION INTERNA

TÚNEL DE VIENTO



VIENTO ES AIRE EN MOVIMIENTO Y
PODEMOS MEDIR SU VELOCIDAD en
m/seg o km/h



Es necesario convertirlo en
PRESIONES sobre las
ENVOLVENTES q_z en kN/m²
o kg/m²

Variables que
intervienen

$$q_z = 0,613 K_z K_{zt} K_d V^2$$

UBICACIÓN DE LA OBRA
 V_o

IMPORTANCIA DE LA OBRA
Categoría de la obra
Factor de importancia I

ENTORNO
Categoría de exposición K_z
Coeficiente topográfico
 K_{zt}
Factor de direccionalidad
 K_d

FORMA
altura,
relación ancho/largo
Aleros
Rigidez de la estructura

CERRAMIENTOS
Edificios abiertos o
cerrados

REGLAMENTO

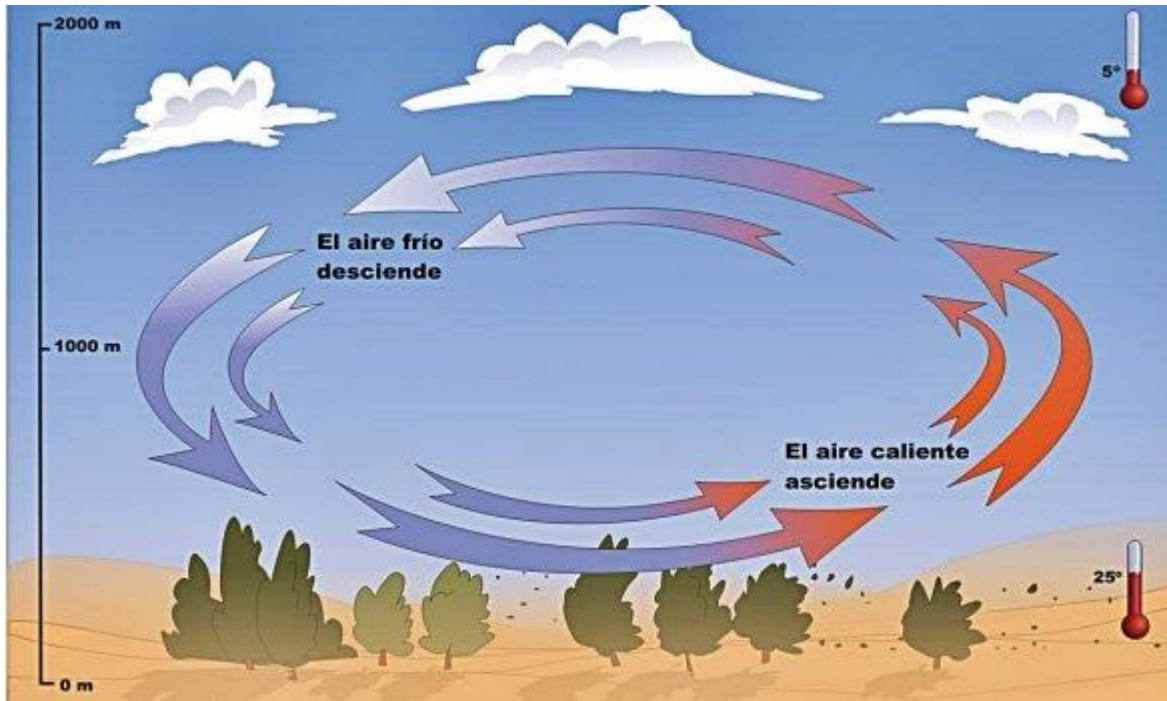
Reglamento CIRSOC 102
Ministerio de Planificación Federal,
Inversión Pública y Servicios
Secretaría de Obras Públicas de la Nación



INFLUENCIA DE LA UBICACIÓN DE LA OBRA- velocidad básica V_o

El calentamiento desigual de la superficie de la tierra produce zonas de altas y bajas presiones, este desequilibrio **provoca desplazamientos del aire** que rodea la tierra, dando lugar al viento.

Definido como **una corriente de aire de grandes proporciones**, el viento se mueve de manera horizontal y nace de una diferencia de temperatura entre la tierra, el mar y la rotación de la Tierra.



ESTO NO ES IGUAL SEGÚN LA REGION GEOGRAFICA POR ESO ES NECESARIO CONOCER EN TERRITORIO: **CUAL ES LA SITUACION EN CADA LUGAR** y eso se mide con **VELOCIDAD BASICA DEL VIENTO V_o** que estadísticamente se producen en el lugar

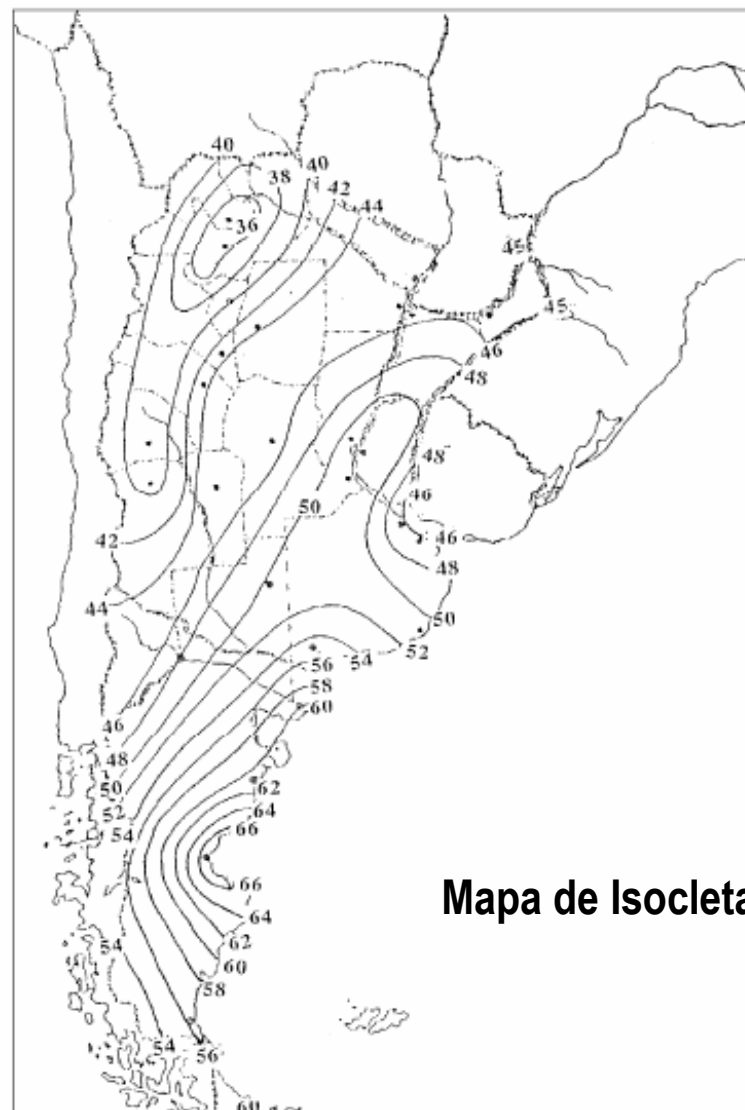
Velocidad Básica de Viento

Los valores se refieren a velocidad de ráfaga de 3 segundos de duración, en m/s y a 10 m de altura sobre el terreno .

CIUDAD	V (m/s)
BAHIA BLANCA	55,0
BARILOCHE	46,0
BUENOS AIRES	45,0
CATAMARCA	43,0
COMODORO RIVADAVIA	67,5
CÓRDOBA: 45 m/s = 162km/h	
FORMOSA	45,0
LA PLATA	46,0
LA RIOJA	44,0
MAR DEL PLATA	51,0
MENDOZA	39,0
NEUQUEN	48,0
PARANA	52,0
POSADAS	45,0
RAWSON	60,0
RESISTENCIA	45,0
RIO GALLEGOS	60,0
ROSARIO	50,0
SANTA FE: 51 m/s = 184 km/h	
SAN JUAN	40,0
SAN LUIS	45,0
SAN MIGUEL DE TUCUMAN	40,0
SAN SALVADOR DE JUJUY	34,0
SANTA ROSA: 50 m/s = 180 km/h	
USHUAIA: 60 m/s=216km/h	
VIEDMA	60,0

Figura 1 A

Velocidad básica del viento



Mapa de Isocletas

Reglamento CIRSOC 102 - 2005

Las velocidades básicas de viento tienen períodos de recurrencia de 50 años y 0,02 de probabilidad anual



La tormenta que azotó anoche a la ciudad y zona se caracterizó por fuertes vientos, con ráfagas de más de **100 kilómetros por hora**. Santa Fé - Argentina



Estado de Arkansas – E.E.U.U.

El tornado, con vientos de **más de 70 kilómetros por hora**, ha causado daños materiales en un hospital, el Ayuntamiento, una escuela, varias iglesias y un centro de detención.

vientos de **más de 100 km** causó grandes destrozos en la localidad de Nuevo Berlín - Uruguay





Un piso destrozado por el viento en un edificio del paseo marítimo de Cádiz. Los primeros balances del ayuntamiento hablan de ráfagas de **170 kilómetros por hora** con forma de tornado.

$170 \text{ km/h} = 47 \text{ m/s}$



La caída de un muro de ladrillos a destrozado dos coches que estaban aparcados.



Una galería arrancada de la fachada de un edificio, debido a los fuertes vientos que azotan a la cornisa cantábrica.

INFLUENCIA DE LA IMPORTANCIA DE LA OBRA

Según el riesgo de vidas que puede suponer el fallo estructural por viento se clasifican en:

APÉNDICE A - CLASIFICACIÓN DE EDIFICIOS Y OTRAS ESTRUCTURAS

A los fines de la aplicación del presente Reglamento los edificios y otras estructuras se clasifican, basados en la naturaleza de su ocupación, de acuerdo con la Tabla A-1.

TABLA A-1 - Clasificación de Edificios y Otras Estructuras para Cargas de Viento

Naturaleza de la Ocupación	Categoría
Edificios y otras estructuras que representan un bajo riesgo para la vida humana en caso de falla incluyendo, pero no limitado a: • Instalaciones Agrícolas. • Ciertas instalaciones temporarias. • Instalaciones menores para almacenamiento.	I
Todos los edificios y otras estructuras excepto aquellos listados en Categorías I, III y IV.	II
Edificios y otras estructuras que representan un peligro substancial para la vida humana en caso de falla incluyendo, pero no limitado a: • Edificios y otras estructuras donde se reúnen más de 300 personas en un área. • Edificios y otras estructuras para guarderías, escuelas primarias y secundarias con capacidad mayor que 150 personas. • Edificios y otras estructuras con instalaciones para el cuidado diurno con capacidad mayor que 150 personas. • Edificios y otras estructuras con una capacidad mayor que 500 personas para universidades o instalaciones para educación de adultos. • Instalaciones para el cuidado de la salud con una capacidad de 50 o más pacientes residentes pero sin instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia. • Instalaciones para cárceles y detenciones. • Estaciones de generación de energía y otras instalaciones de utilidad pública no incluidas en la Categoría IV.	III
Edificios y otras estructuras que contienen suficientes cantidades de sustancias tóxicas o explosivas como para ser peligrosas al público si se liberan, incluyendo, pero no limitado, a: • Instalaciones petroquímicas. • Instalaciones para almacenamiento de combustibles. • Plantas de fabricación o almacenamiento de productos químicos peligrosos. • Plantas de fabricación o almacenamiento de explosivos.	IV
Edificios y otras estructuras equipados con contención secundaria de sustancias tóxicas, explosivas u otras peligrosas (incluyendo, pero no limitado a, tanques de doble pared, receptáculos de tamaño suficiente para contener un derrame u otros medios de contención de derrames o explosiones dentro de los límites de la instalación y prevenir la liberación de cantidades de contaminantes nocivas para el aire, el suelo, el agua freática o superficial) deben clasificarse como estructuras de Categoría II.	
Edificios y otras estructuras diseñadas como instalaciones esenciales, incluyendo, pero no limitados a: • Hospitales y otras instalaciones para el cuidado de la salud que tienen instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia. • Cuarteles de bomberos, centros de rescate, estaciones de policía y garajes para vehículos de emergencia. • Refugios diseñados contra sismos, huracanes y otras emergencias. • Centros de comunicaciones y otras instalaciones necesarias para respuestas a emergencias. • Estaciones generadoras de energía y otras instalaciones de utilidad pública necesarias en una emergencia. • Estructuras auxiliares necesarias para la operación de aquellas de Categoría IV durante una emergencia (incluyendo pero no limitado a torres de comunicación, tanques de almacenamiento de combustible, torres de refrigeración, estructuras de sub-estaciones de electricidad, tanques de agua para incendio u otras estructuras de alojamiento o soporte de agua, otros materiales o equipamiento para combatir el fuego). • Torres de control de aviación, centros de control de tráfico aéreo y hangares de emergencia. • Instalaciones de almacenamiento de agua y estructuras de bombeo requeridas para mantener la presión de agua para combatir incendios. • Edificios y otras estructuras con funciones críticas de defensa nacional.	

Categoría según el uso de la construcción

Naturaleza de la Ocupación	CATEGORÍA
Edificios que representan un bajo riesgo para la vida humana. Instalaciones agrícolas, temporarios. de almacenamiento, etc.	I
Todos los edificios no contemplados en las categorías I, III y IV	II
Edificios que representen un peligro sustancial para la vida humana en caso de falla. Escuelas. Cárceles. Edificios contenedores de sustancias tóxicas o químicas.	III
Edificios diseñados como instalaciones esenciales. Hospitales. Cuarteles de bomberos y policía, centrales de energía. Torres de control de aviación y hangares de emergencia.	IV

HANGARES SI SON ESCENCIALES DE EMERGENCIA CAT IV sino CAT II

Factor de Importancia /

Según el riesgo de vidas que puede suponer el fallo estructural por viento una vez definida la CATEGORIA se asignan un FACTOR DE IMPORTANCIA

CATEGORÍA	I
I	0,87
II	1,00
III	1,15
IV	1,15

Para **Hangares que deben funcionar en una emergencia**

$I=1,15$

Para **Hangares de guardado de aviones**

$I=1$

Ya que los costos económicos son importantes aunque no se pongan en riesgo vidas humanas se puede tomar $I=1,15$



Foto: Especial

Ráfagas de viento dañan hangar en Aeropuerto de NL

07/08/2017 | 19:46 | David Carrizales / Corresponsal [Monterrey, Nuevo León]

A⁺ 

Las ráfagas de viento, ocasionadas por una tormenta en la zona metropolitana, arrancaron parte del techo de uno de los hangares, además algunas aeronaves estacionadas también sufrieron afectaciones

Un portón arrancado por el viento aplasta una avioneta dentro de un hangar de Alvedro

El incidente más aparatoso relacionado con el temporal que tuvo lugar ayer fue sin duda la avioneta que resultó destrozada en un hangar de Alvedro que se usa como centro de mantenimiento, en lo que fue un curioso accidente de aviación, dado que el aparato, un Cessna, ni siquiera se encontraba en el exterior.



Lo que el viento nos dejó

Publicado en Actualidad y Noticias



El ciclón extratropical que azotó este domingo 5 de febrero a gran parte del país produjo grandes destrozos en varias zonas de Montevideo. Nuestro barrio no fue la excepción y ésta vez nos golpeó fuerte.

Se volaron techos de dos hangares, uno de los cuales cayó sobre cuatro aeronaves y parte de un techo voló cayendo en la plaza frente al Aero Club.



DAÑOS MATERIALES ELEVADOS- DAÑOS DE VIDAS BAJOS

INFLUENCIA DE DENSIDAD DE EDIFICACION Y ALTURA DE LAS CONSTRUCCIONES DEL ENTORNO

Coeficiente de exposición K_z

Los valores varían entre 0,33 y 1,9 en función de la Categoría y de la altura de la construcción.
(Tabla CIRSOC)

En el caso de Hangares se corresponde utilizar la categoría de exposición C

**YA QUE POR LA
OPERATIVIDAD DEBEN
ESTAR EN ZONAS
ABIERTAS CON POCAS
OBSTRUCCIONES**



CATEGORÍA A: Centro de grandes ciudades con al menos el 50% de edificios de más de 20 m de altura.



CATEGORÍA C: Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas y alturas menores a 10 m. Zonas de campo y agrícolas.



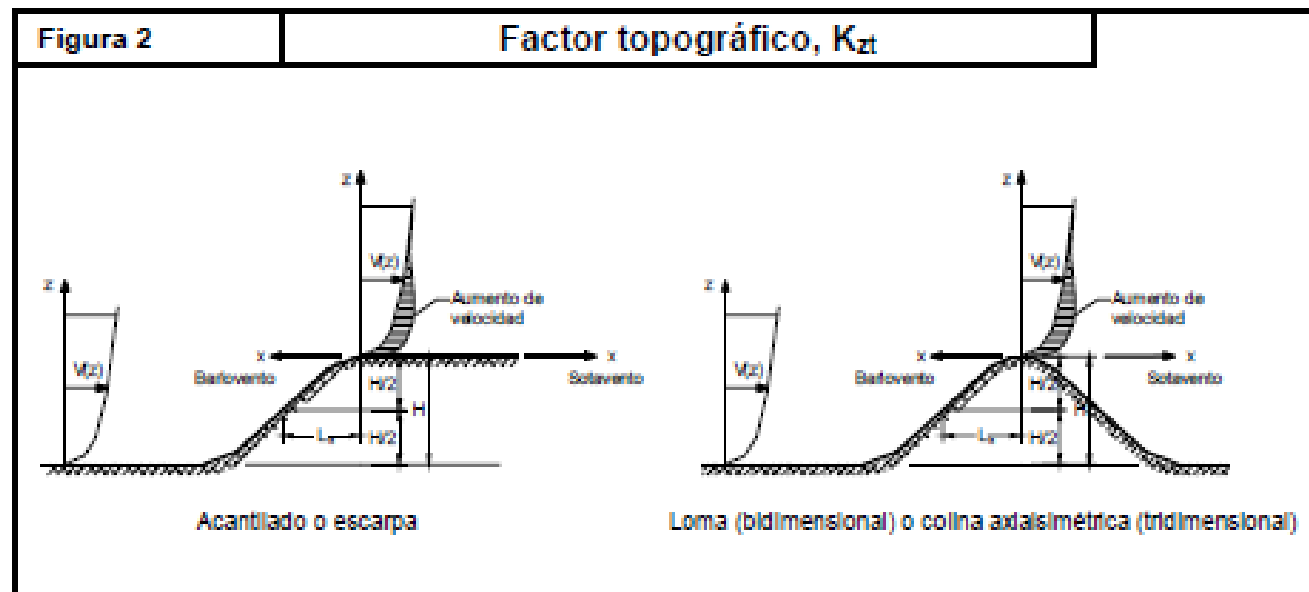
CATEGORÍA B: Áreas suburbanas, áreas boscosas o terrenos con numerosas obstrucciones del tamaño de viviendas unifamiliares o mayores.



CATEGORÍA D: Áreas costeras planas, sin obstrucciones, expuestas al viento soplando desde aguas abiertas.

INFLUENCIA LA TOPOGRAFIA DEL TERRENO- CONSTRUCCION SOBRE UNA LOMA O ESCARPA

Los edificios ubicados en la mitad superior de una colina aislada o acantilado pueden experimentar velocidades de viento significativamente más altas que los edificios situados a nivel del terreno.



Si NO HAY
UNA LOMA
 $K_{zt} = 1$

INFLUENCIA del TIPO ESTRUCTURAL en el comportamiento FRENTE A LA ACCION DEL VIENTO K_d

Factor de minoración de las presión del viento según el sistema estructural afectado.

Tipo de estructura	Factor de direccionalidad K_d *
Edificios	
Sistema principal resistente a la fuerza de viento	0,85
Componentes y revestimientos	0,85
Cubiertas abovedadas	0,85
Chimeneas, tanques y estructuras similares	
Cuadradas	0,90
Hexagonales	0,95
Redondas	0,95
Carteles llenos	0,85
Carteles abiertos y estructura reticulada	0,85
Torres reticuladas	
Triangular, cuadrada, rectangular	0,85
Toda otra sección transversal	0,95

El factor de direccionalidad K_d se ha calibrado con las combinaciones de carga especificadas en el Apéndice B. Este factor se debe aplicar solo cuando se use conjuntamente con las combinaciones de carga especificadas en B.3 o en los respectivos reglamentos de aplicación.

INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE ABERTURAS

INCIDENCIA DE PRESIONES INTERNAS QUE SE SUMAN A EXTERNAS- CLASIFICACION DE LOS EDIFICIOS



Edificio parcialmente cerrado: Un edificio que cumple con las dos condiciones siguientes:

1. el área total de aberturas en una pared excede en más del 10% la suma de las áreas de aberturas del resto del edificio.
2. el área total de aberturas en una pared es mayor a $0,4 \text{ m}^2$ y el porcentaje de aberturas en el resto de la envolvente del edificio no excede el 20%.

Hangares corresponde EDIFICIOS ABIERTOS



Edificio abierto: Un edificio que tiene cada pared abierta al menos en un 80%. Esta condición indica, para cada pared que recibe presión externa positiva, que el área de aberturas de la misma es ≥ 0.8 área de la pared.



Edificio cerrado: Un edificio que no cumple con las condiciones establecidas para edificios abiertos o parcialmente cerrados.

Sistema principal

Se verifican las presiones para el SISTEMA PRINCIPAL que es la estructura PORTANTE . Como en la imagen las cabriadas y columnas fallaron porque no resistieron los esfuerzos generados por el viento.

Revestimiento

También se deberán verificar las presiones para el REVESTIMIENTO ya que puede generar riesgos sin que falle la estructura PORTANTE .

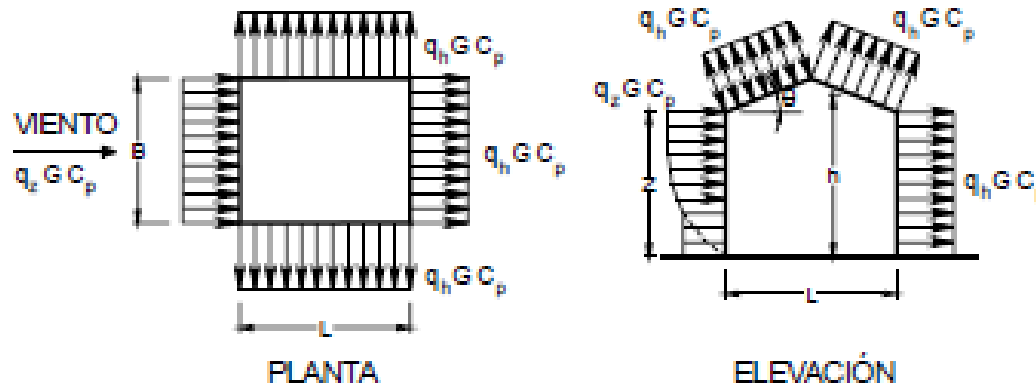
Se volaron techos de dos hangares, uno de los cuales cayó sobre cuatro aeronaves y parte de un techo voló cayendo en la plaza frente al Aero Club.



Más de 600 personas fueron evacuadas de la Universidad de los Andes, después que vientos de por lo menos 80 km por hora ocasionaran la grave emergencia. (Bogotá – Colombia)
“Controlada emergencia en Los Andes, después que su fachada se cayera por fuertes vientos”

80 km/h = 22,2 m/s

INFLUENCIA DE LA FORMA que ofrece mayor o menor resistencia al paso del viento- USO DE TABLAS DE DISTINTAS PRESIONES



CUBIERTAS A DOS Y A CUATRO AGUAS

La forma rectangular produce mayor resistencia que la forma redondeada.
Distribucion de presiones según el grafico .

Hangare BASE COMODORO MARAMBIO

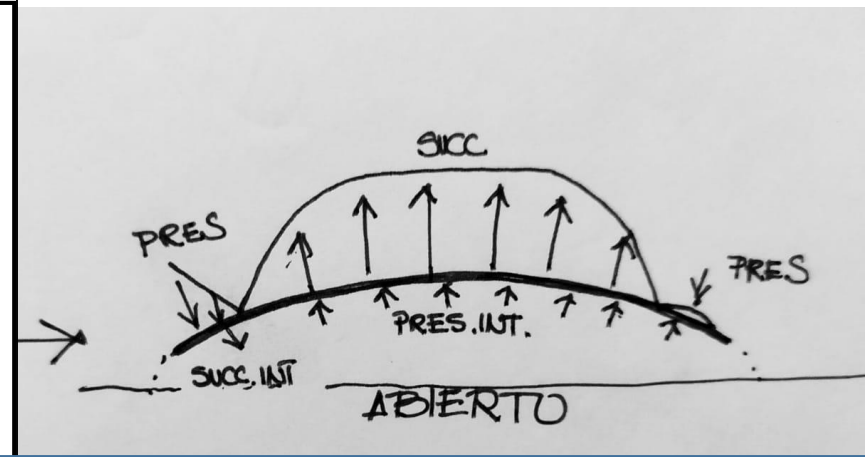
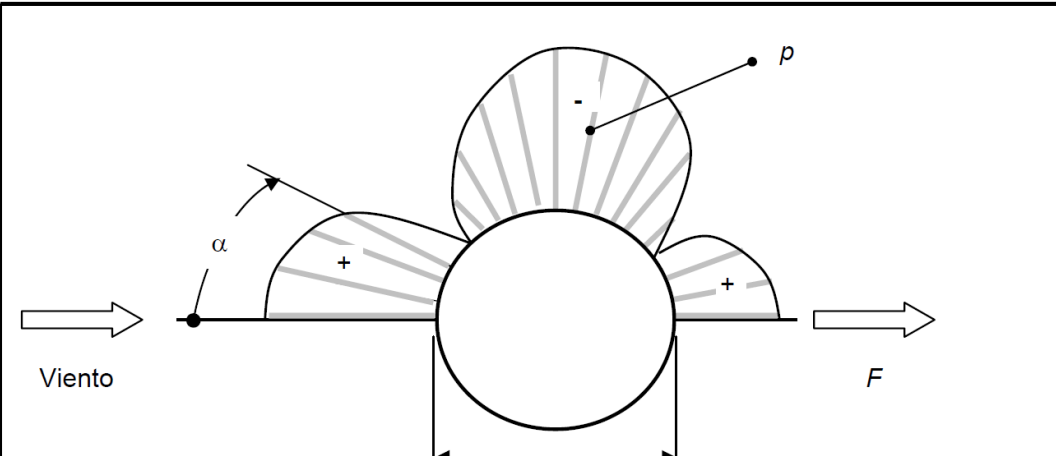


Hangare 5 AEROLINEAS ARGENTINAS



INFLUENCIA DE LA FORMA que ofrece mayor o menor resistencia al paso del viento- USO DE TABLAS DE DISTINTAS PRESIONES

ANEXO VI – COEFICIENTES DE PRESIÓN Y FUERZA PARA ESFERAS



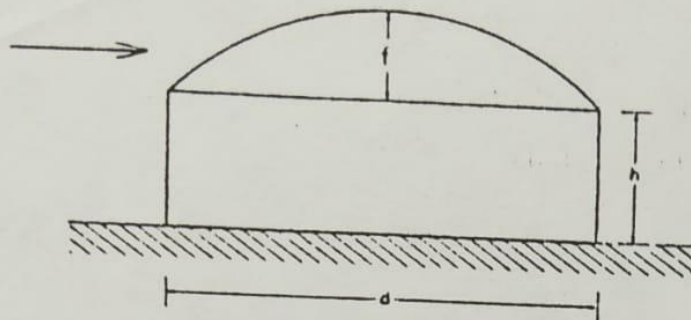
La forma redondeada ofrece menor resistencia al paso del viento y por ello la influencia de la acción del viento será menor en esas estructuras que en las otras. Existen zonas de presión positiva (PRESION) y otras de presión negativa (SUCCION).

Hangare 7 AUSTRIA

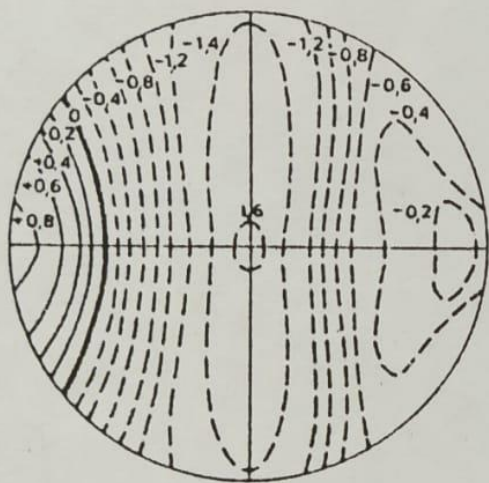


Hangar para ZEPPELIN

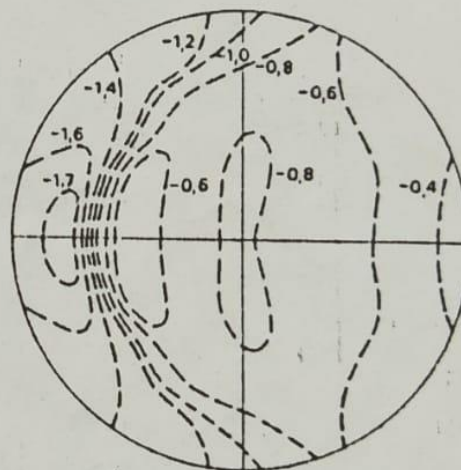




a) Elevação



b) Vista superior: isóbaras de c_{pe}
para $f/d = 1/2$ e $h/d = 1/2$



c) Vista superior: isóbaras de c_{pe}
para $f/d = 1/10$ e $h/d = 1$

Fig. 40 — Cúpulas sobre paredes cilíndricas. Linhas isobáricas.

POSIBLES METODOS DE ANALISIS SEGÚN :

METODO SIMPLIFICADO – CIRSOC 102

1. edificio total o parcialmente cerrado
2. Cubierta con menos de 10°
3. de forma regular
4. altura menor o igual a 10 m
5. no posea juntas de dilatación
6. No esté sujeto a efectos topográficos



METODO ANALÍTICO-CIRSOC 102

De mayor campo de aplicación en edificios y estructuras, se consideran otros factores como el topográfico y el factor de direccionalidad, y se deben considerar también los efectos de presión interna, externa y dinámica así como los efectos de ráfaga.

$$q_z = 0.613 \cdot K_z \cdot K_{zt} \cdot k_d \cdot V^2 \cdot I$$

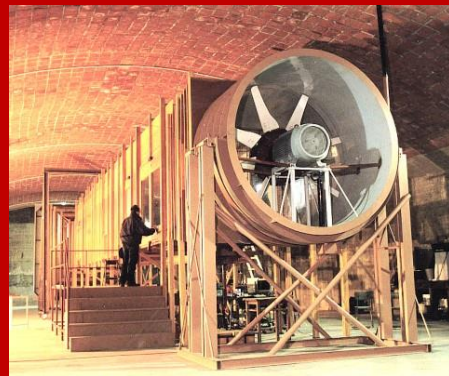
K_z: Coeficiente de exposición

K_d: Factor de direccionalidad

V: Velocidad básica de viento

I : Factor de Importancia

K_{zt}: Factor topográfico



TÚNEL DE VIENTO

síntesis

- ✓ El viento tiene mayor influencia en edificios livianos
- ✓ La presión en las envolventes son diferentes en cada cara (presión o succión)
- ✓ Existe presión interna además de la externa.
- ✓ Conociendo la ubicación se puede conocer estadísticamente la velocidad probable de ocurrir
- ✓ Se debe convertir la velocidad probable en presiones sobre las envolventes.
- ✓ Variables que influyen:
 1. Forma del edificio
 2. Entorno (urbano o rural- con edificaciones o sin edificaciones- lomas o llanura)
 3. Destino de la obra (riesgos de vida)
 4. Aberturas tamaño y disposición.