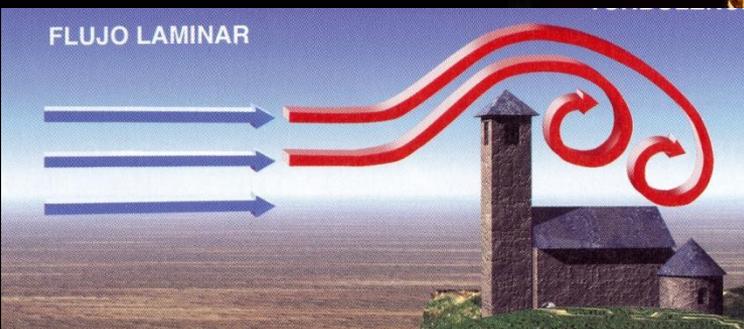


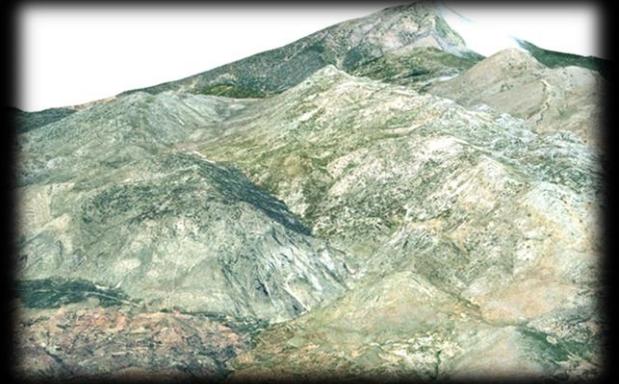
# CLIMATOLOGIA APLICADA A INCENDIOS



# ¿Que factores afectan al comportamiento de los incendios forestales?



TOPOGRAFIA



COMBUSTIBLE



CLIMA



# PREDICCIÓN

INSTITUTO DE METEOROLOGIA  
PORTUGAL

## Pedra de Previsão do Tempo

simplex

CONDIÇÃO	PREVISÃO
Pedra molhada	Chuva
Pedra seca	Tempo seco
Sombra no chão	Ensolarado
Pedra branca no topo	Nevando
Não se consegue ver a pedra	Nevoeiro
Pedra balançando	Vento
Pedra pulando para cima e para baixo	Terremoto
A pedra não está	Tornado

12 12 2006

# LOS FACTORES CLIMATOLÓGICOS

Los factores con mayor incidencia sobre el incendio son los siguientes: **El viento, la temperatura y la humedad**

## ❖ Vientos Generales

### ❖ **Vientos Locales:**

#### Turbulencias

- De obstáculo.

- Remolinos

- De pendiente

- De valle

- Por topografía abrupta

#### Topografía y viento

#### Insolación y viento

#### Ráfagas

#### Ladera

#### Valle

#### Venturi

#### Viento canalizado.

#### Térmicas

#### Brisas.

#### Foehn

#### Frente frío

#### Tormentas.

#### Rayos

#### Capas de inversión.

#### Olas de montaña

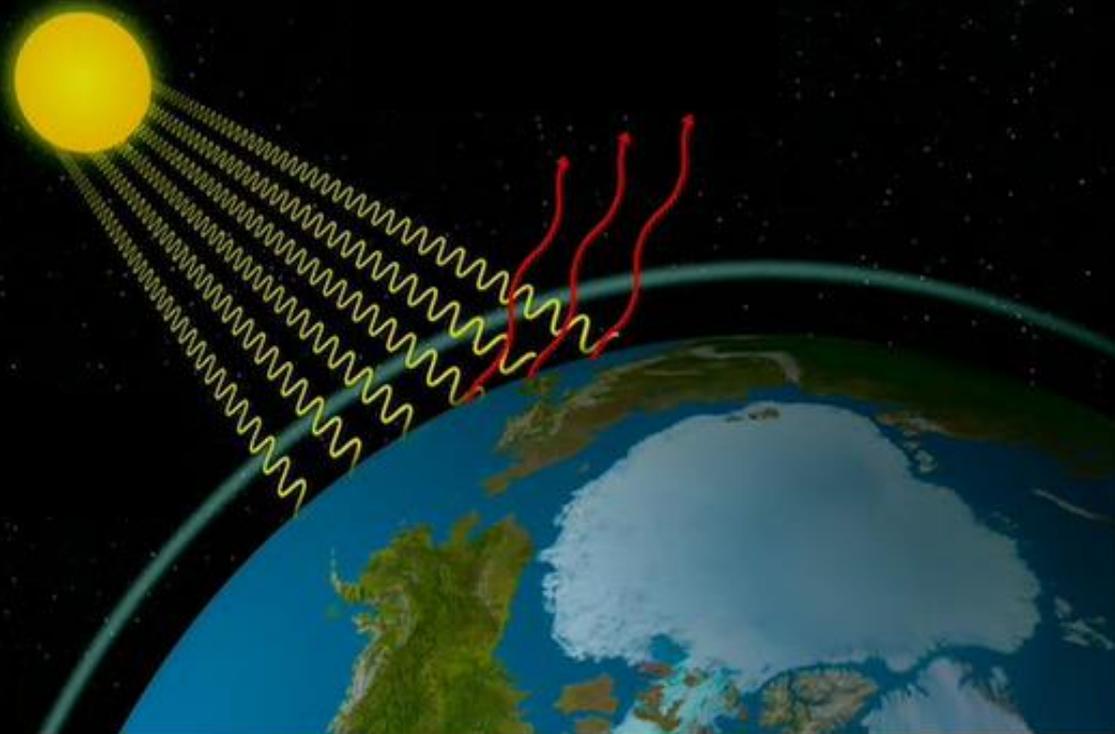
EJERCICIOS 2009

EJERCICIOS 2010

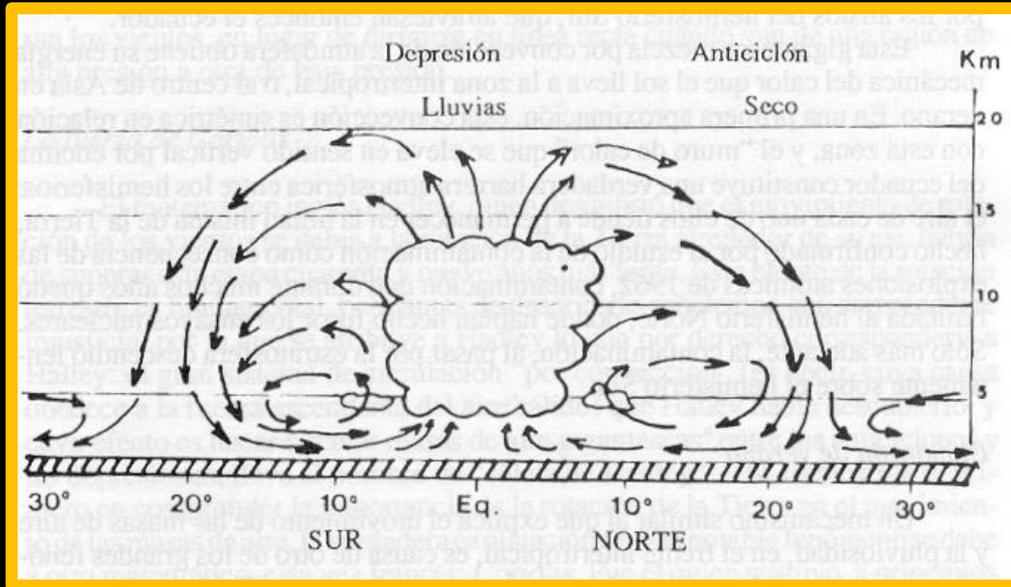


FIN

# VIENTOS GENERALES



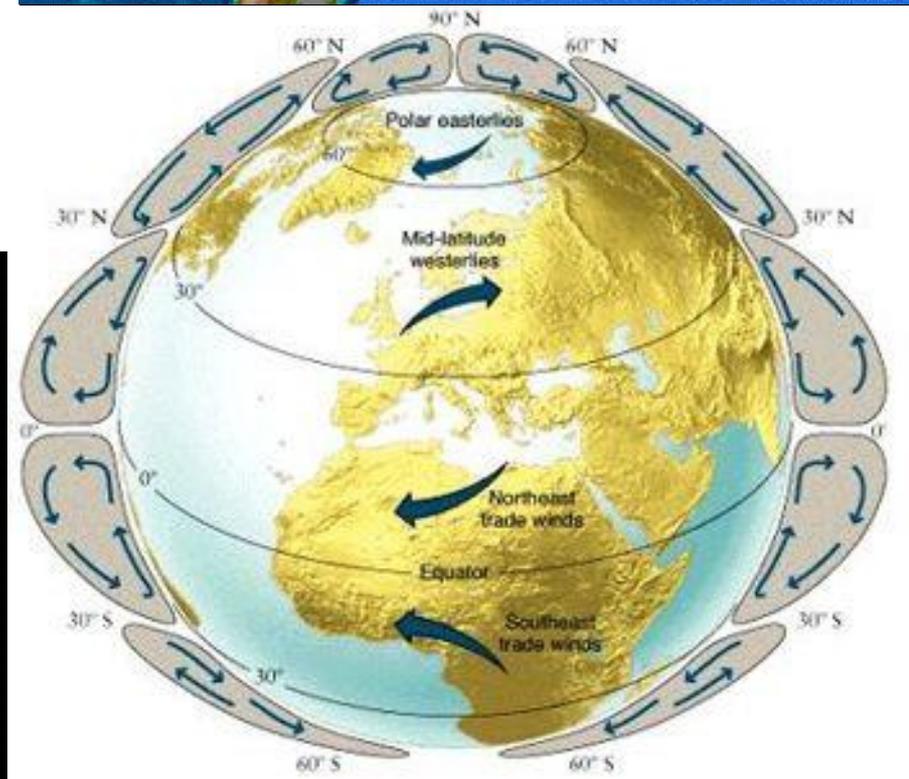
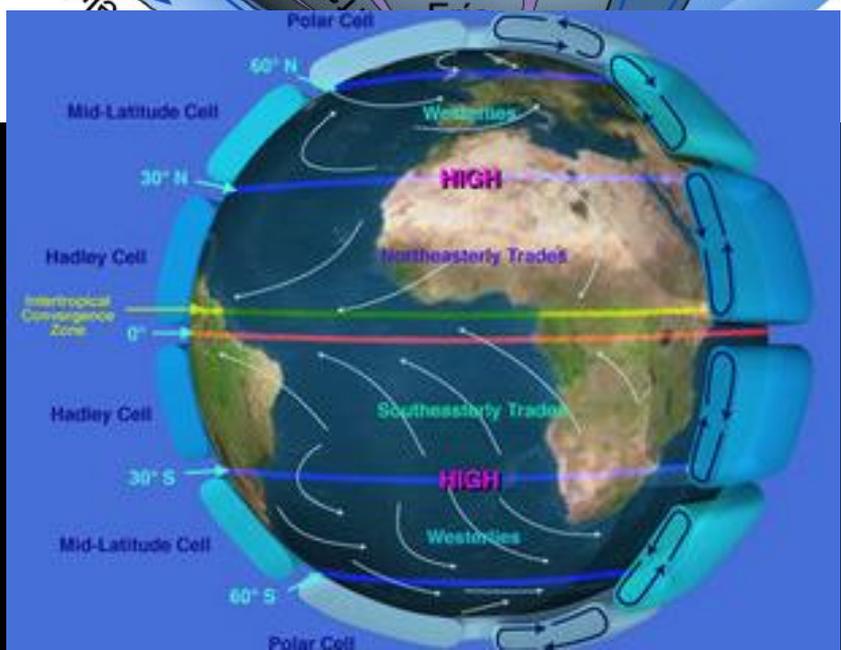
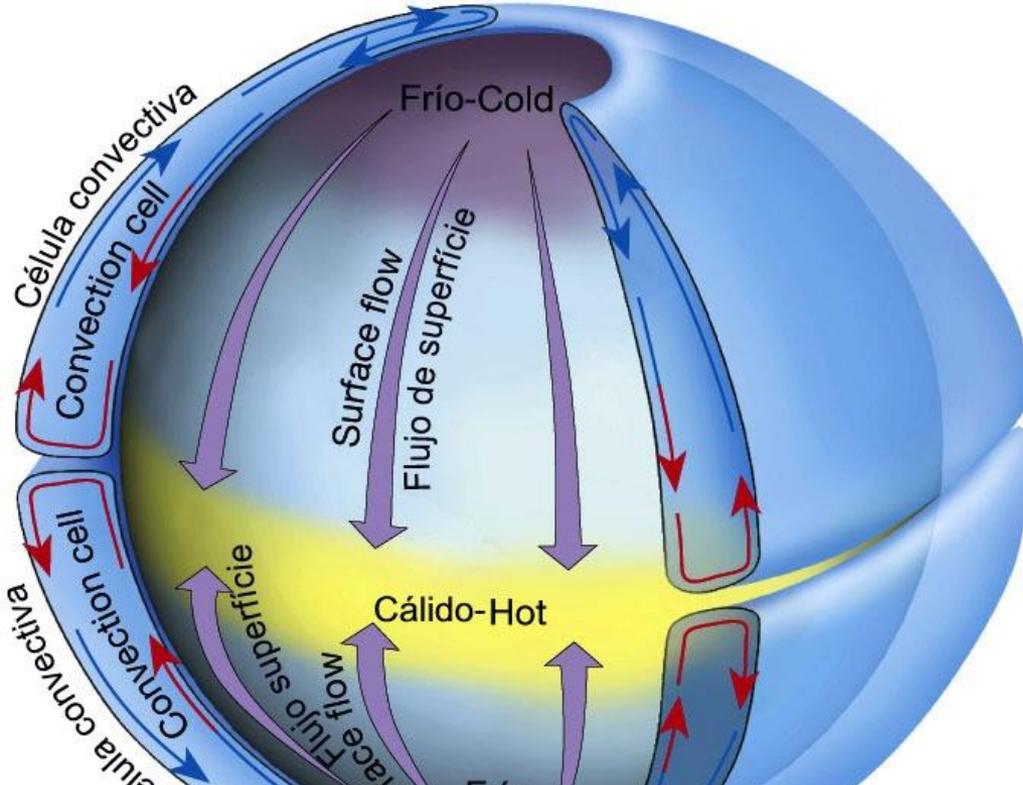
# CELULAS DE HADLEY



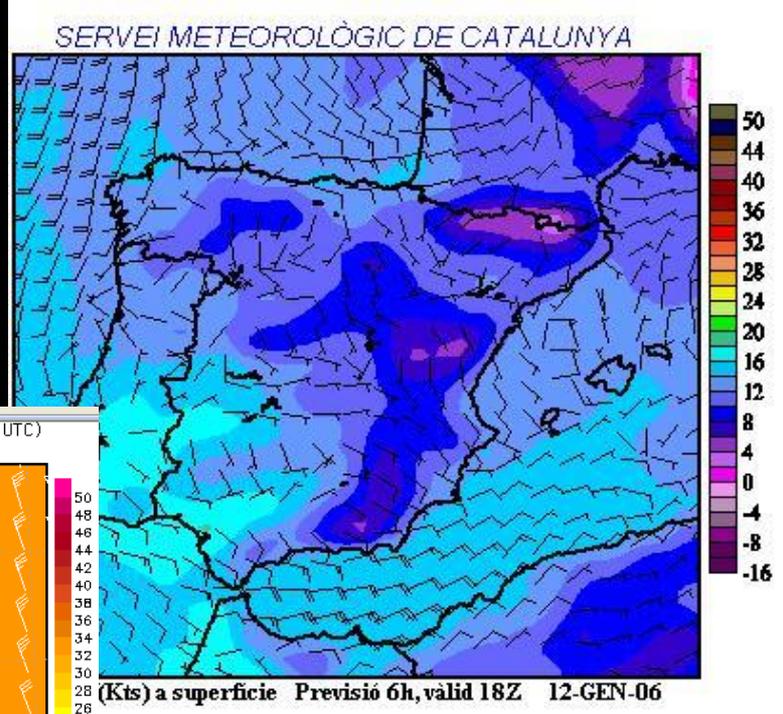
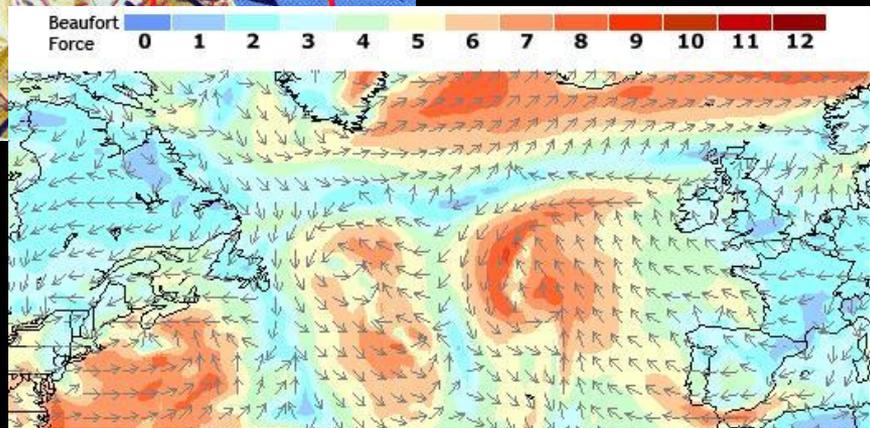
## Corte vertical de la “doble célula de Hadley”

Esta estructura de circulación de aire es de suma importancia para el clima del globo.

En el centro, se observa que se eleva el aire cálido y, por consiguiente menos pesado, de la zona ecuatorial, enriquecido en vapor de agua por su paso sobre el mar o los continentes húmedos. Este ascenso lo enfría, y su vapor se condensa formando nubes. El aire, desecado, desciende entonces en las regiones anticiclónicas situadas, aproximadamente, por encima de los trópicos Norte y Sur.



# VIENTOS GENERALES



:: Seleccione mapa de predicción  
 Spain Costa Brava

:: Seleccione fecha de predicción  
 < Thu, 29.1. 0:00 >

» Animación

:: Leyenda de viento

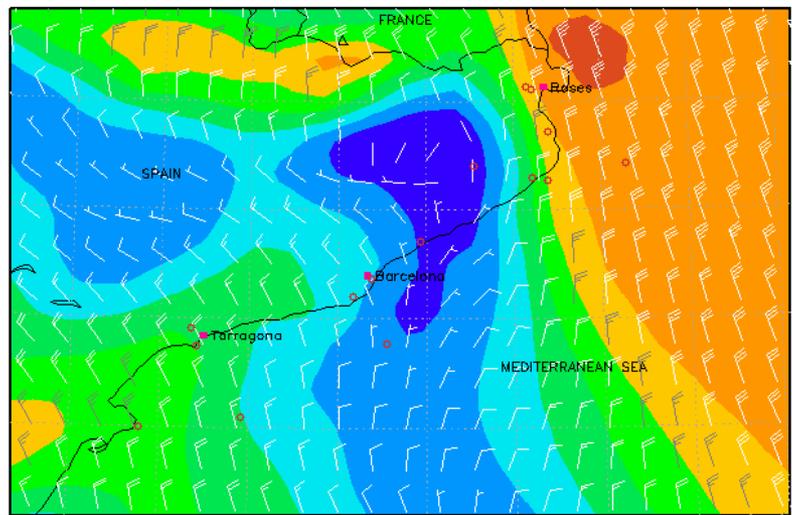
- Click for spot forecast
- Oeste 5 nudos
- Suroeste 10 nudos
- Sur 15 nudos

:: Observaciones de viento

» Iberia

:: Observaciones de olas

:: Previsión de olas



# TURBULENCIAS/ MICROMETEOROLOGÍA

El termino TURBULENCIA describe una discontinuidad de la discontinuidad de un fluido  $\Rightarrow$  UN DESORDEN.

En la atmósfera uno de los indicadores de la turbulencia son LAS RAFAGAS = brusco cambio de dirección o intensidad del viento existente.



# TURBULENCIA Y VISCOSIDAD DEL AIRE

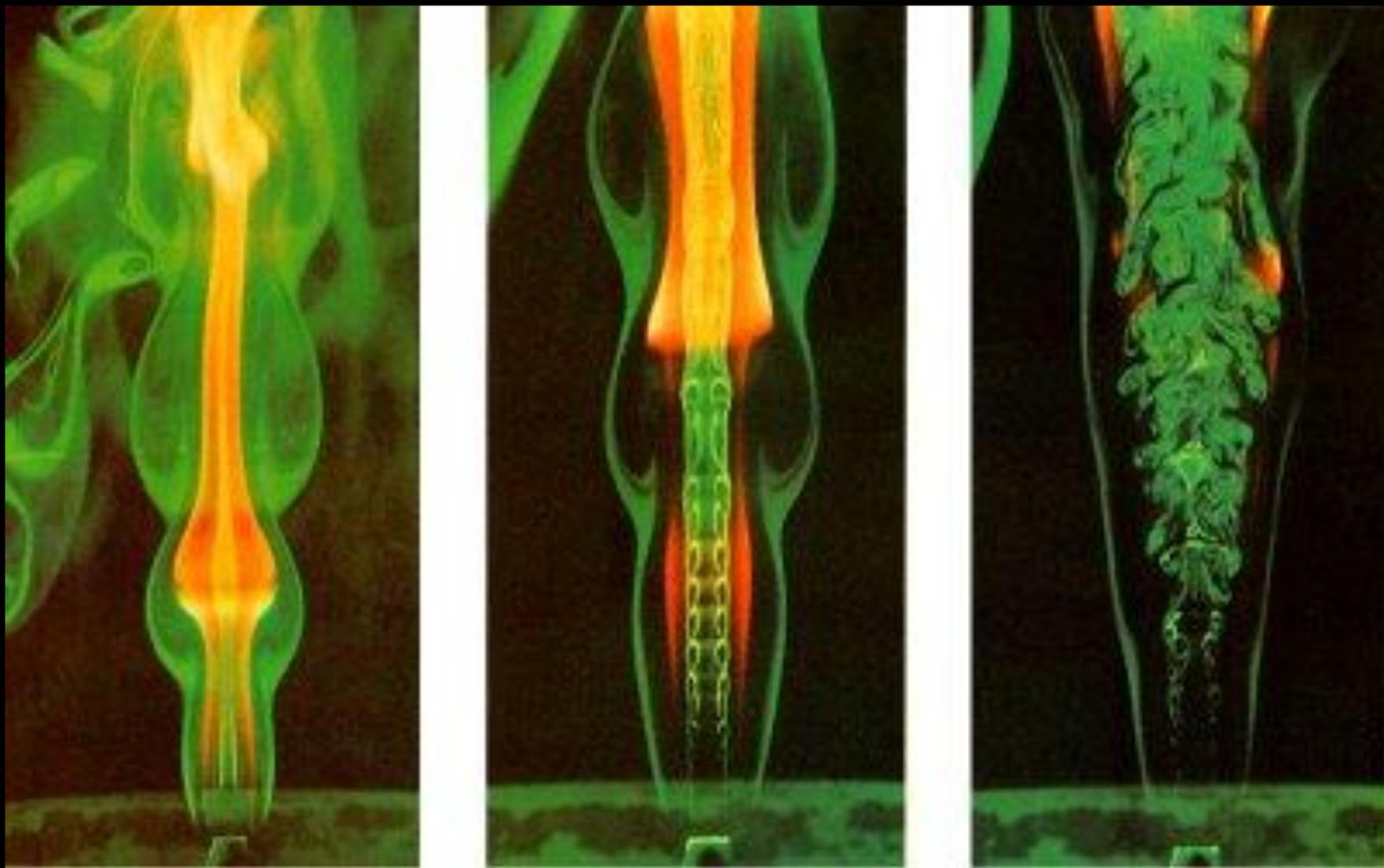
La viscosidad del aire hace que se “pegue” a la superficie, frenándose la capa en contacto a esta este roce entre capas que provoca un cierto desorden.

# TURBULENCIA Y RESISTENCIA AERODINAMICA

Cuando el viento incide sobre un obstáculo (o cuando algo vuela por el aire se produce una resistencia AERODINÁMICA, opuesta al aire en movimiento

Doble de viento = 4 x turbulencia

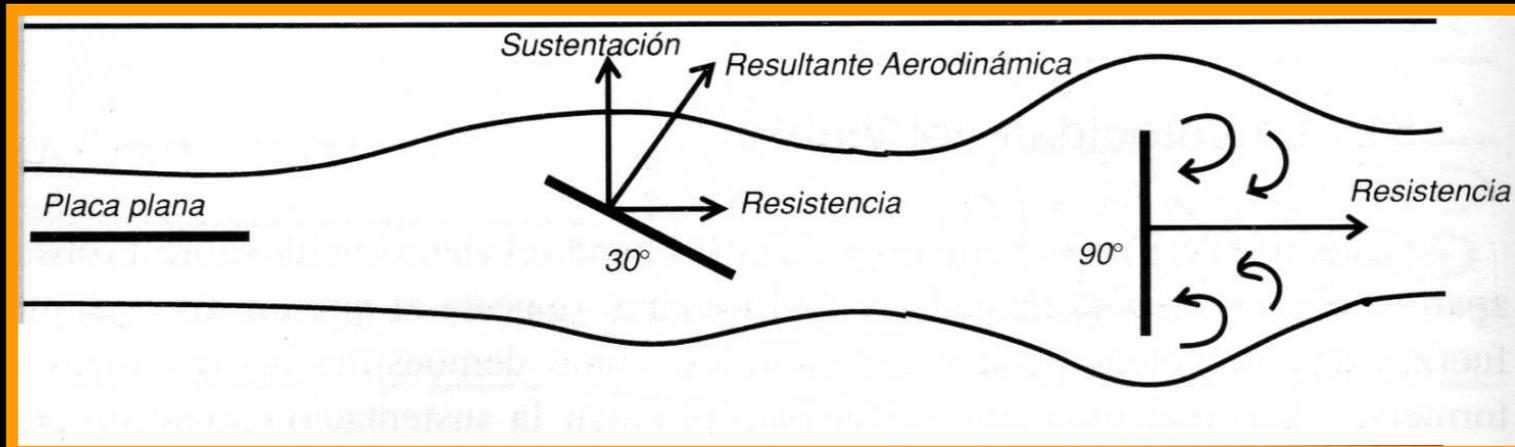
Triple de viento = 9 x turbulencia



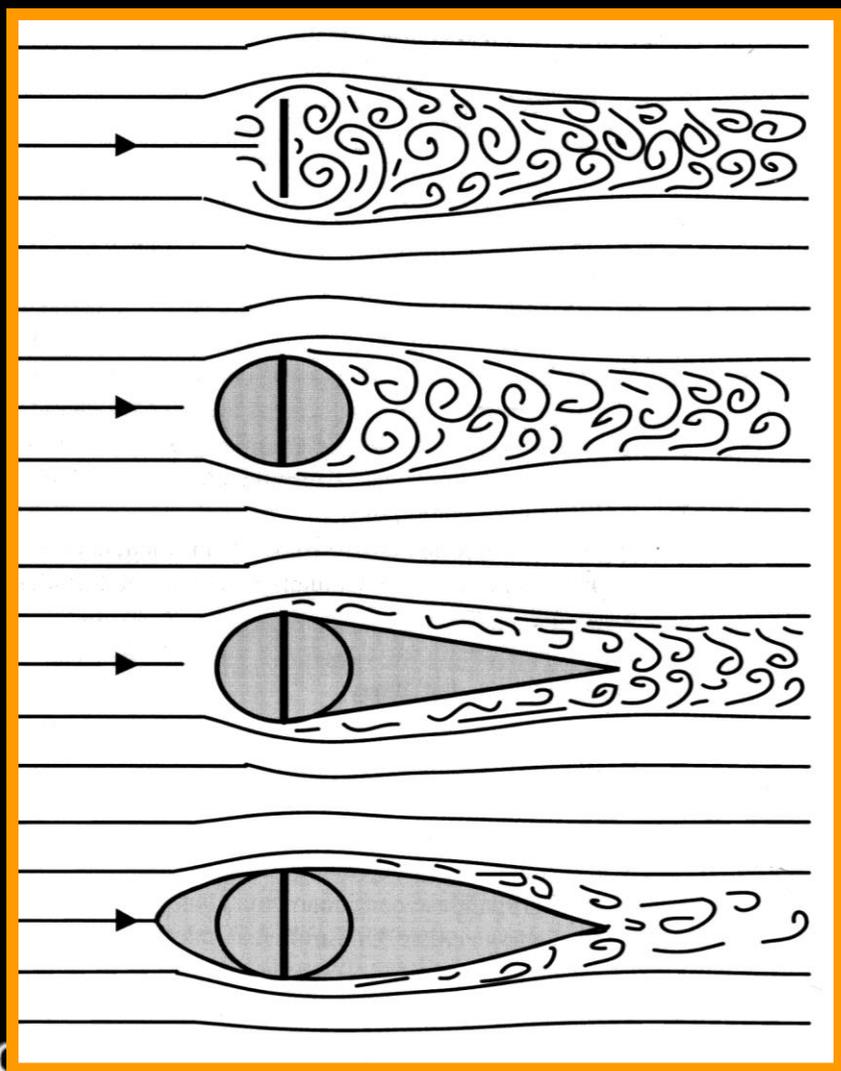
# TURBULENCIA Y FORMA DEL OBSTÁCULO

Cuanto más plano es un objeto al viento más resistencia ofrece y más turbulencia genera a sotavento.

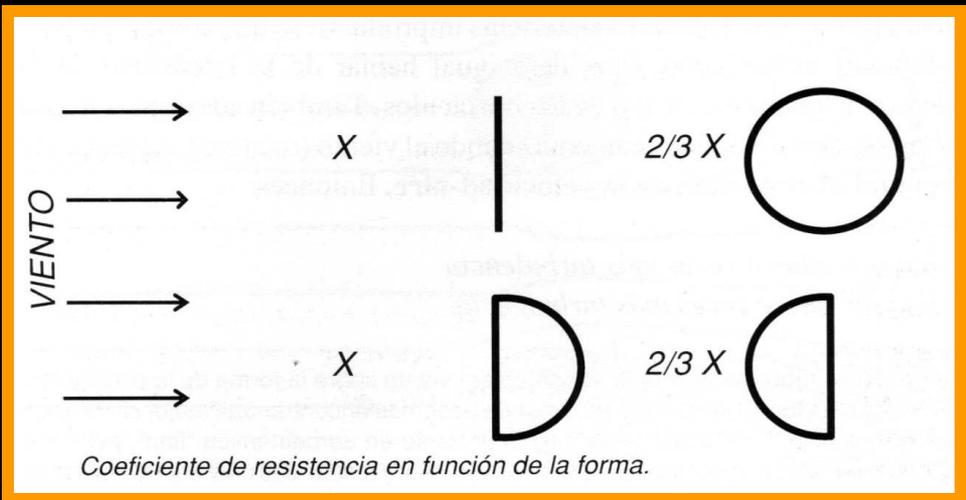
El viento presiona a barlovento del obstáculo y depresiona a sotavento del obstáculo impidiendo el paso “organizado” del aire.



# TURBULENCIA Y FORMA DEL OBSTÁCULO II



## Resistencia en función de la forma



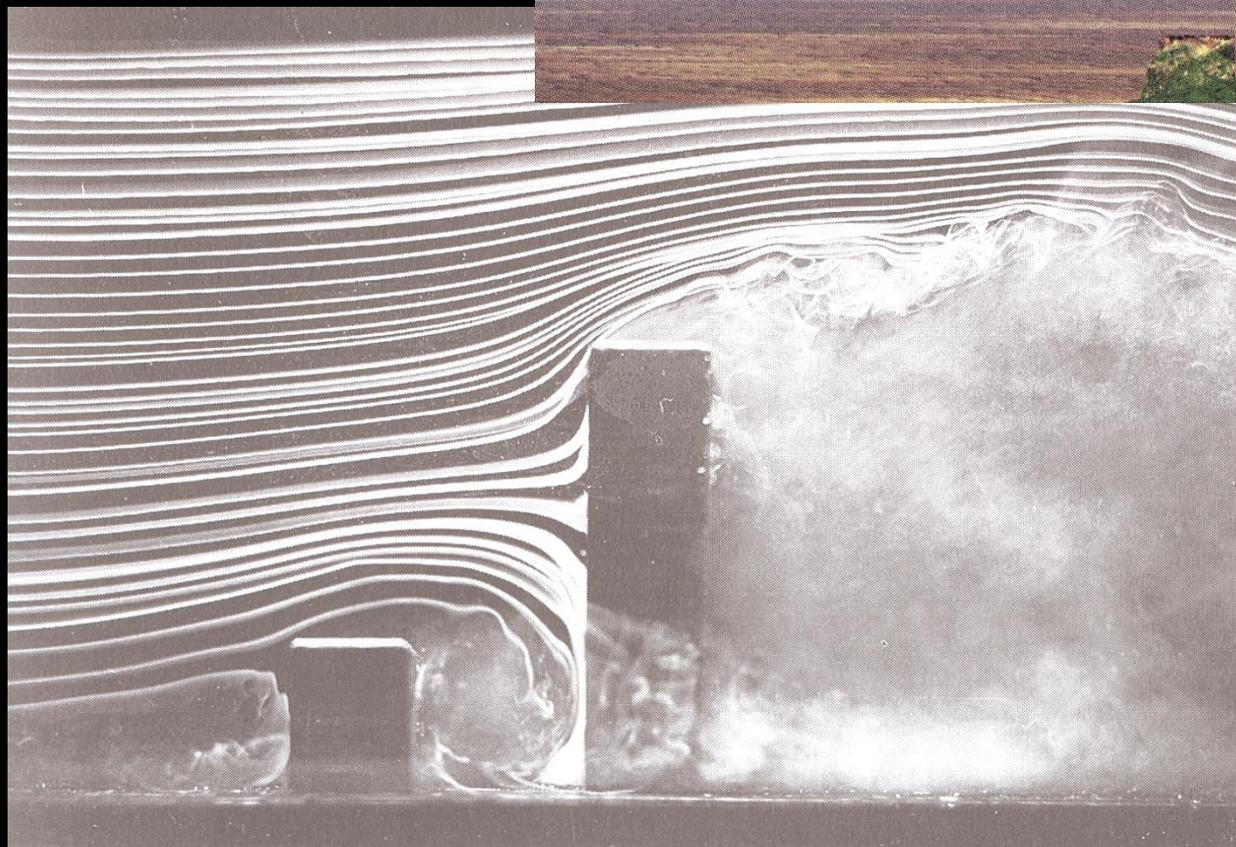
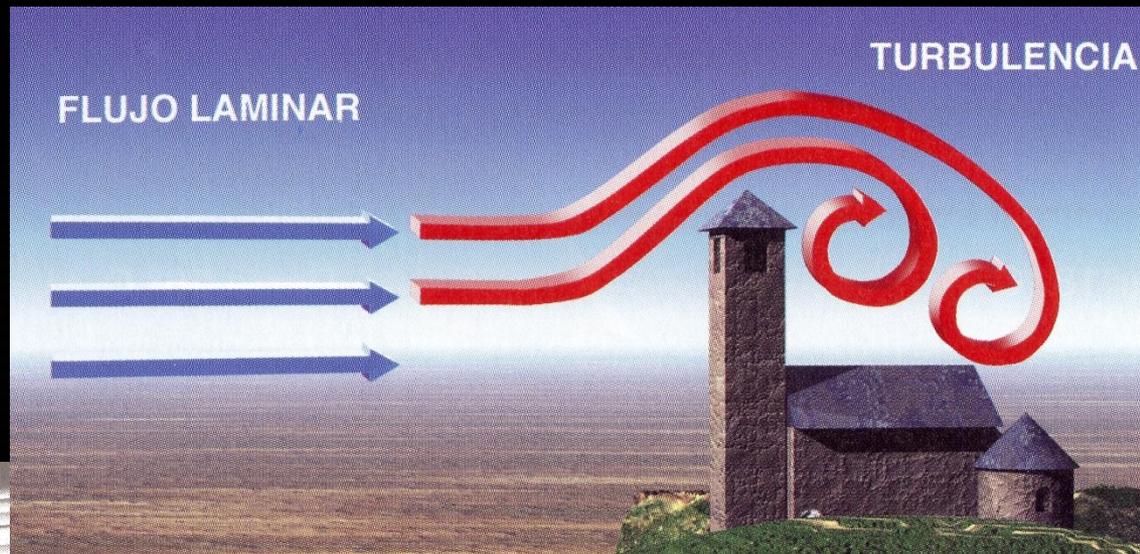
## Coeficiente de resistencia en función de la forma

# TURBULENCIA de OBSTACULO

A sotavento de un obstáculo con viento moderado o intenso tras objetos poco “aerodinámicos” (casas, muros, setos, hileras de arboles, etc) podemos encontrar turbulencias muy fuertes.

Los rotores nacen inmediatamente detrás del objeto y se propagan hacia detrás hasta diez veces su altura

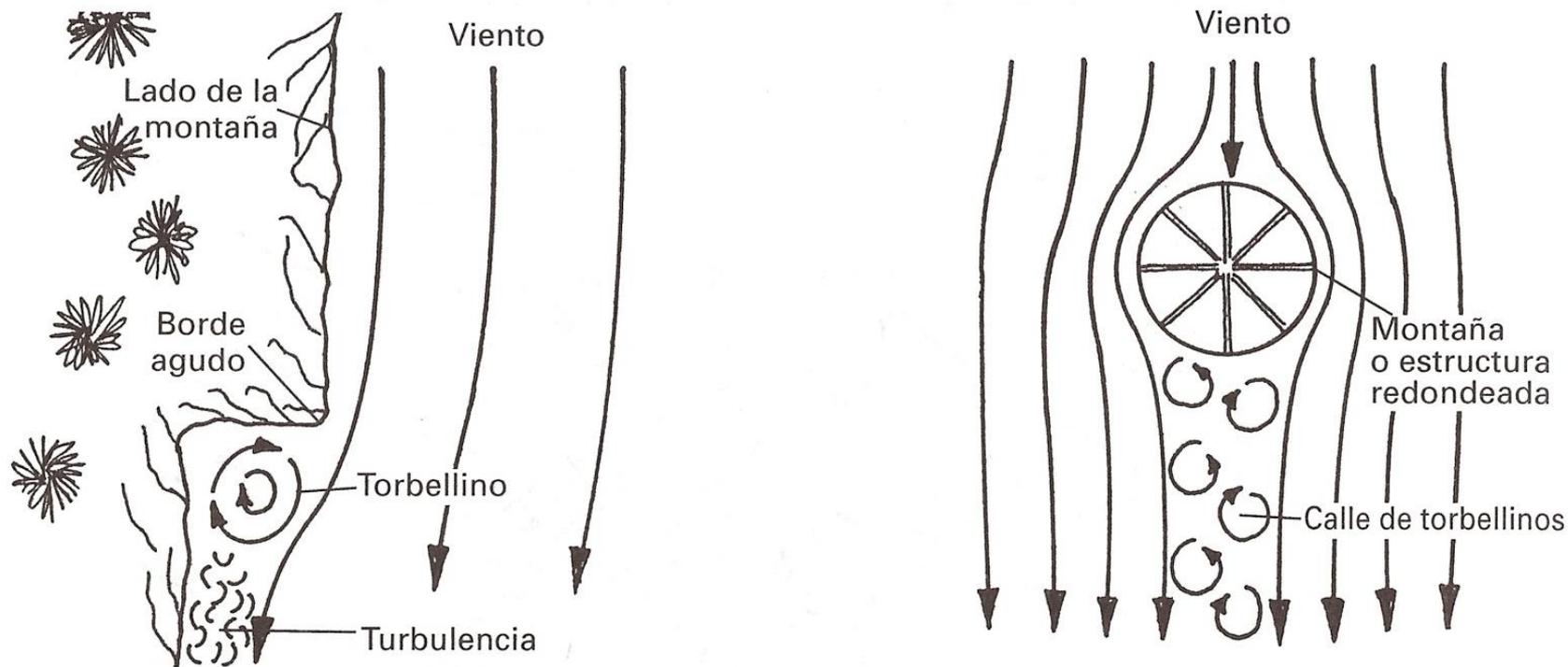
Aunque los rotores divergen en todas direcciones, en las capas más bajas prefieren los movimientos de eje vertical (“brutales ráfagas en todas direcciones”)



# TURBULENCIA DE OBSTÁCULO



Distancia de influencia: Hasta 10 veces la altura  
y hasta 3 veces la altura del obstáculo



**Fig. 6.14.** Torbellinos verticales inducidos por el terreno.

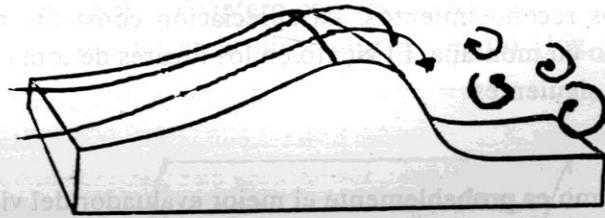


Figura 7

En ciertas condiciones, estos movimientos pueden organizarse en conjuntos más importantes llamados “rodillos”, cuyo eje de rotación puede ser cualquiera (Figs. 8 y 9).

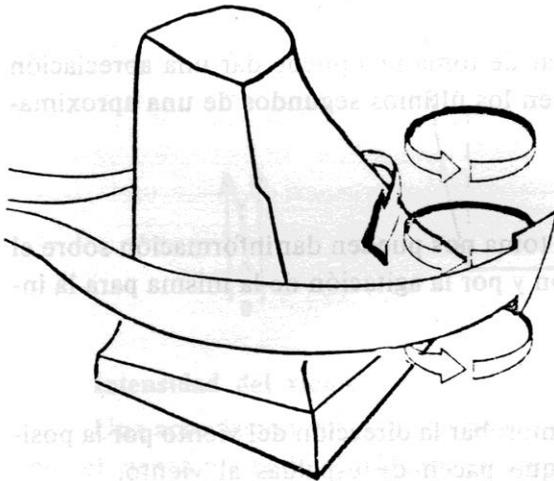


Figura 8

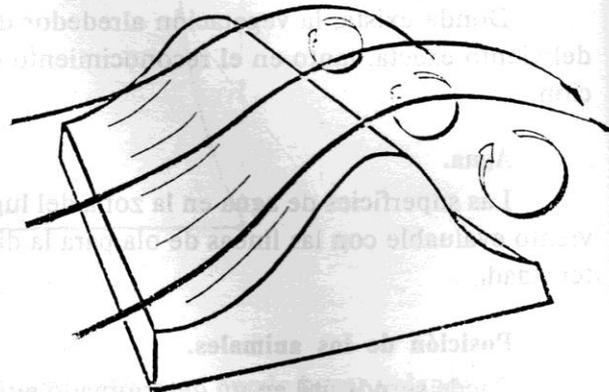
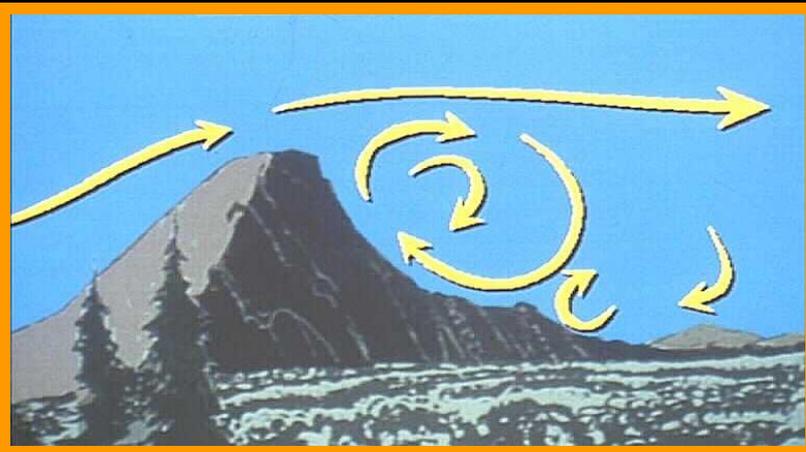
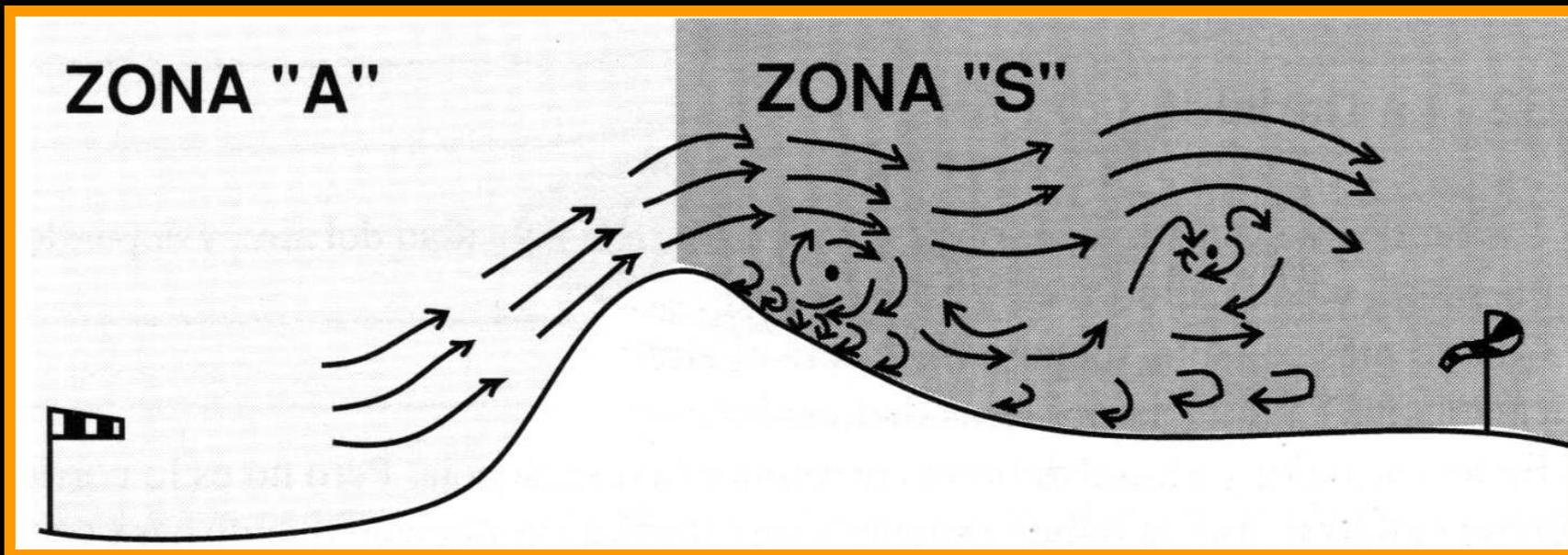


Figura 9

# TURBULENCIA DE OBSTÁCULO



La zona "Al viento" (limpia)  
La zona a "Sotavento" (Turbulencias)



# REMOLINOS



# REMOLINOS

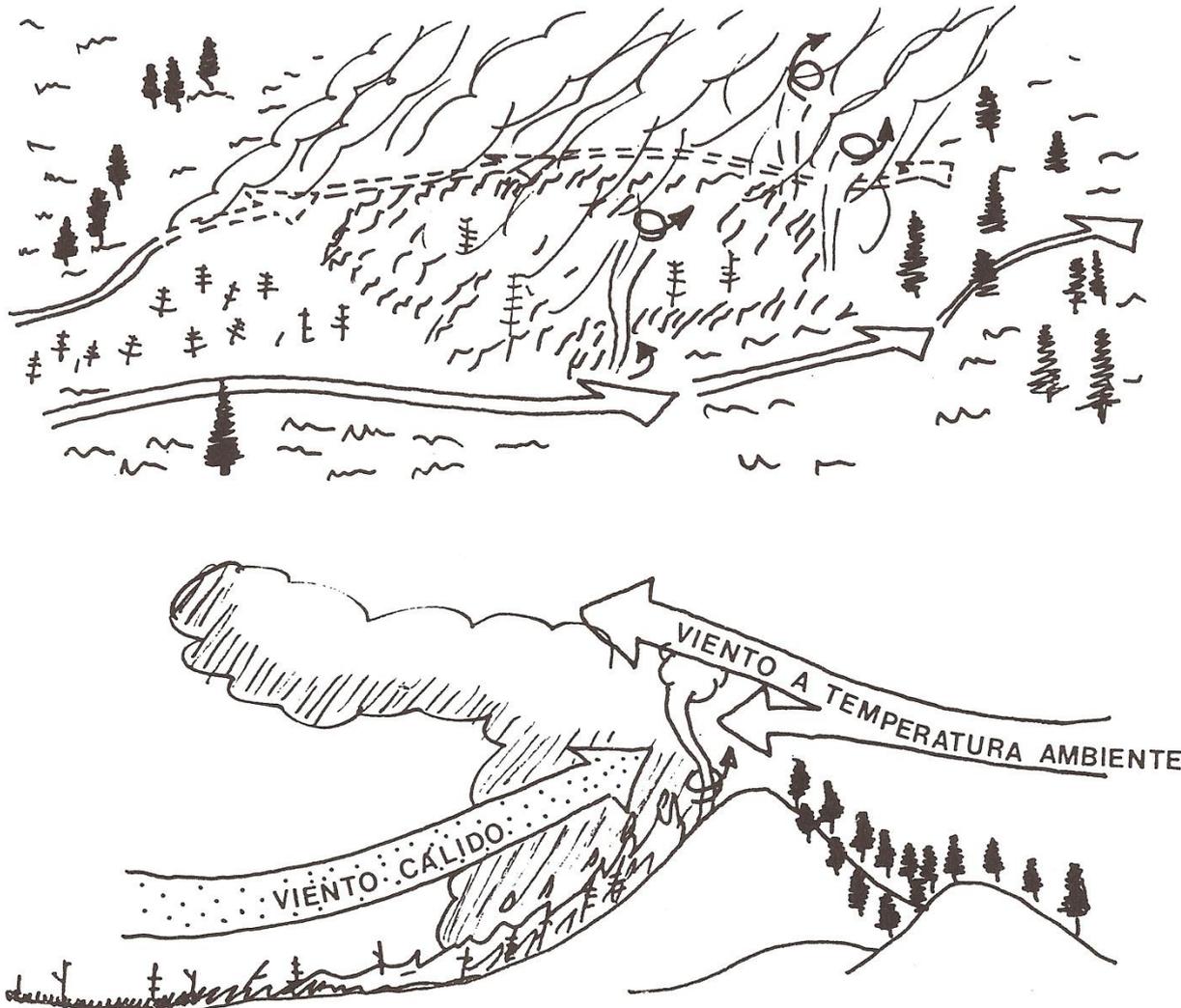
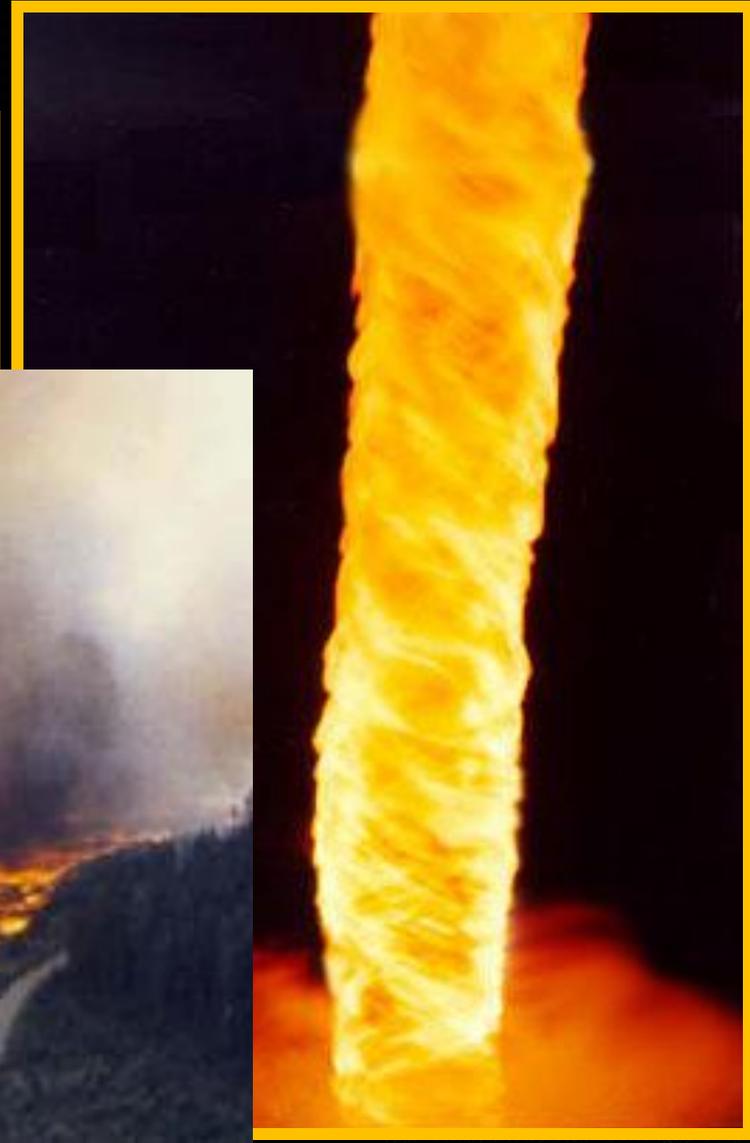
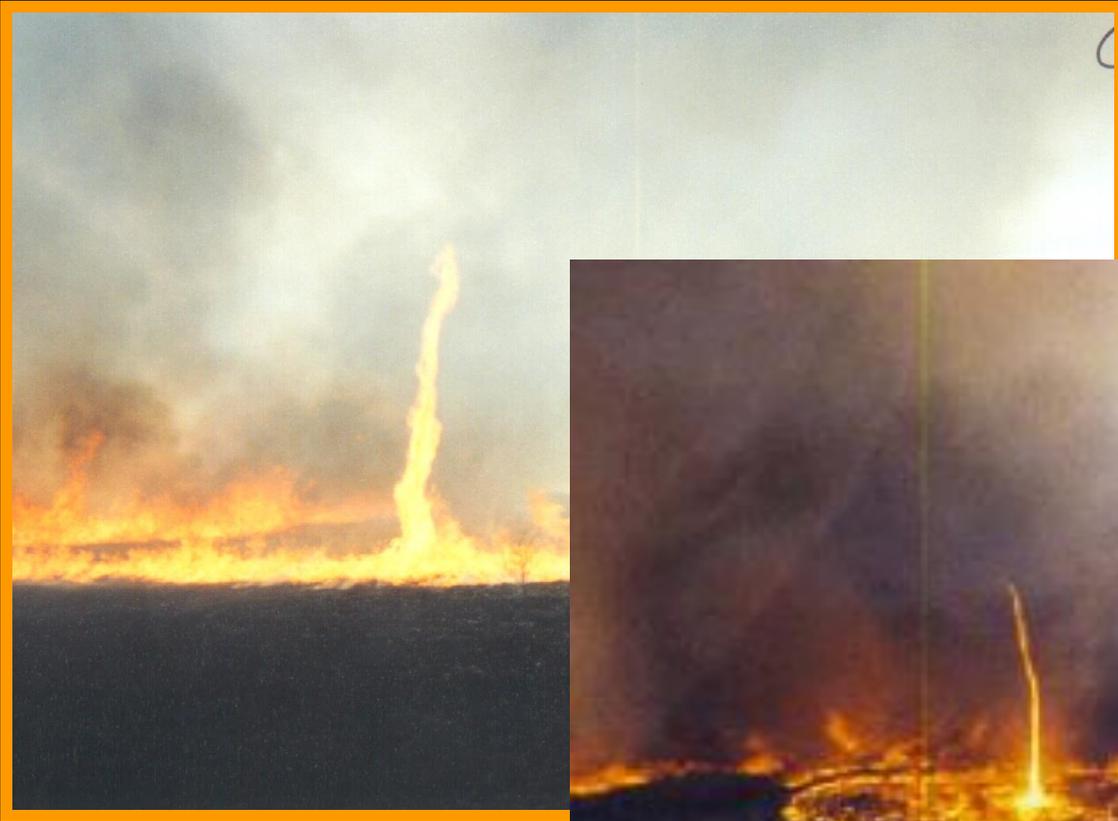
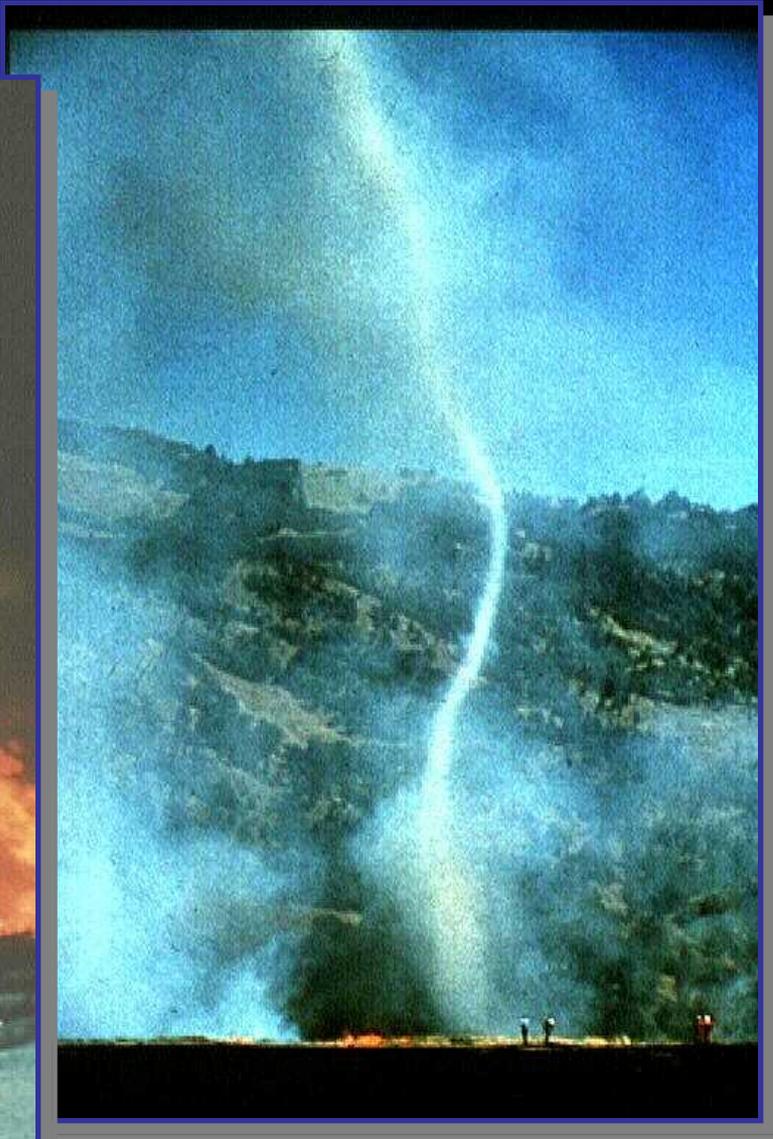


Figura 49. Diferentes situaciones en las que se forman remolinos de fuego (adaptada de Countryman, 1971a).

# REMOLINOS DE FUEGO





# TURBULENCIA DE PENDIENTE

Podemos encontrar turbulencias moderadas o fuertes con vientos fuertes en las proximidades de las pendientes:

- En las zonas de barlovento de roturas de relieve.
- En todas las zonas a sotavento.

# TURBULENCIA DE PENDIENTE II

A barlovento con una pared abrupta, un extraplomado o una ruptura de la ladera, hasta con viento moderado la turbulencia se manifiesta como un rotor relativamente estable y lento dando lugar a cierta cizalladura.

# TURBULENCIA DE PENDIENTE III

A sotavento, aparece el problema inmediatamente detrás de la cresta.

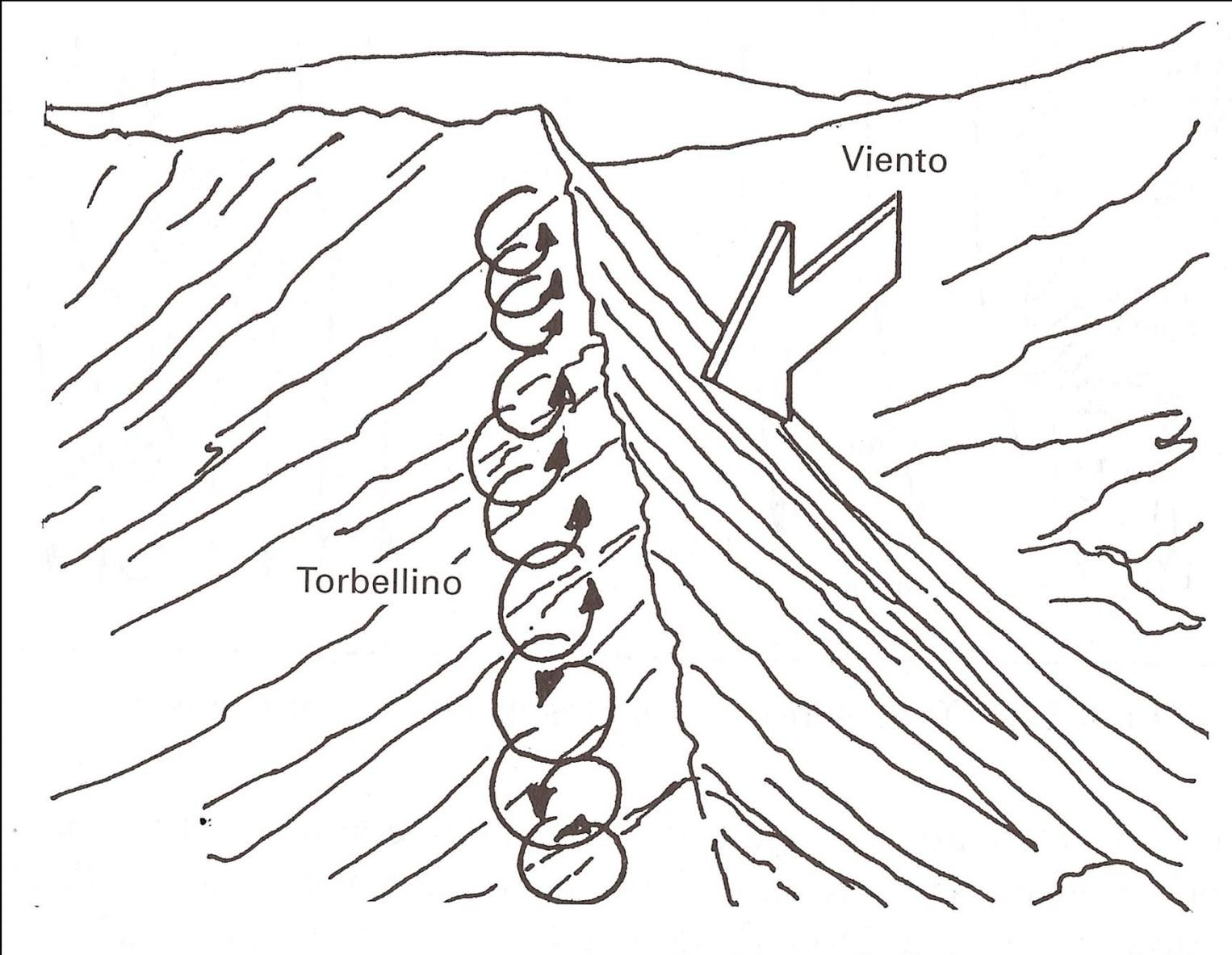
“Detrás de un pequeño montículo apenas se generan turbulencia. Por el contrario, una rotura brusca de la pendiente produce cantidad de torbellinos relativamente estable con viento flojo, con viento fuerte son muy violentos e irregulares”

# TURBULENCIA DE PENDIENTE IV

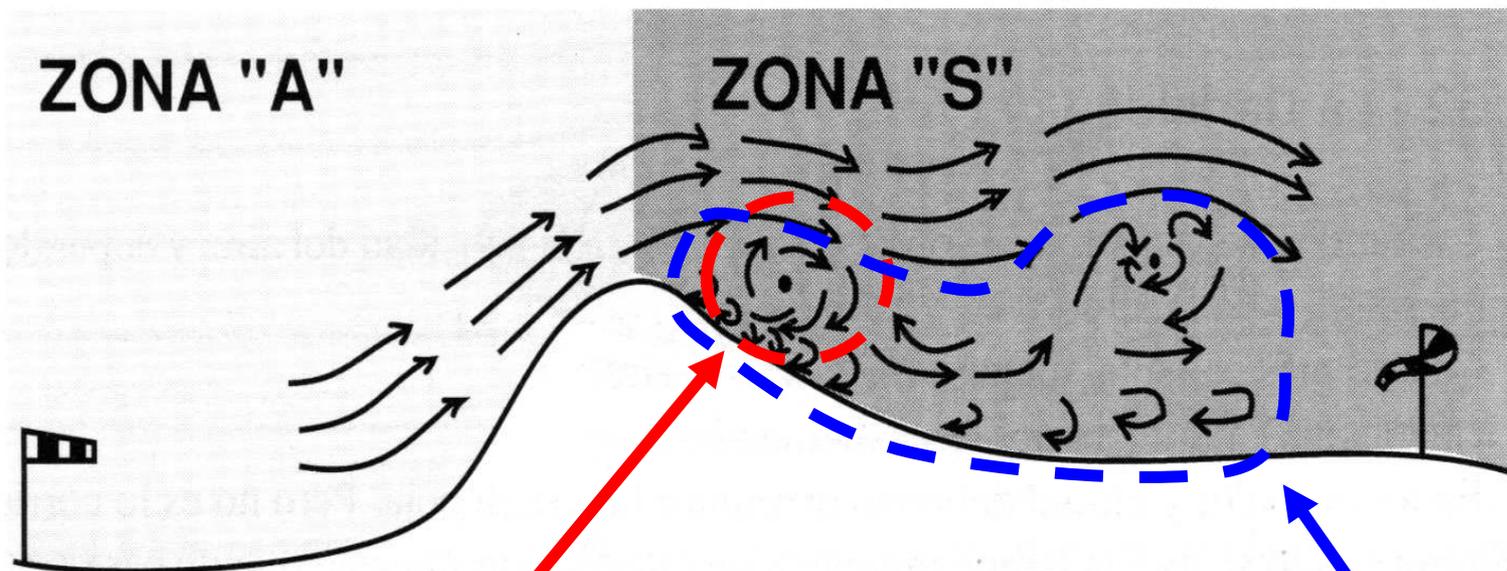
## ROTORES DE SOTAVENTO

Son el reverso de la ascendencia, por lo que son especialmente activos cuando la ladera produce ascendencias.

Las partículas de aire que suben a barlovento caen aspiradas en sotavento “enrollándose” de forma relativamente regular pero localmente muy turbulento. (Peligro con las pavesas)

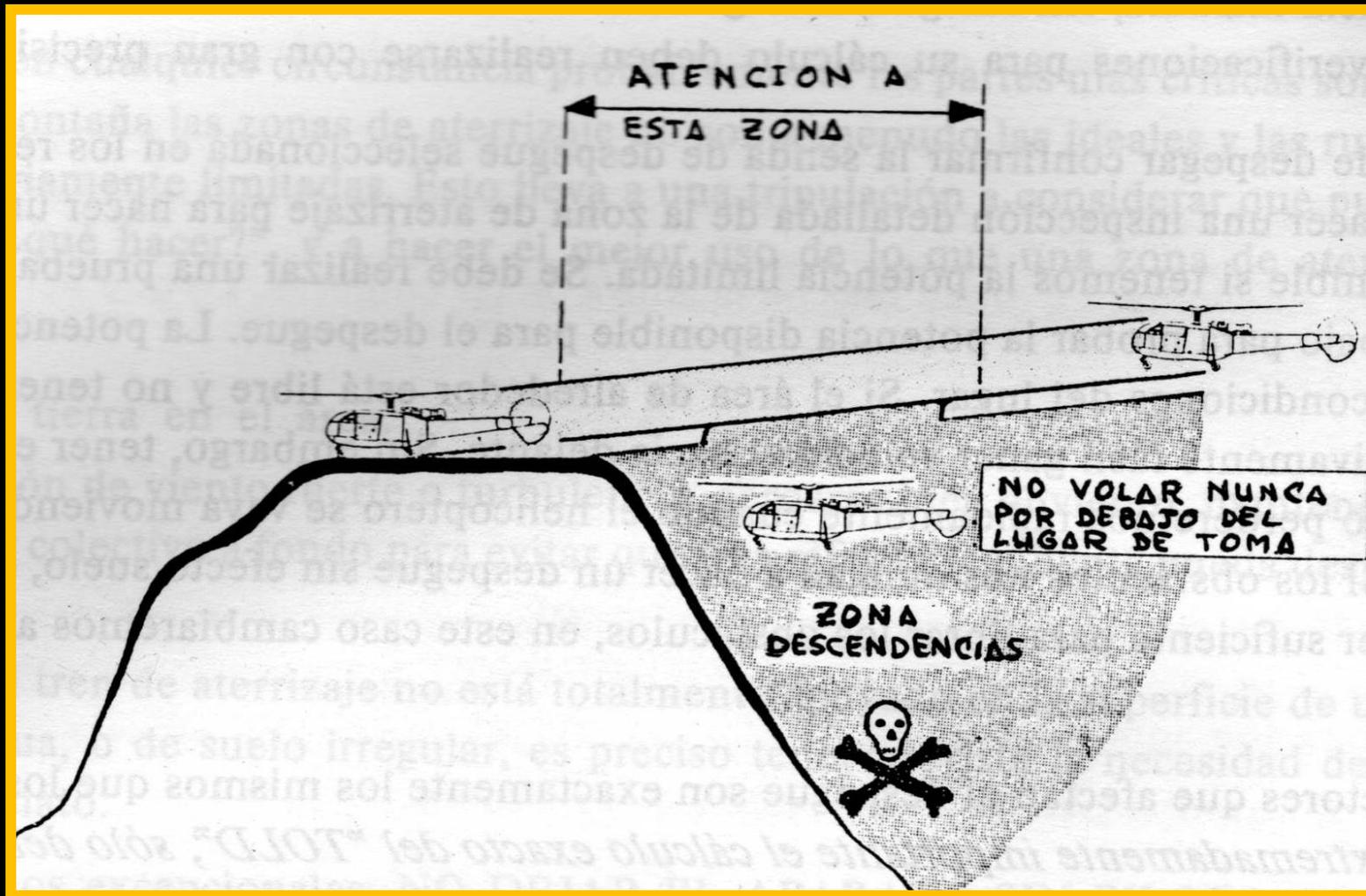


# TURBULENCIA DE PENDIENTE VI



**ROTOR DE  
SOTAVENTO**

**TURBULENCIAS A  
SOTAVENTO**



# TURBULENCIA DE VALLE

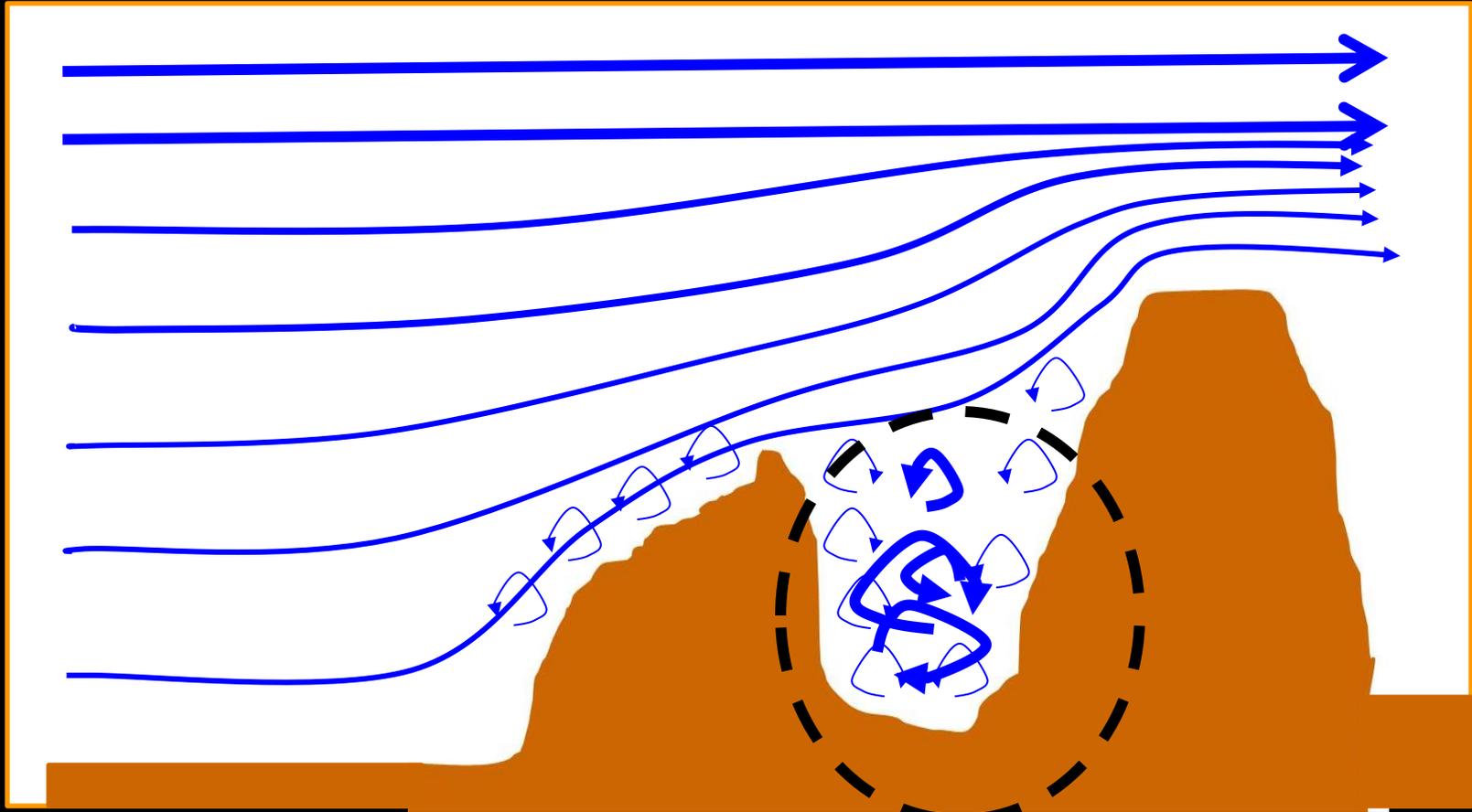
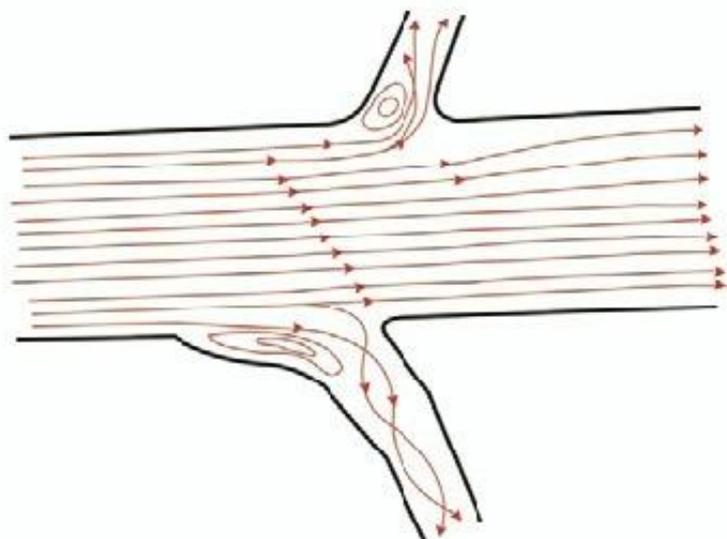




Figura 5.

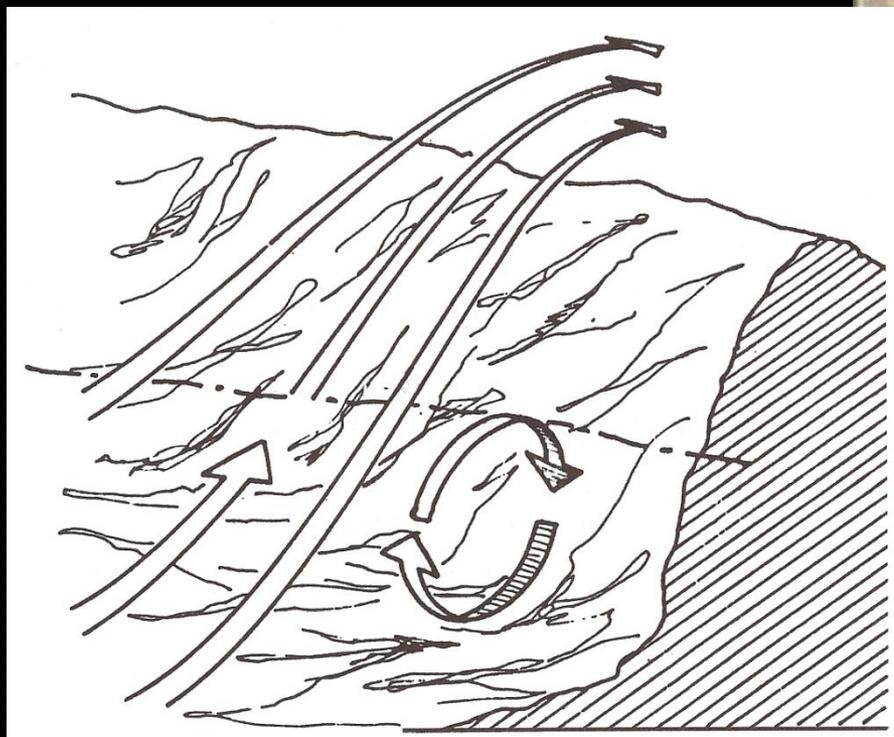
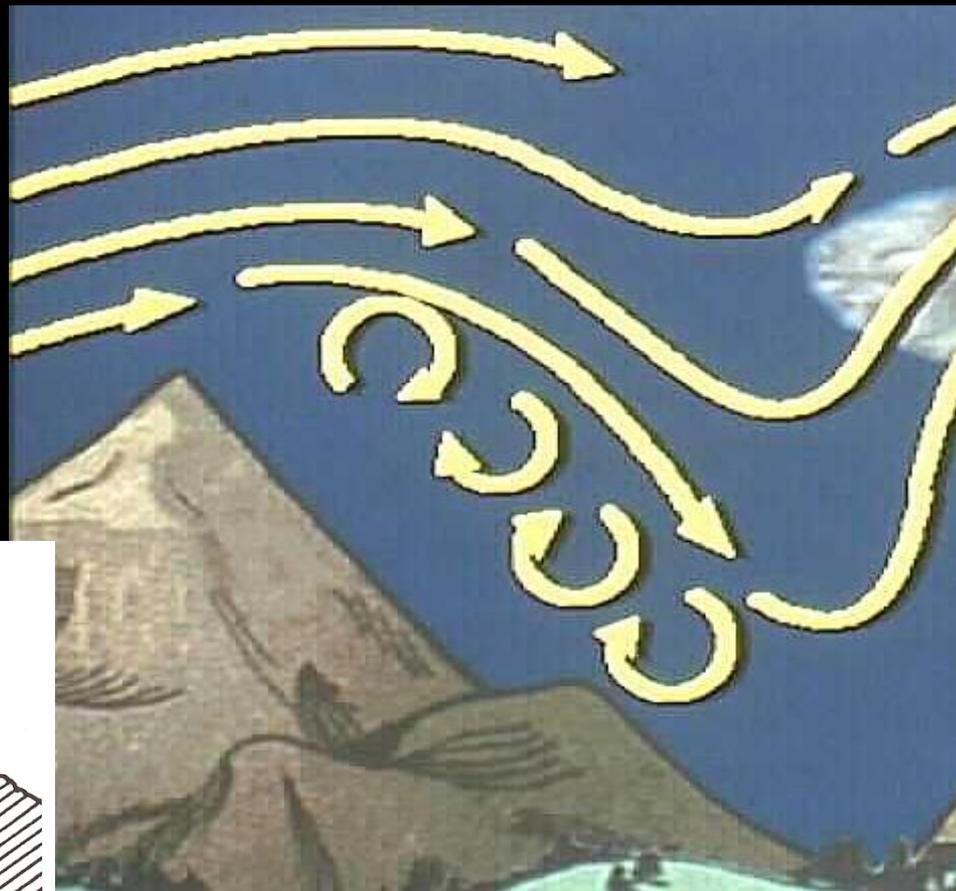
Líneas de flujo en el ostium de las arterias renales



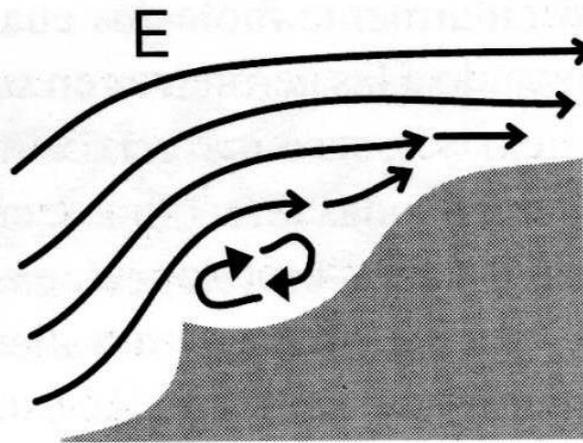
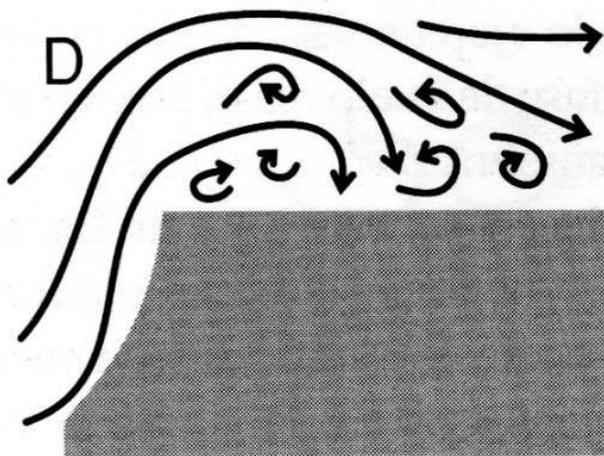
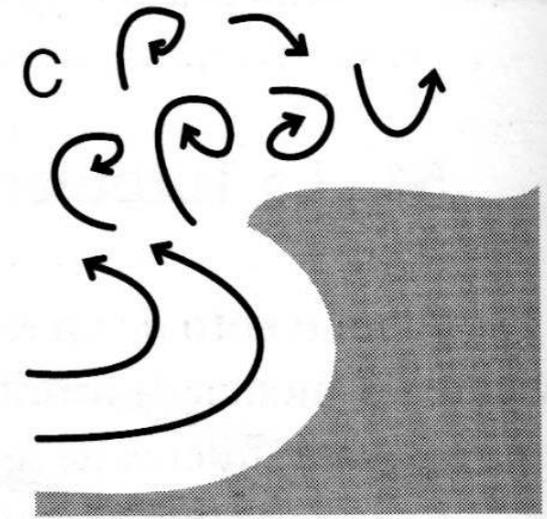
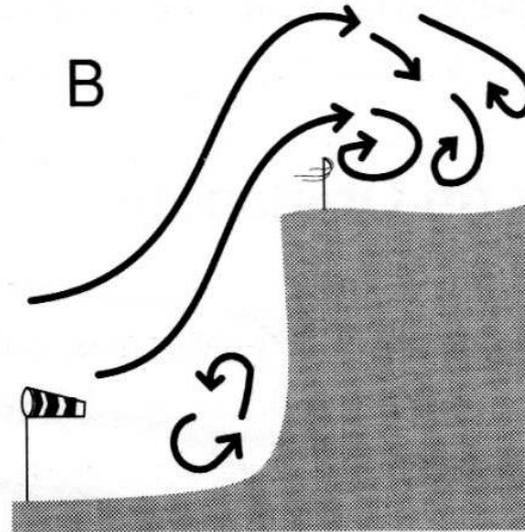
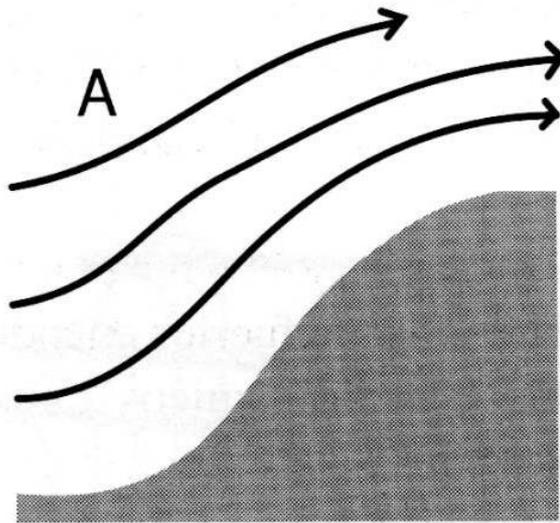
# Remolinos por confluencia de valles

# TURBULENCIA DE VALLE

Cuando el viento sopla perpendicular al eje del valle, aparecen intensos movimientos torbellinarios. Cuando bajamos un poco por las laderas encontramos en barlovento torbellinos descendentes y a sotavento torbellinos ascendentes. Si el valle esta encajonado, los dos sistemas de torbellinos chocan generando una TURBULENCIA GENERALIZADA.



# TURBULENCIA POR TOPOGRAFIA ABRUPTA



- A** : Formas redondeadas, pocas turbulencias.  
**B** : Acantilado, fuertes turbulencias arriba y abajo.  
**C** : Extraplomado, cizalladuras muy peligrosas.  
**D** : Rotores sobre la meseta, detrás del cortado.  
**E** : Una ladera suave detrás del cortado dulcifica pero no suprime las turbulencias que hay delante.

# TURBULENCIA POR TOPOGRAFIA ABRUPTA

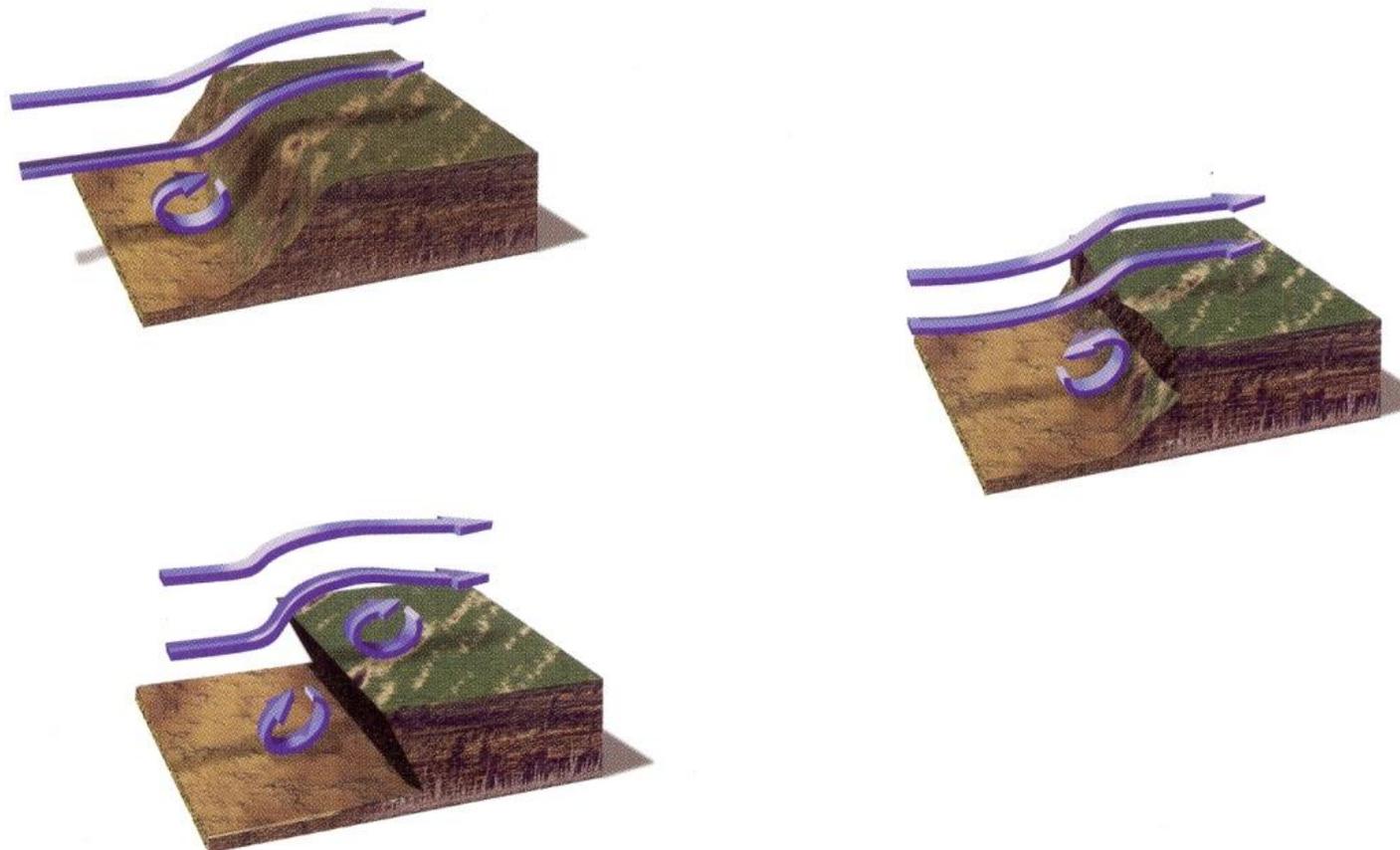
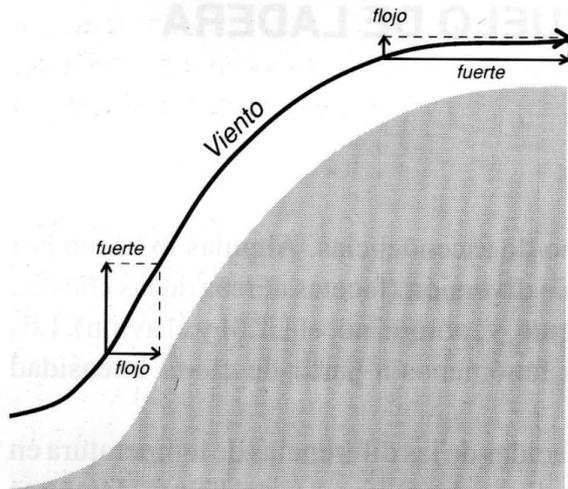


Fig. 3.16. Comportamiento del viento en áreas acantiladas.

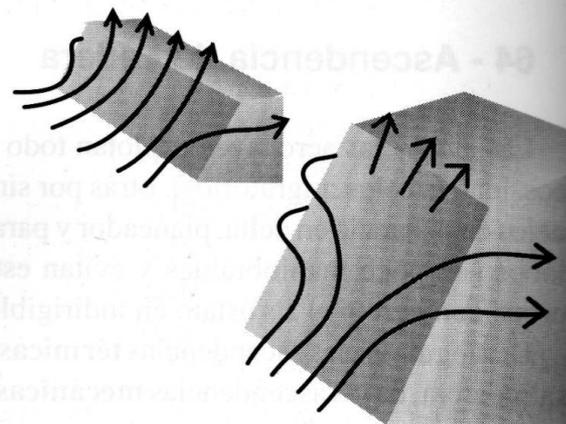


# TOPOGRAFIA Y VIENTO

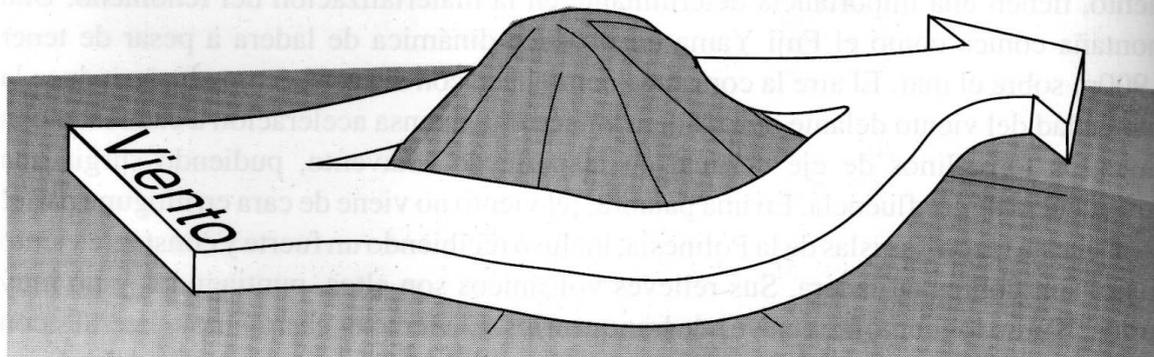
Para un mismo viento:  
cuanto más inclinada sea la pendiente,  
más fuerte será la ascendencia.



Más que la altura, lo que importa  
en la ladera es su alargamiento:  
(envergadura / altura)



Un "Fuji Yama" no genera ascendencias, el aire pasa por los lados



# TOPOGRAFIA Y VIENTO

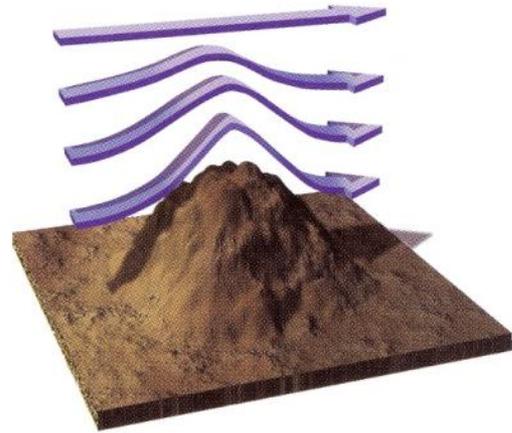


Figura 3.17. Comportamiento del viento en colinas de pendientes moderadas.



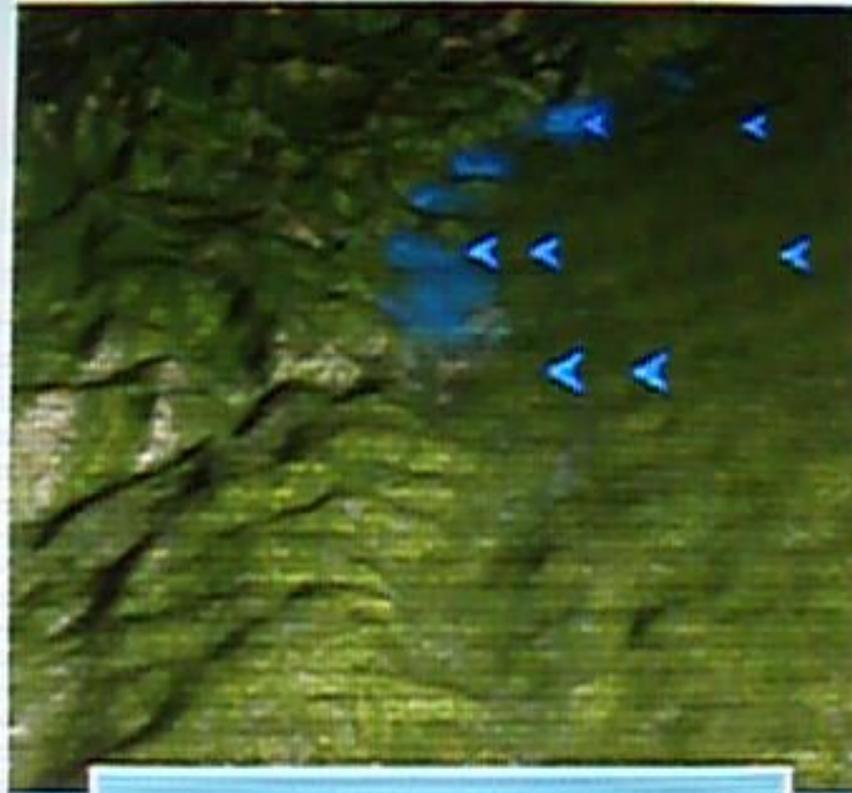
Figura 3.18. Comportamiento del viento en montañas aisladas.

# TOPOGRAFIA Y VIENTO

larrera  
o cerca de la  
sa ancha, como la  
a suficiente de  
e del este y está  
de la presión, de  
añas. En esta  
n coherentes con  
el gradiente de

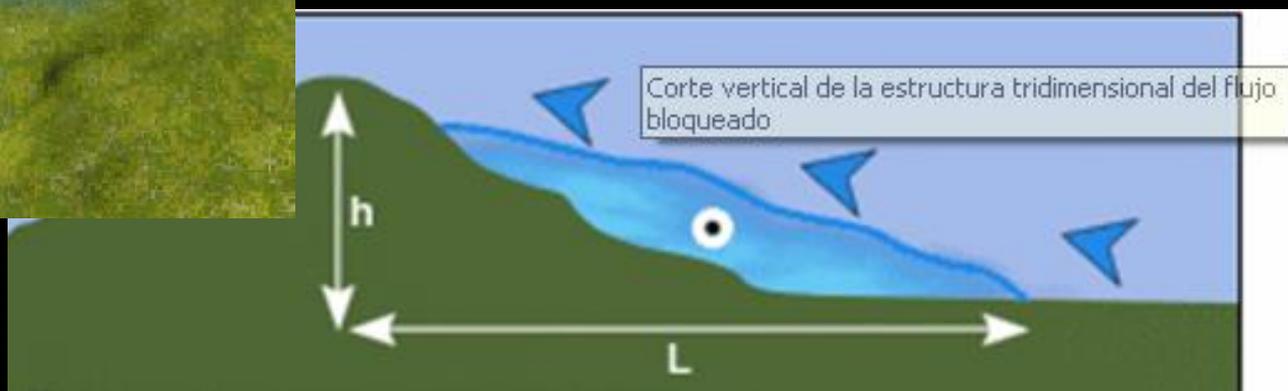
mas cerca de las  
a subir, de modo  
e hacer contra la  
sminución de la  
que deja de ser  
de presión. Por  
a presión cerca

nte arriba, algo  
considerar lo que  
e acerca a la  
te arriba comienza



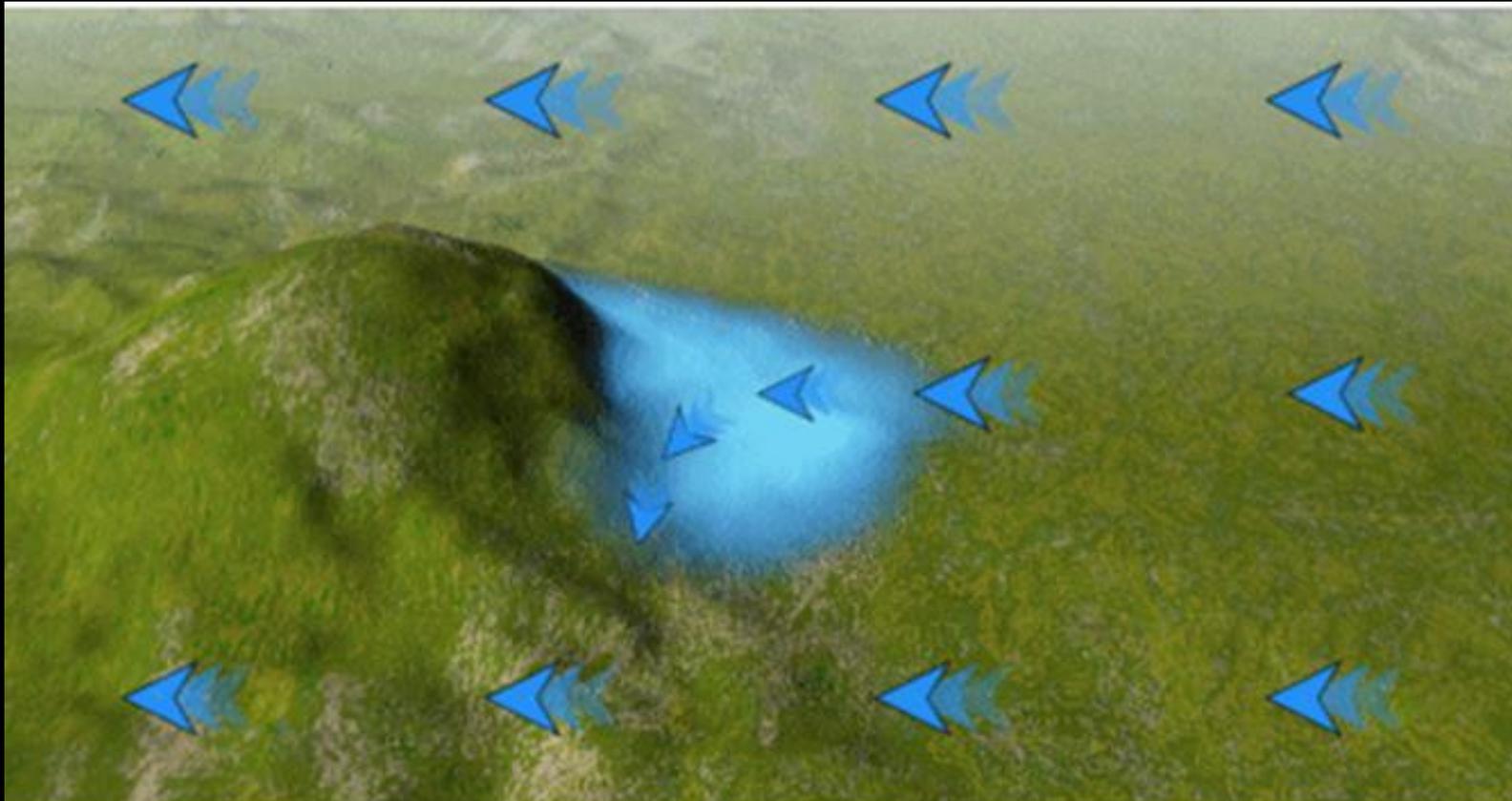
# TOPOGRAFIA Y VIENTO

## Bloqueo

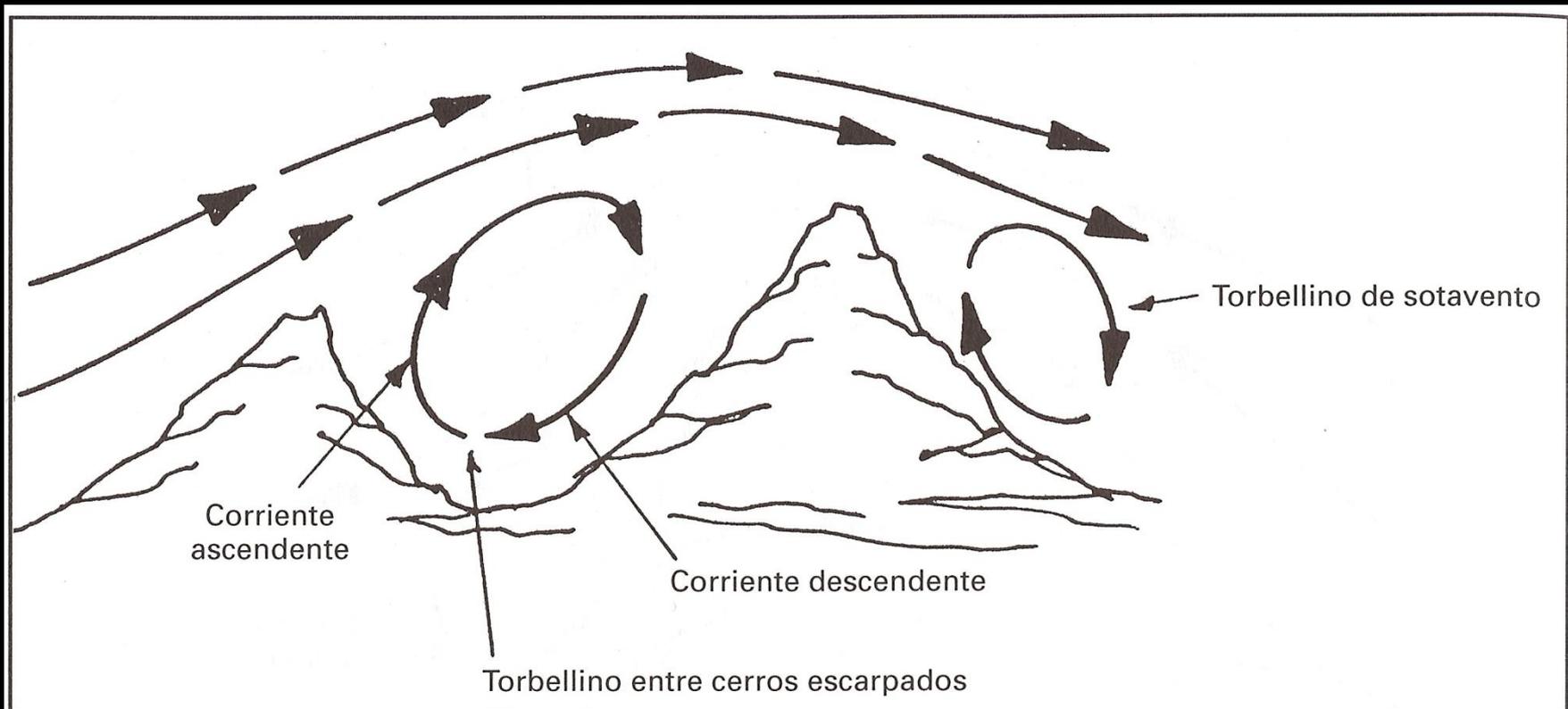


# TOPOGRAFIA Y VIENTO

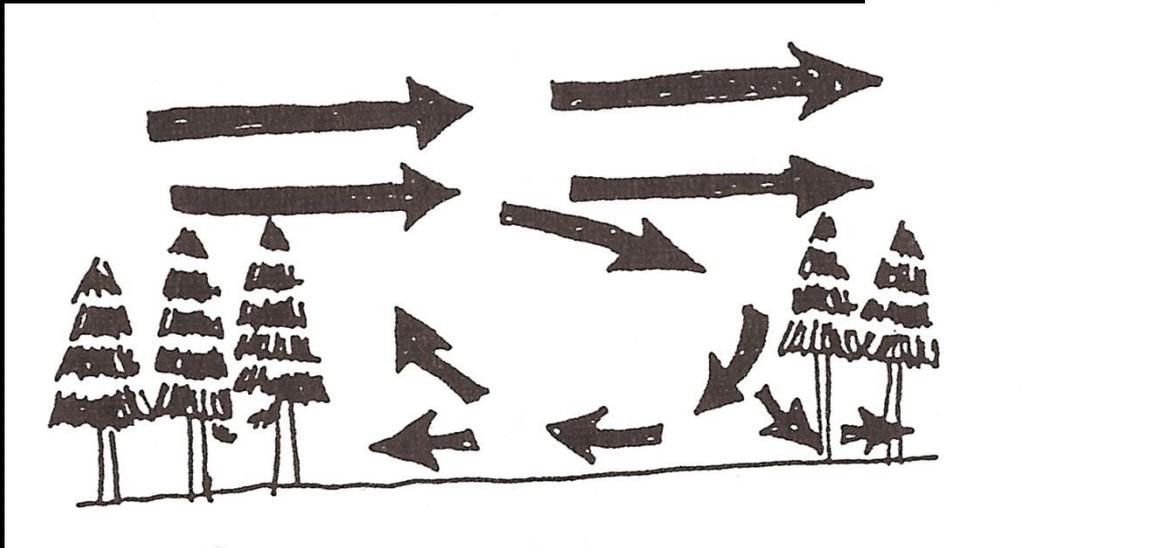
## Montañas aisladas y bloqueo



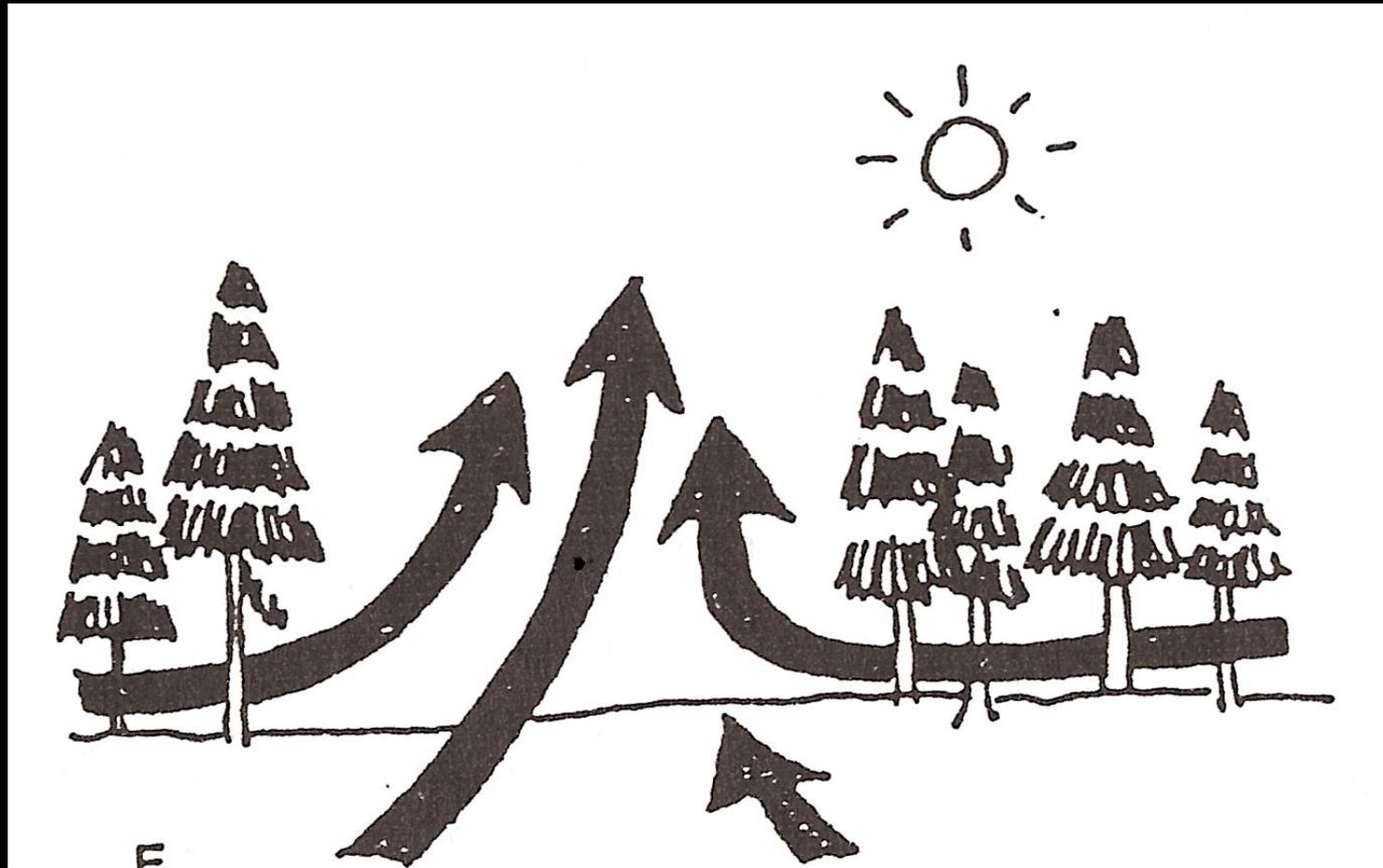
 VIENTOS DE SUPERFICIE



# TOPOGRAFIA Y VIENTO

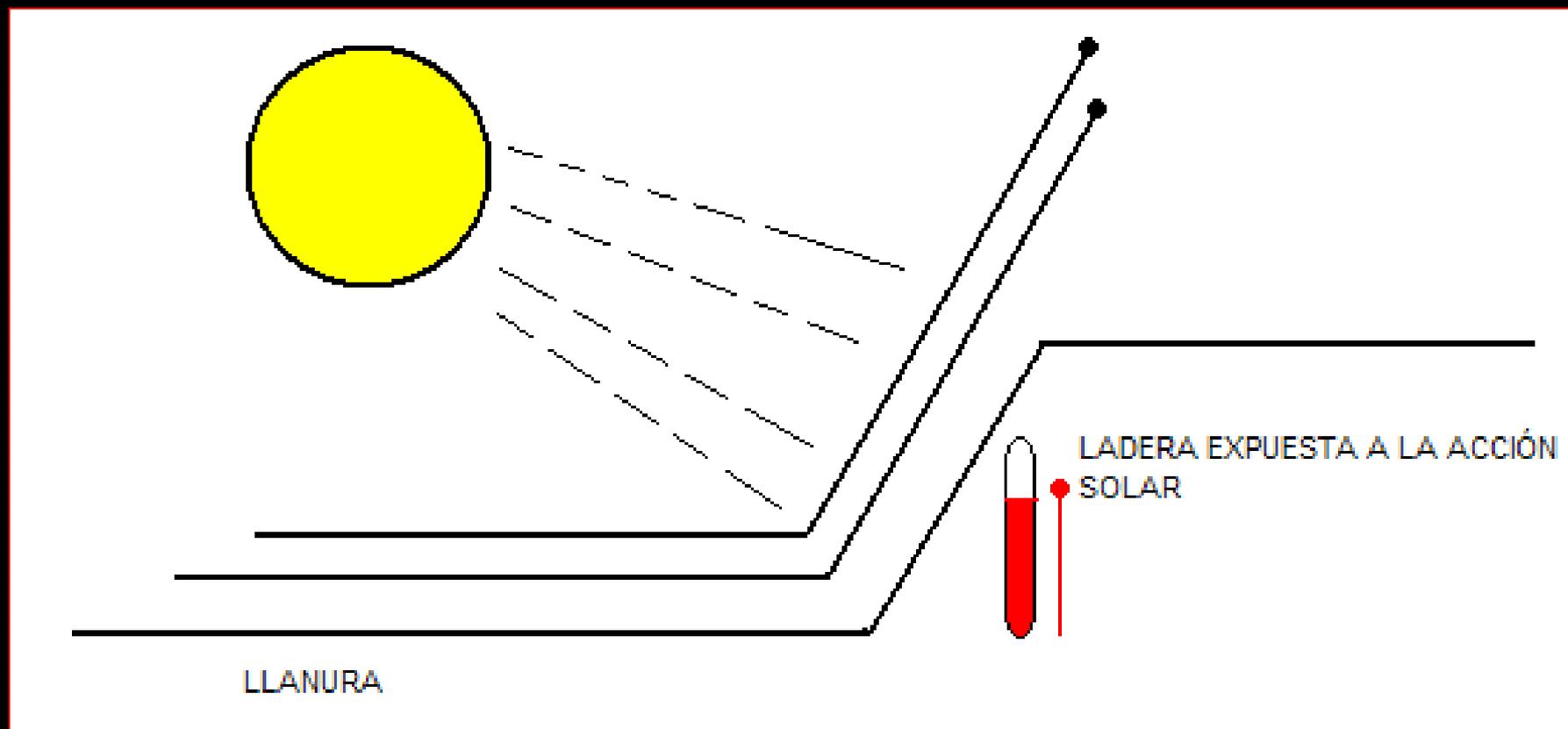


# INSOLACIÓN Y VIENTO



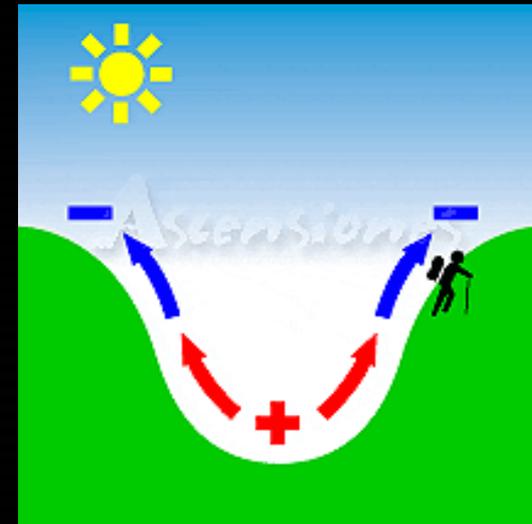
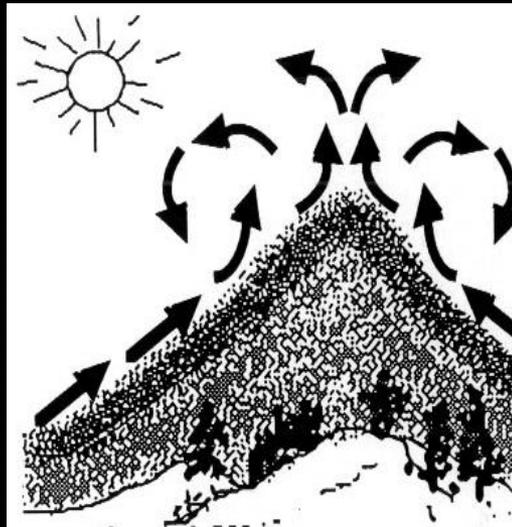


# VIENTOS DE LADERA

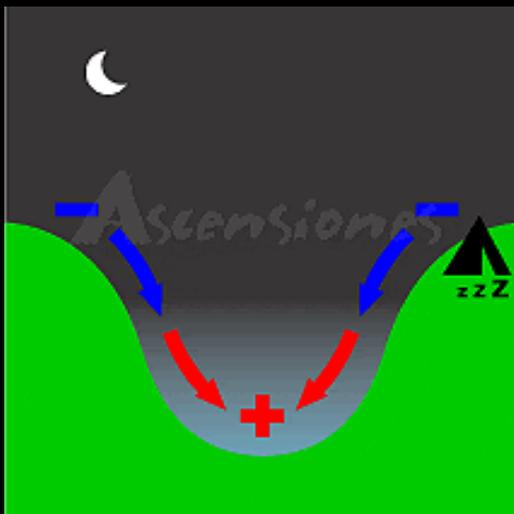


# VIENTOS DE LADERA

**DÍA – Ascendente**



**Noche - Descendente**

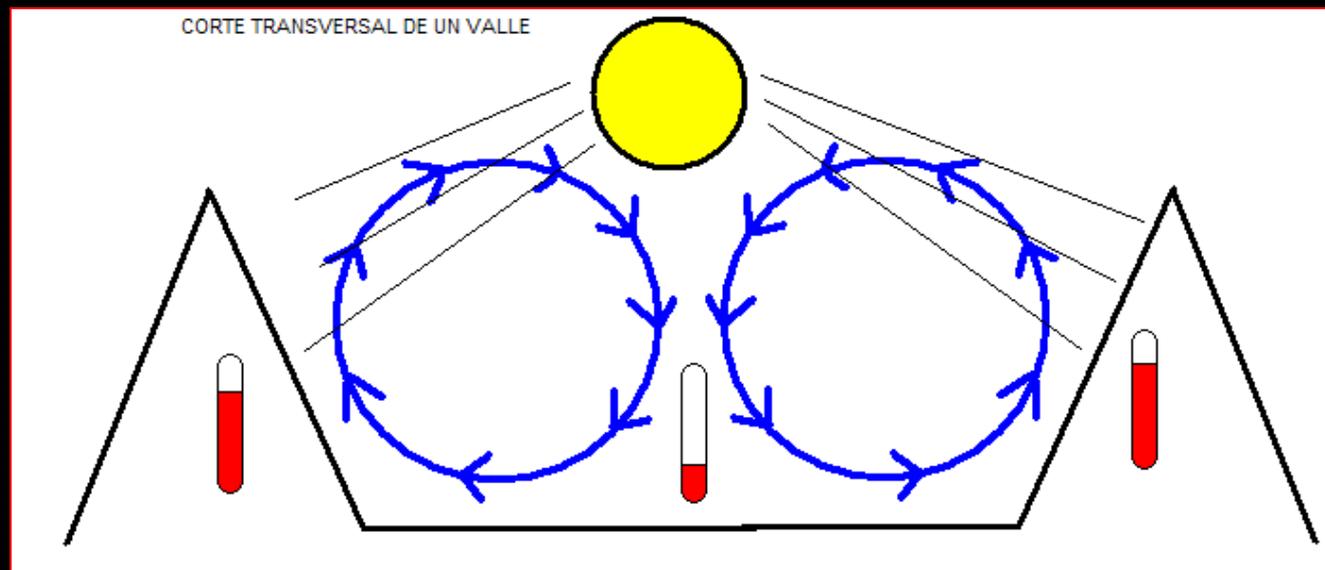


# VIENTOS DE LADERA



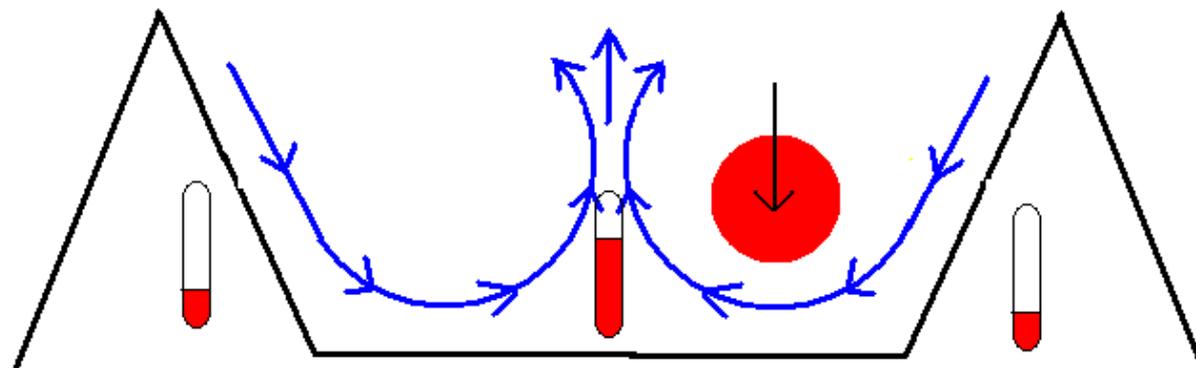
# VIENTOS DE LADERA

## DIA



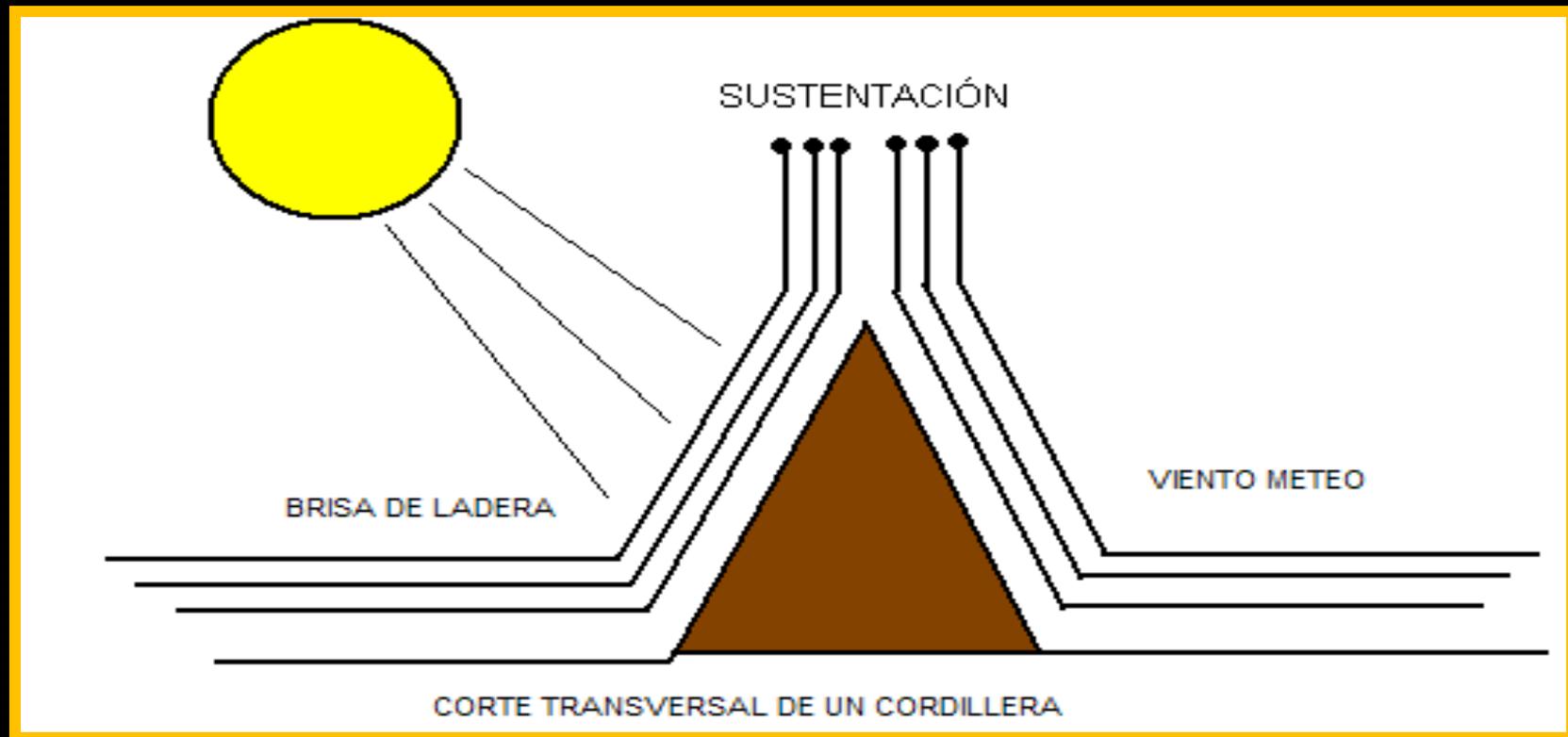
COORTE TRANSVERSAL DE UN VALLE

AL CAER LA TARDE, LA TEMPERATURA DESCIENDE MÁS DEPRISA EN LAS LADERAS QUE EN EL CENTRO DEL VALLE Y LA SITUACIÓN SE INVIERTE



## NOCHE

# VIENTOS DE LADERA



# VIENTOS DE VALLE



Cambio de día/noche

Cursos 2010

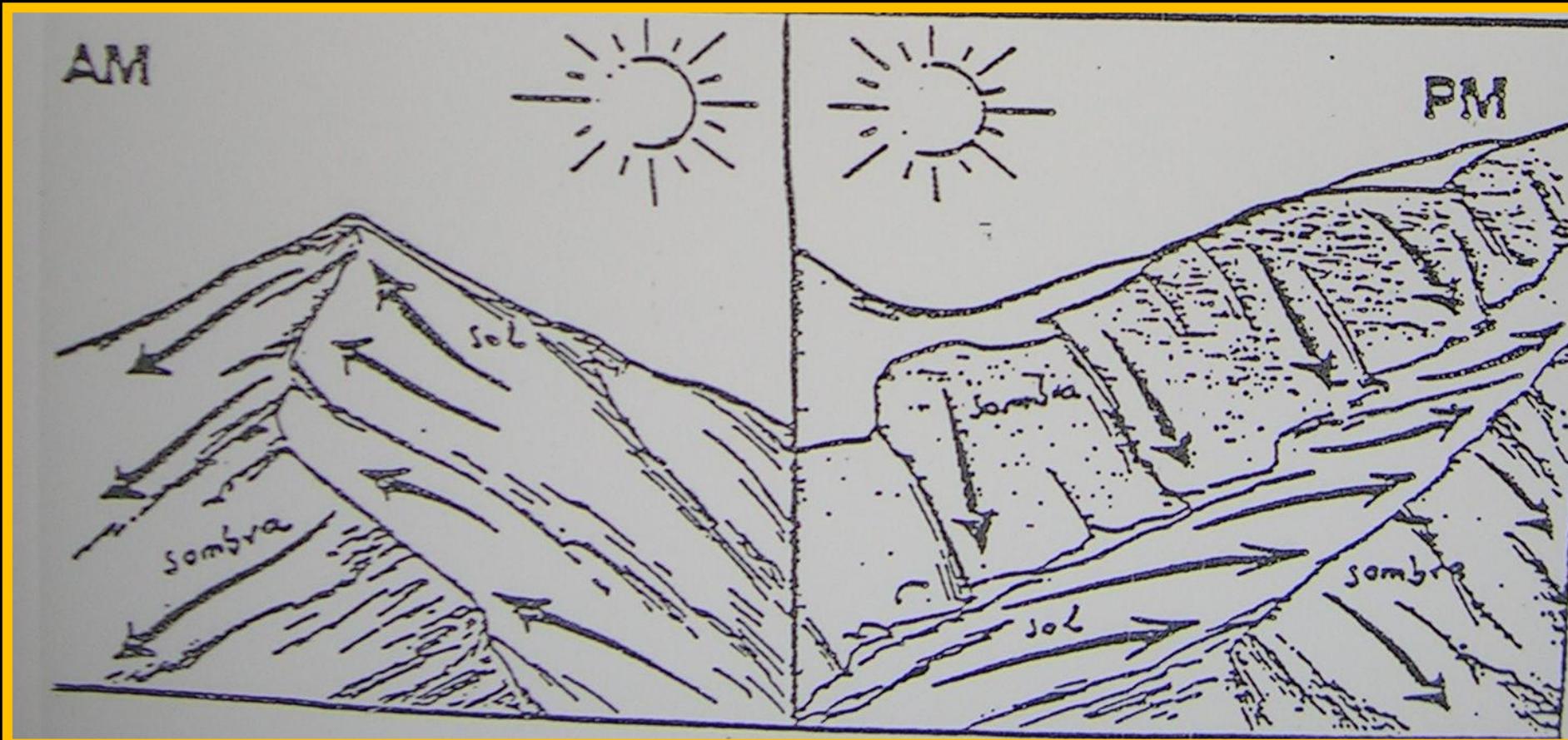


## Vientos descendentes de valle

# VIENTOS DE VALLE



# VIENTOS DE VALLE

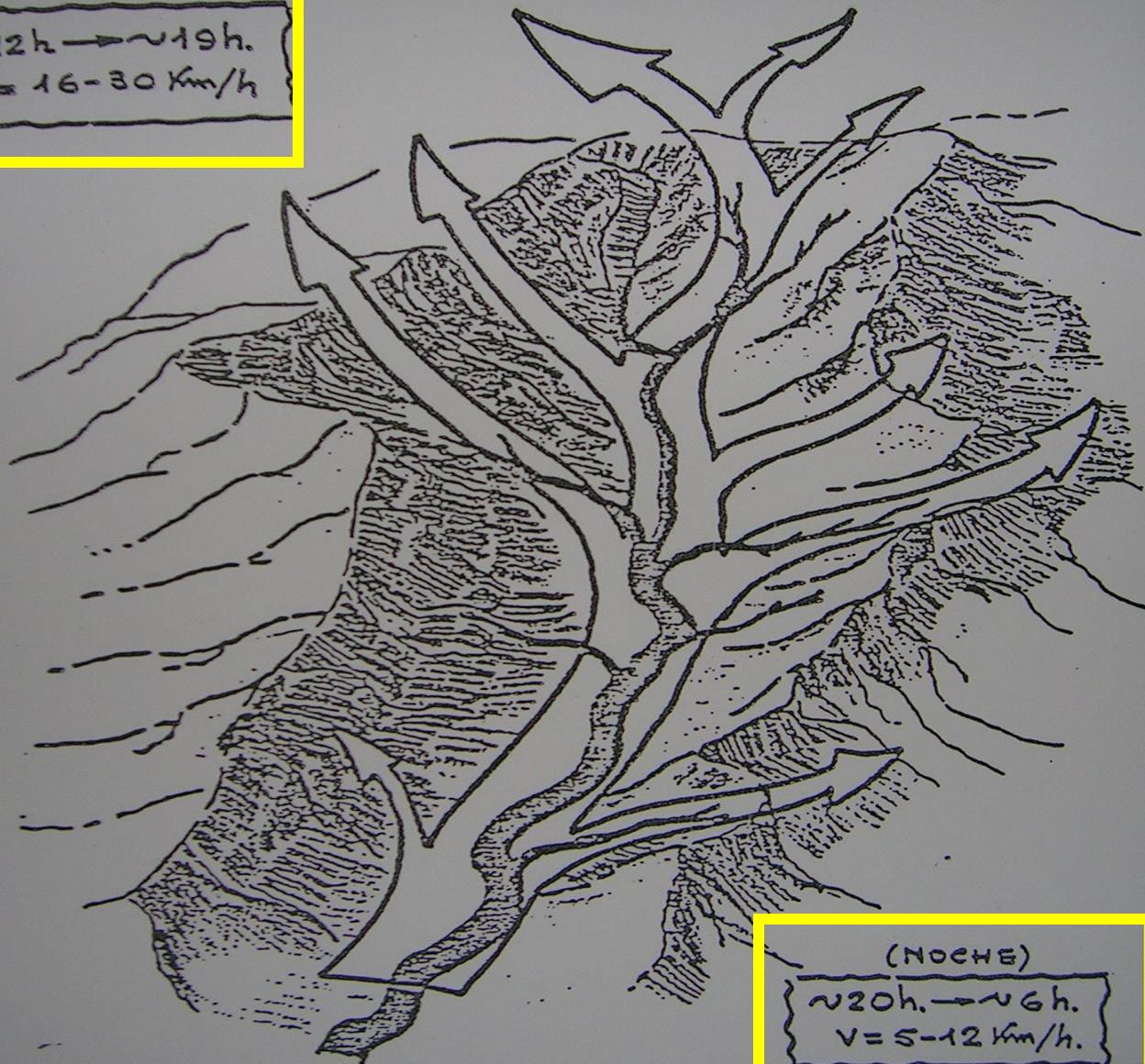


Cambia la orientación después del  
medio día

Cursos 2010

# VIENTO DE VALLE (Día)

~12h → ~19h.  
v = 16-30 Km/h



(NOCHE)

~20h → ~6h.  
v = 5-12 Km/h.

# VIENTOS DE VALLE

## Vientos de valle y de ladera

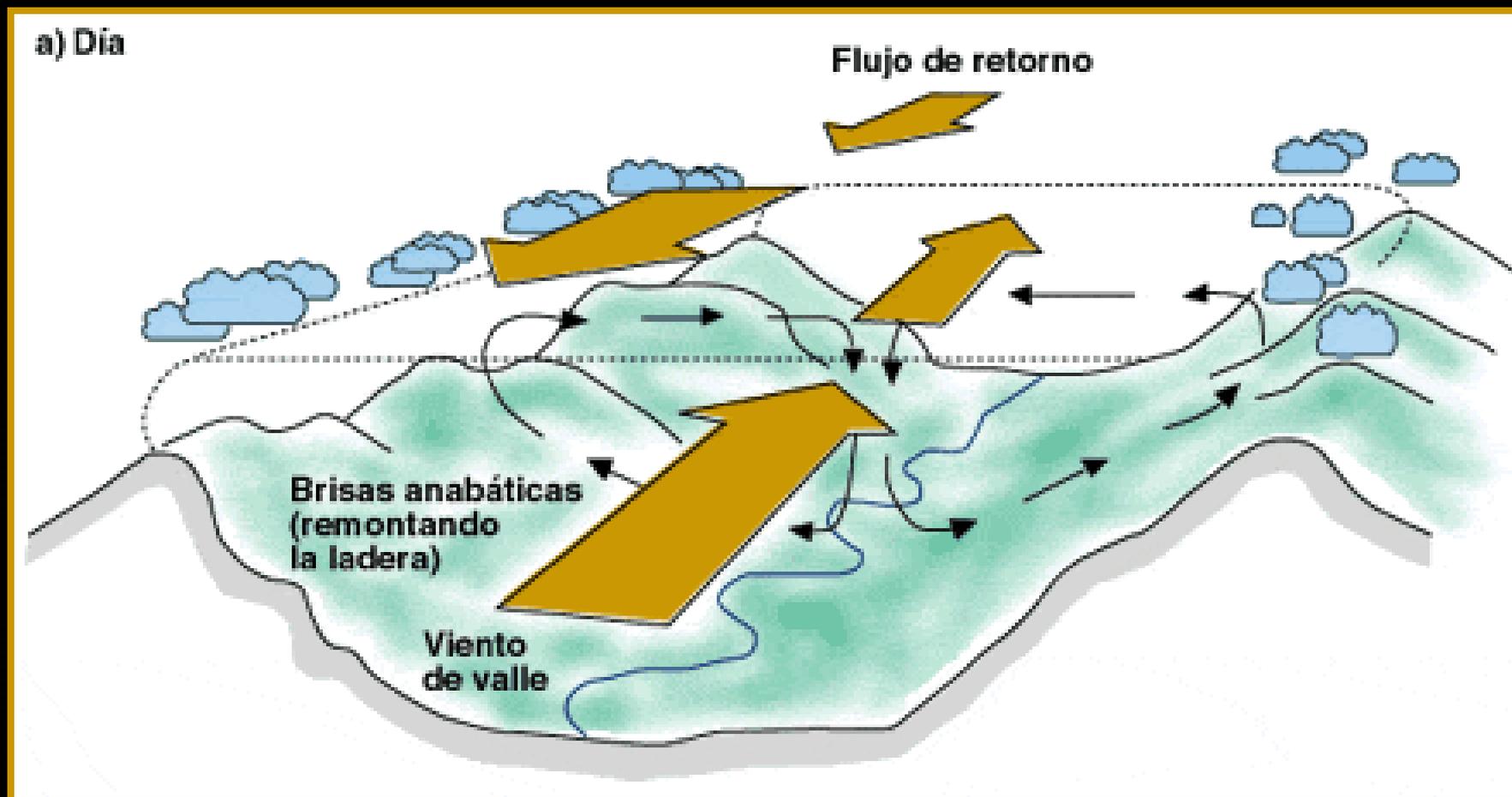
De día



De noche

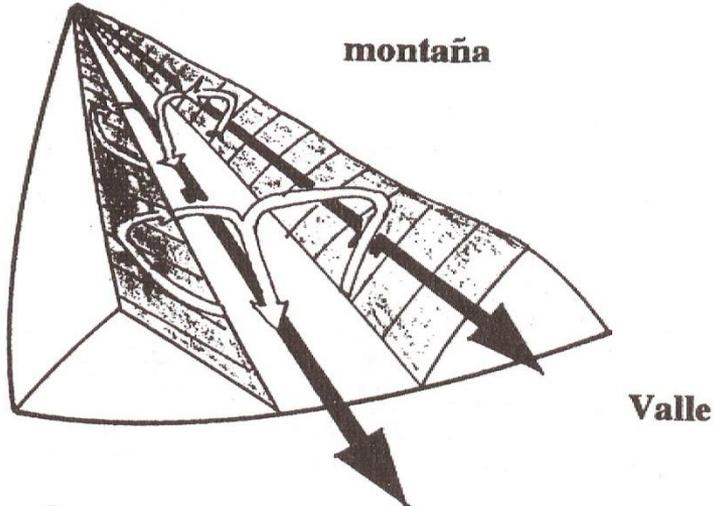


# VIENTOS DE VALLE

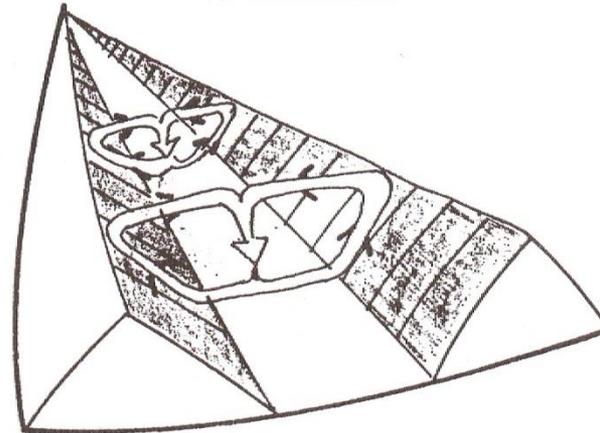


# VIENTOS DE VALLE

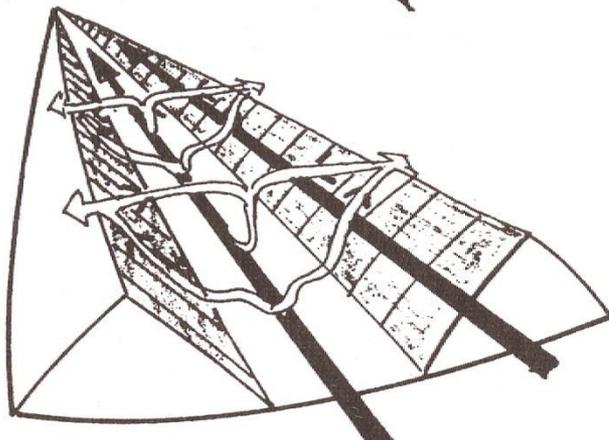
A la salida del sol



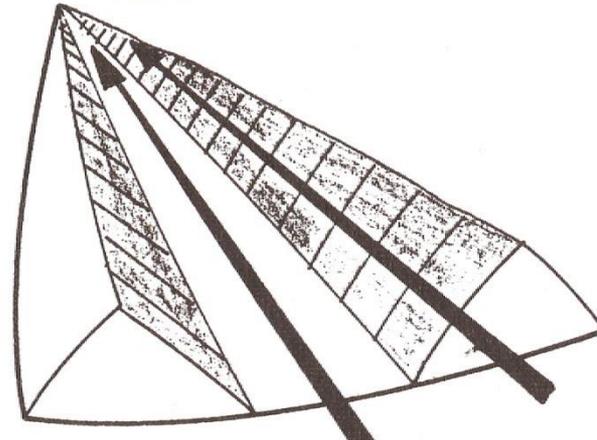
Por la mañana



Mediodía

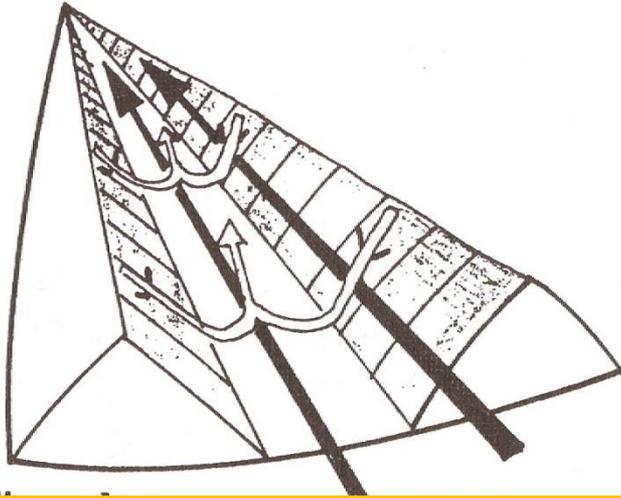


Tarde

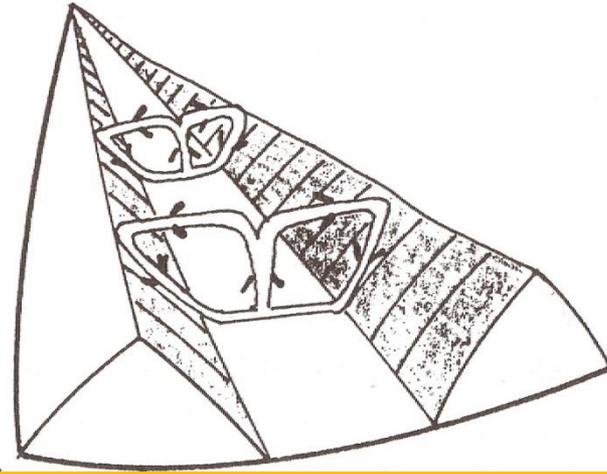


# VIENTOS DE VALLE

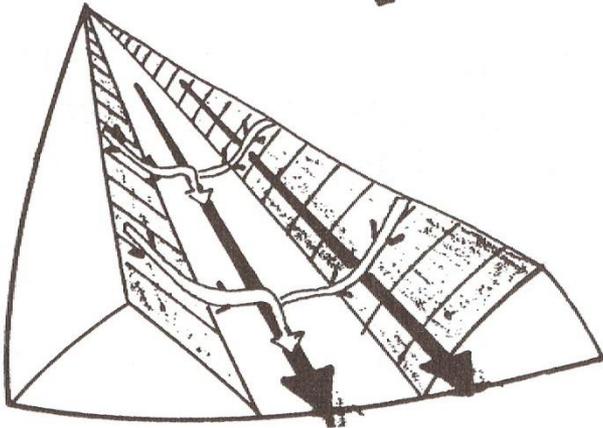
Anochecer



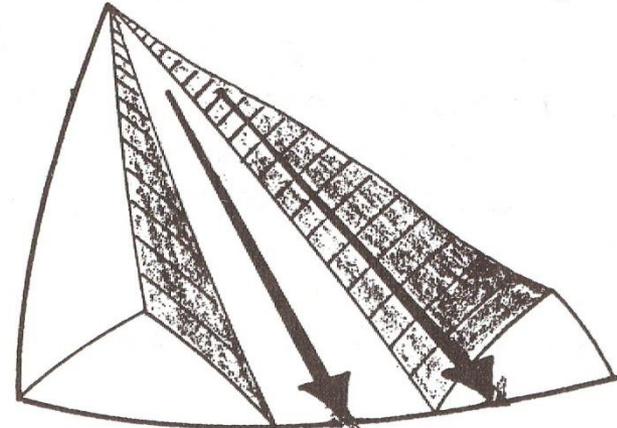
Primeras horas de la noche



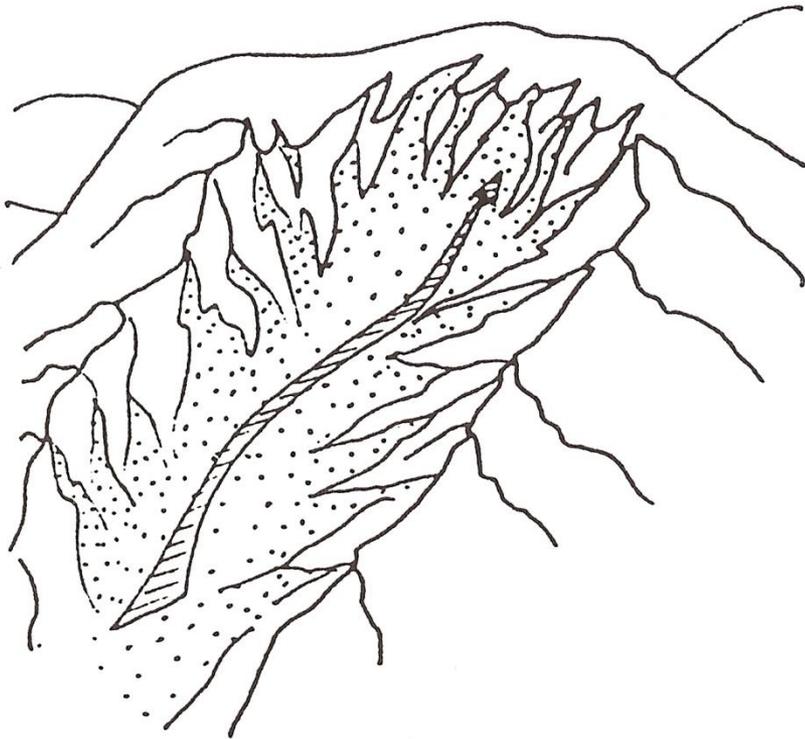
Media noche



Horas avanzadas de la noche y madrugada



# VIENTOS DE VALLE

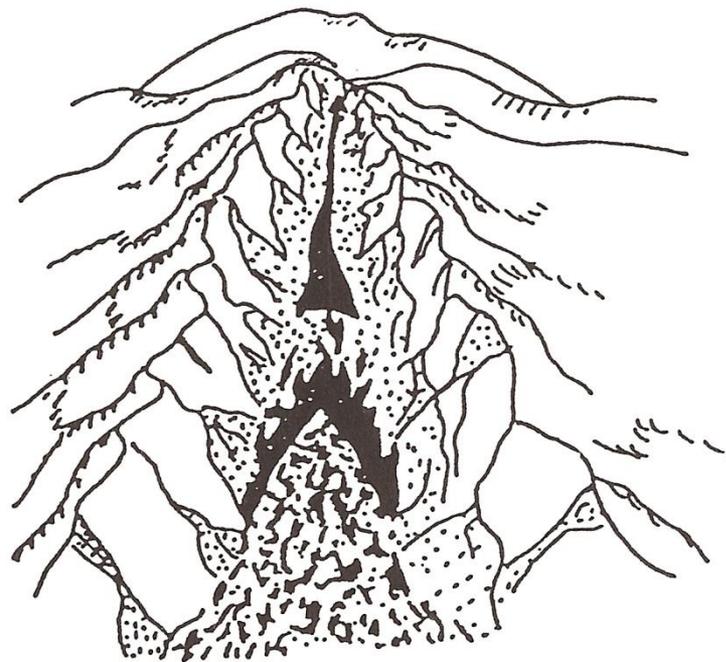


Cañón amplio



Cañón estrecho

# VIENTOS DE VALLE



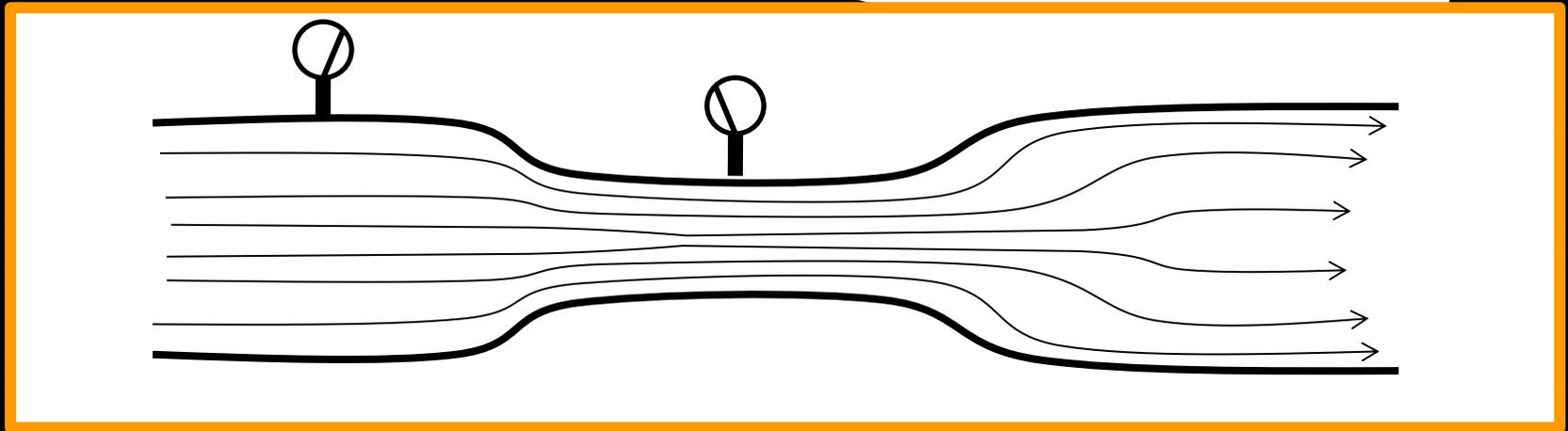
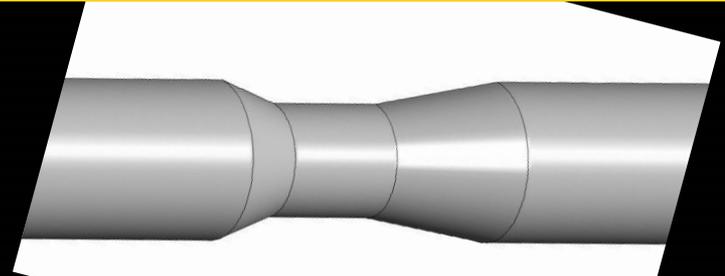
Chimenea

Figura 52. Efecto de las cañadas en el movimiento del aire (Adaptada de Clayton et al.,1987).



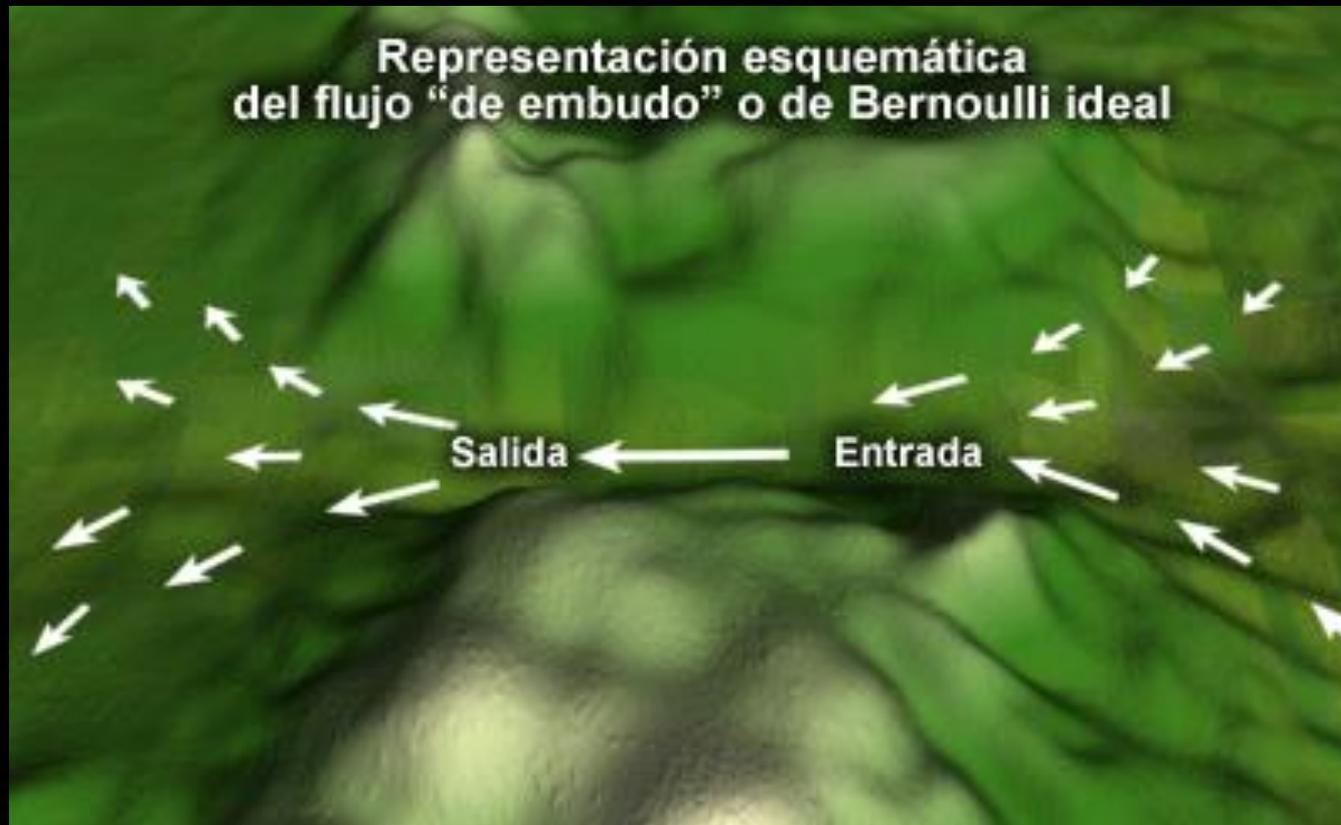
# EFECTO VENTURI o de embudo

Teorema de Bernuilli.



**+ Velocidad → - Presión**

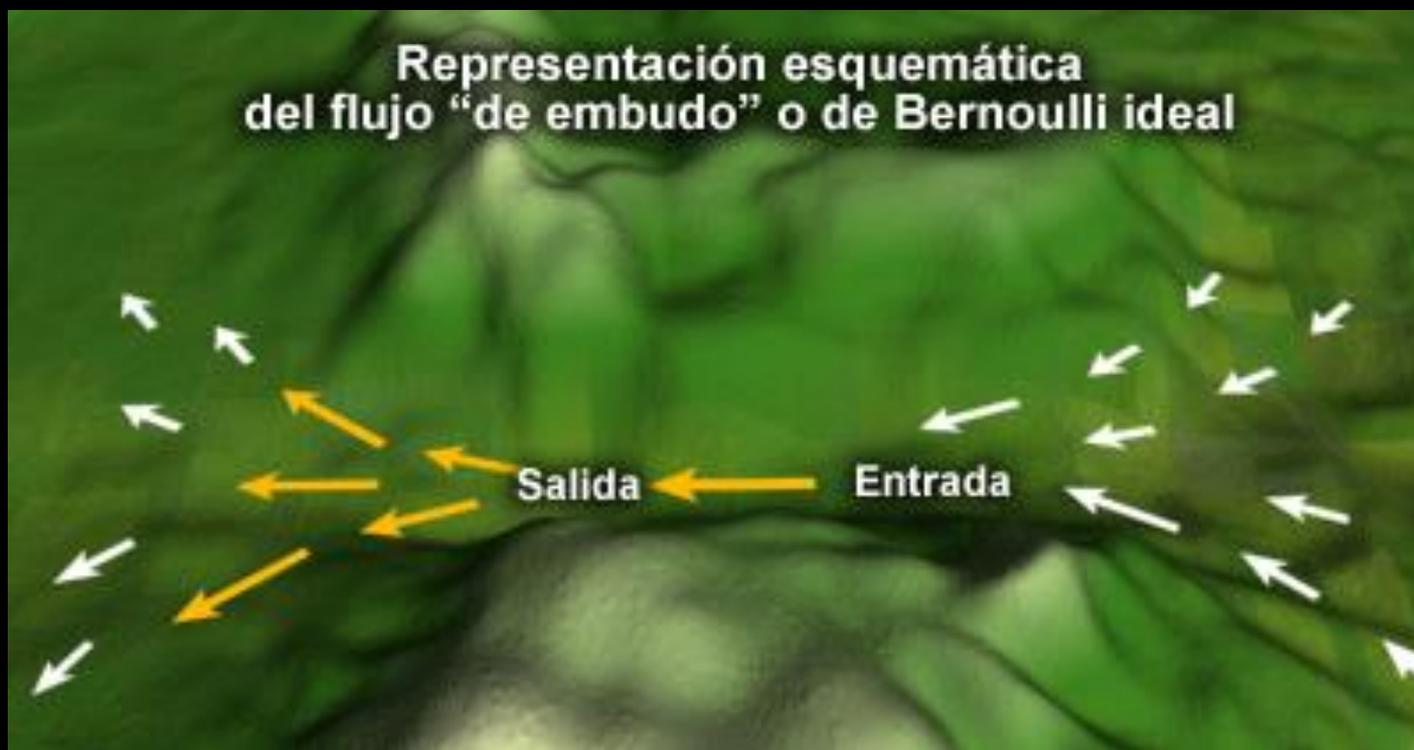
Esta figura presenta la situación de un flujo relativamente débil que se aproxima a la entrada del paso desde el este. Debido a la conservación de masa, a medida que el aire fluye por la angostura, debe acelerar, produciendo los vientos más intensos en el punto más estrecho



El **principio de Bernoulli** indica que la presión más baja debería producirse en la zona de estrangulamiento, y que **el aire debería acelerar de la zona de presión alta a la de presión baja en el este de la angostura** y desacelerar corriente abajo de la zona de estrangulamiento a medida que atraviesa de la baja a la alta presión.

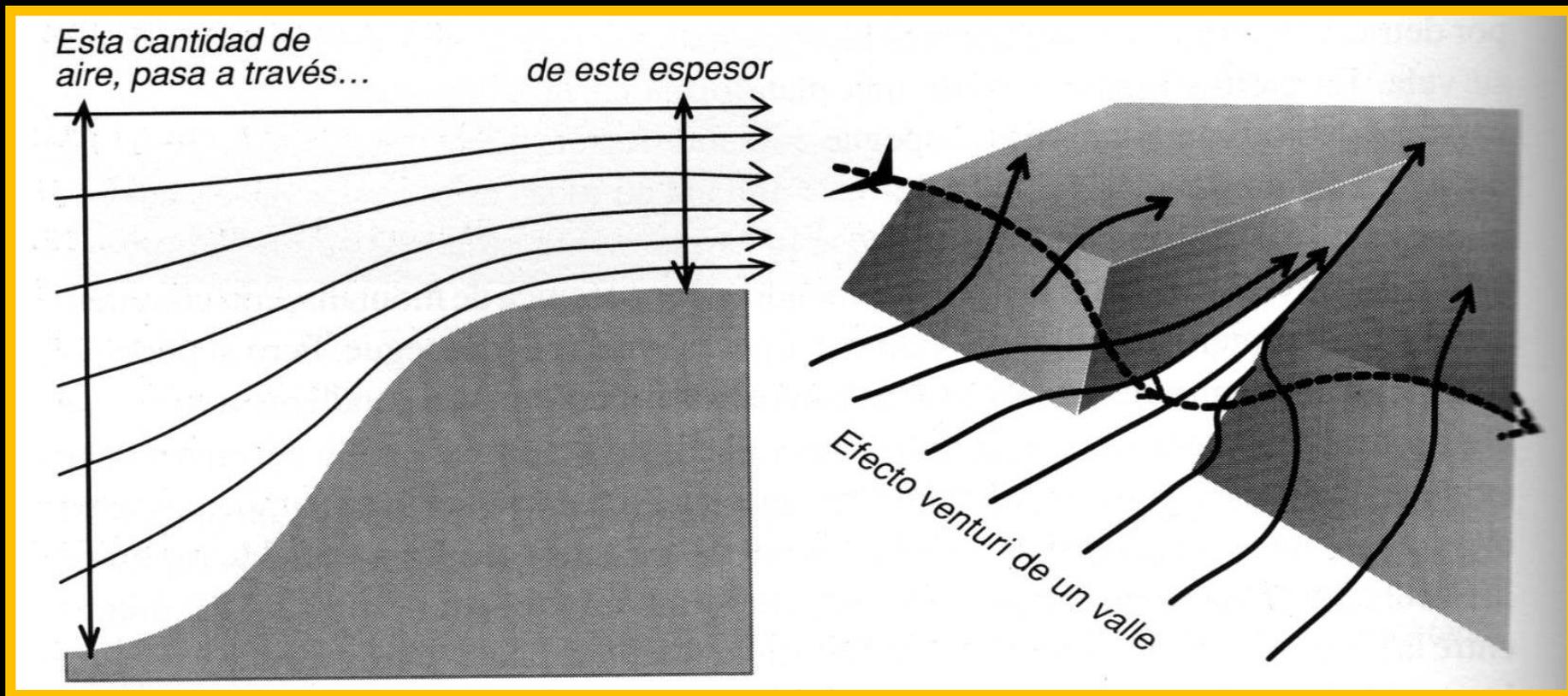


Aunque físicamente es plausible, **el mecanismo de Venturi no parece coincidir con la mayoría de las situaciones reales de viento canalizado**, en las cuales los vientos más intensos suelen producirse en la región de salida de la canalización, y no en la sección más angosta del estrangulamiento



Aunque a menudo el efecto Venturi no es el mecanismo predominante en canalizaciones de mesoescala de 10 a 100 km de ancho, puede ser un factor muy importante en pasos de pequeña escala,. Estas canalizaciones de pequeña escala típicamente son del orden de unos pocos kilómetros de longitud o menos.



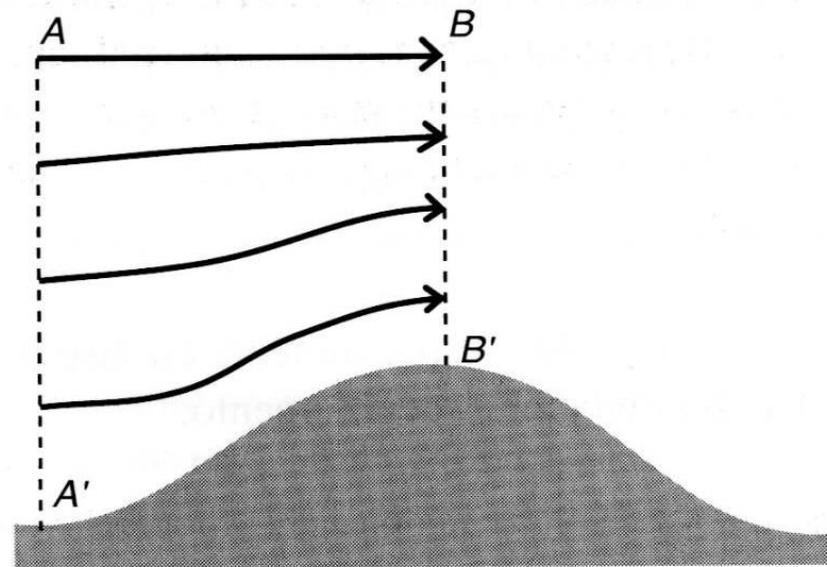


La velocidad del viento crece bajo el Efecto Venturi

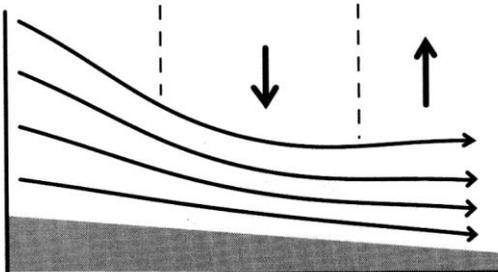
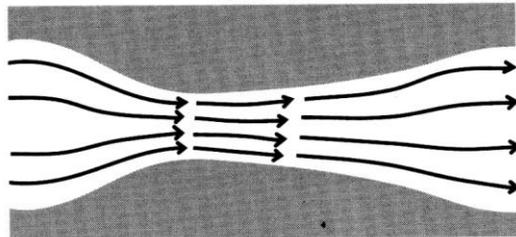
## Efecto Venturi sobre la cresta de una ladera:

El caudal que circula entre A y A' debe ser el mismo que pasa entre B y B'.

En consecuencia, las moléculas deben acelerar.

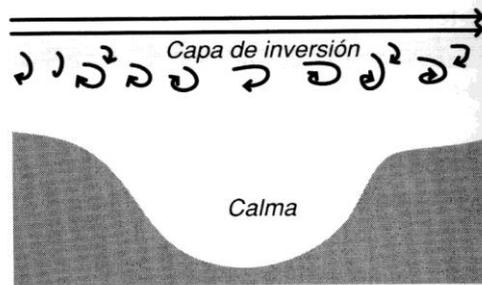
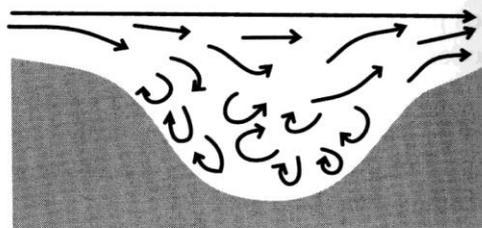


Efecto Venturi

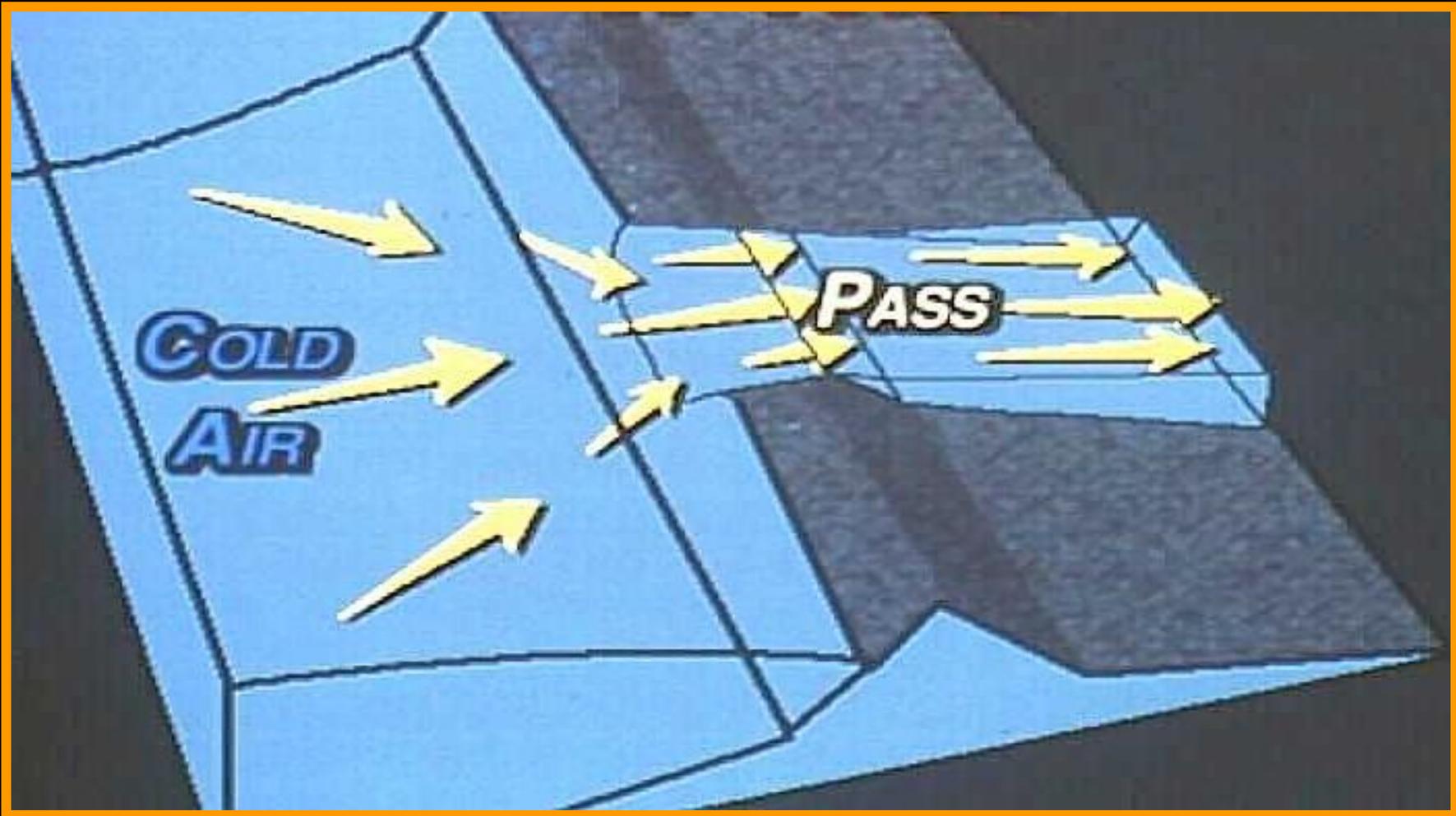


Corte vertical del Venturi: depresión sobre la aceleración

Viento de través en el valle



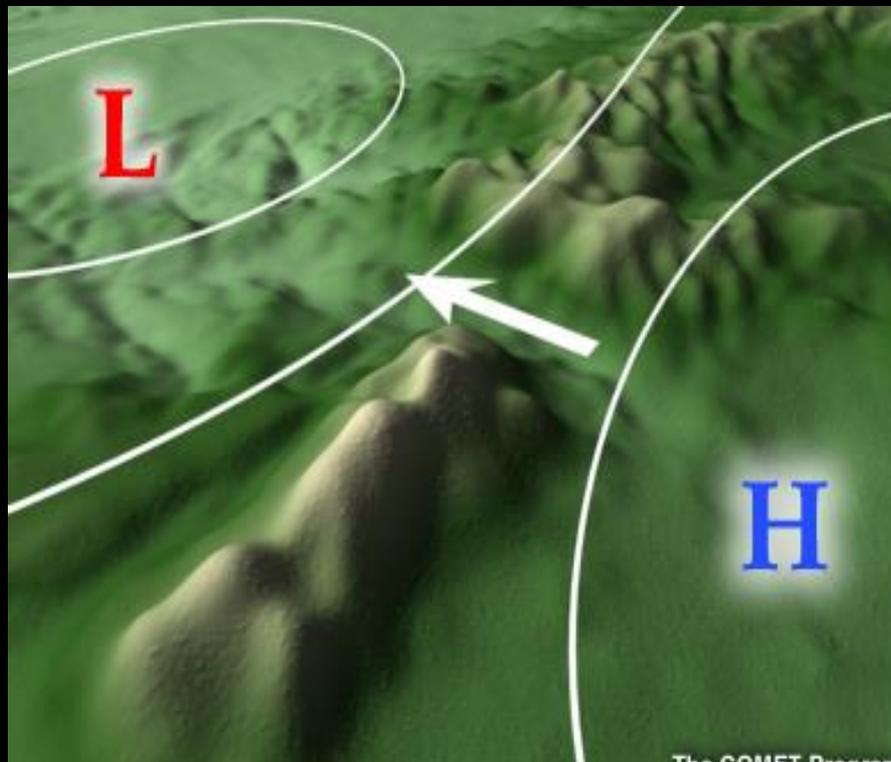
Viento de través protegido por una inversión



# VIENTO CANALIZADO

## Gradientes de presión de escala sinóptica

Si hay un anticiclón en un lado de una canalización y en el otro lado se acerca o se desarrolla una depresión o un ciclón, puede producirse un fuerte gradiente de presión a través de la canalización.



Independientemente de su origen, los gradientes de presión de escala sinóptica a través de una canalización **tienden a generar los vientos más intensos en la región de salida,**

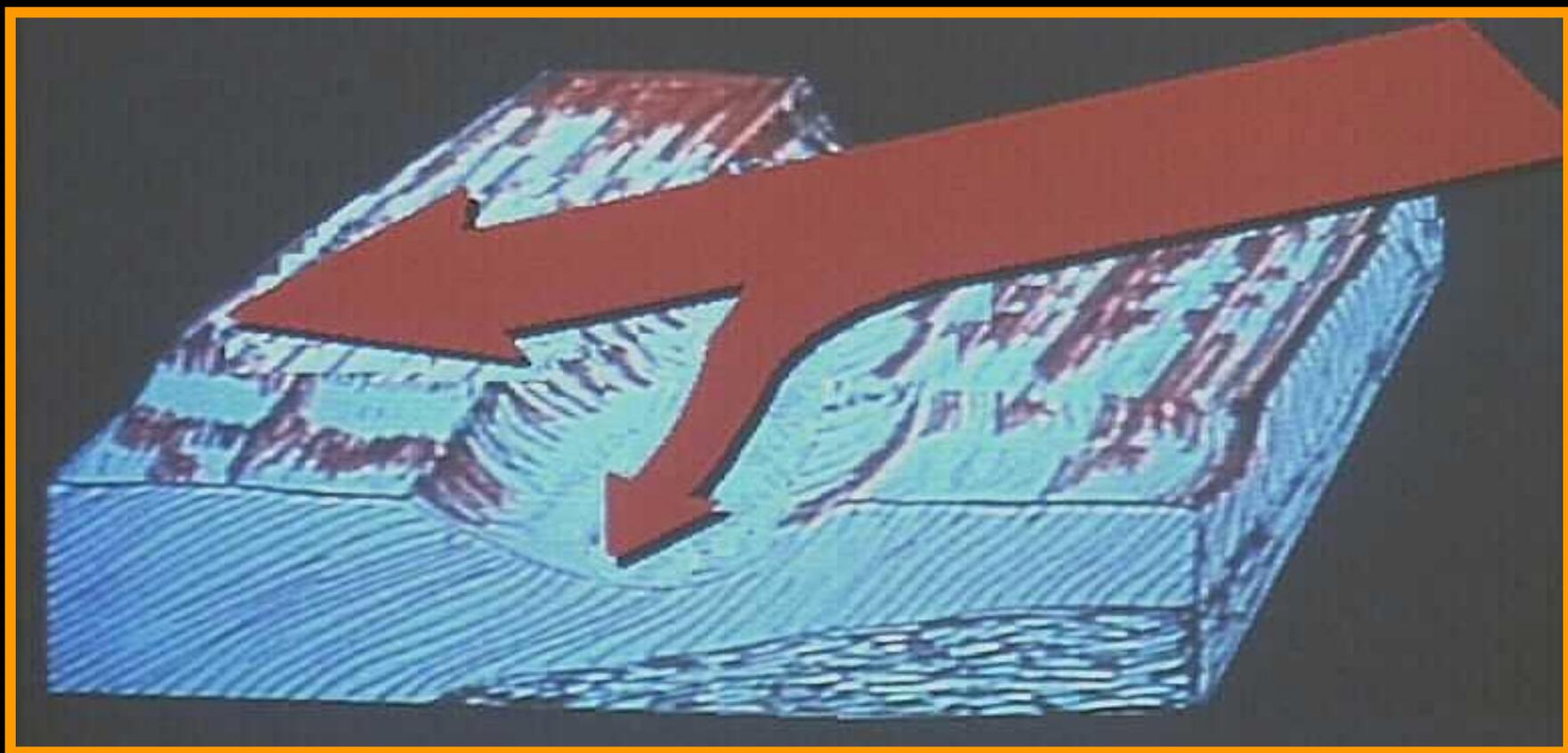
# VIENTO CANALIZADO

## Canalizaciones con pendientes o en pasos de montaña

En la mayoría de las barreras montañosas también existen **canalizaciones a mayor altura**, como pasos y barrancos, muchas de las cuales presentan **cambios sustanciales de elevación**. Dadas las condiciones adecuadas, **los vientos pueden acelerar cuesta abajo en el lado de sotavento de la barrera montañosa**, y la intensidad y ubicación de estos vientos de ladera descendentes se ven fuertemente afectadas por las aberturas o canalizaciones en la barrera. Por lo tanto, a la hora de pronosticar estos vientos es importante tener cierto grado de comprensión de la compleja relación que existe entre los **efectos de canalización y de montaña**.

## Tipos de canalizaciones (pasos, estrechos, etc.)





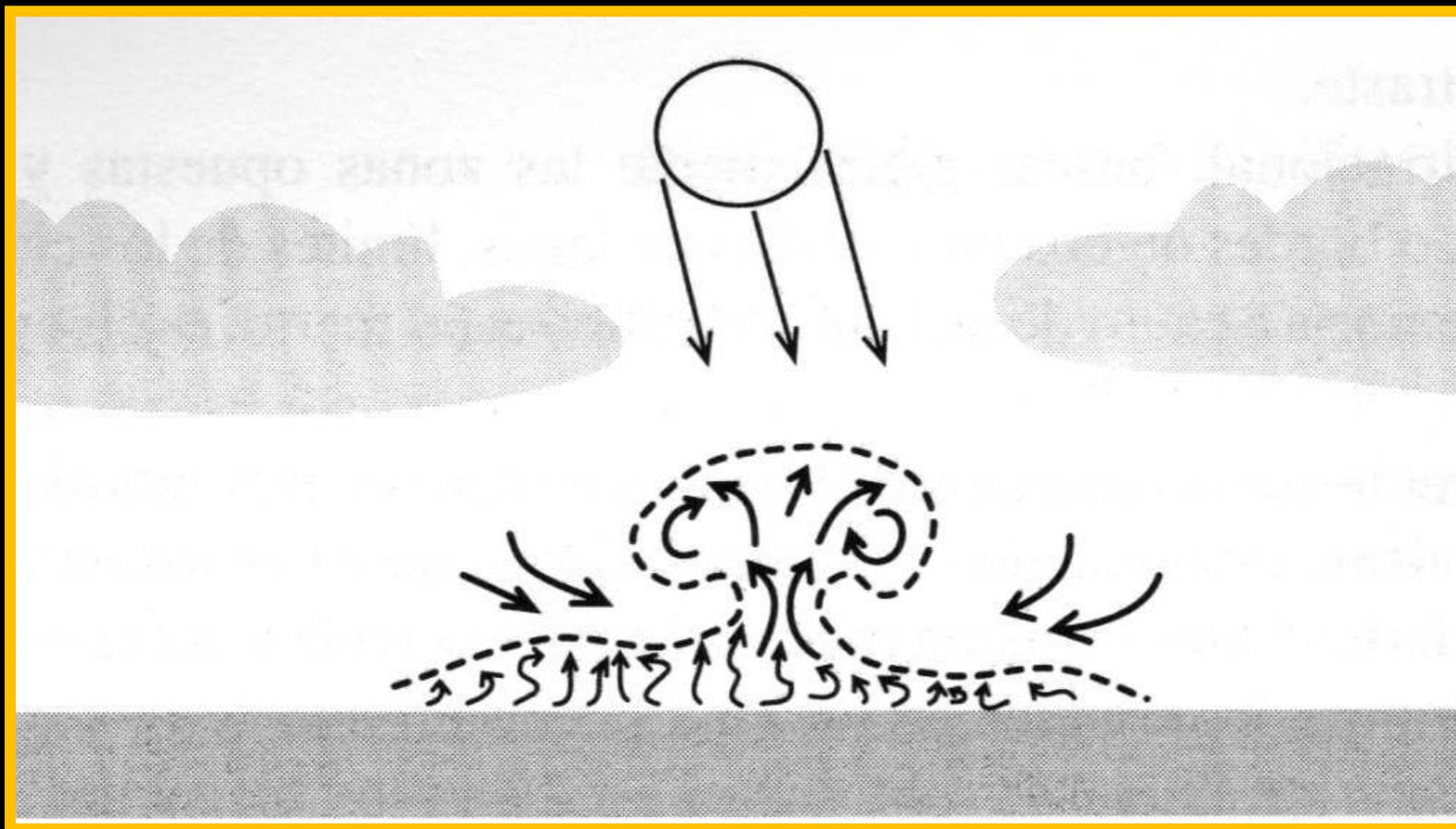
## Canalización de vientos

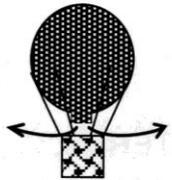
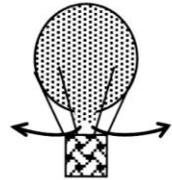
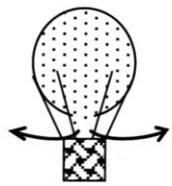


## Remolinos horizontales al salir del valle

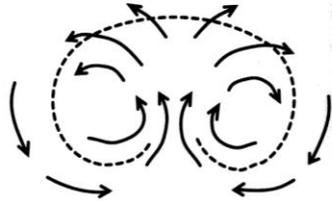
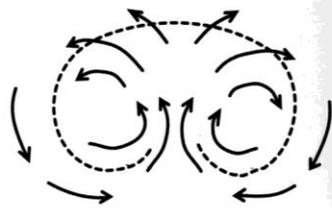


# TERMICAS

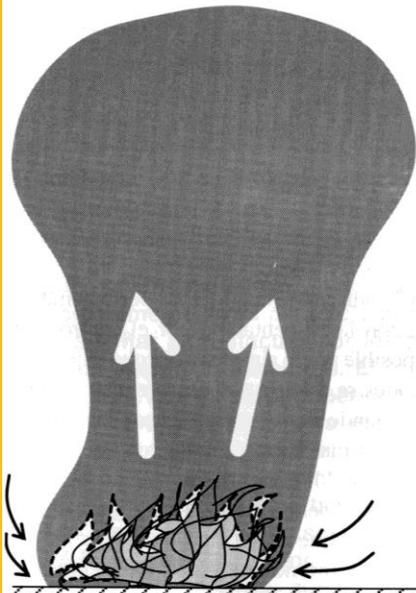
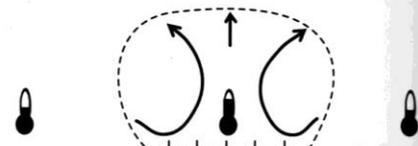




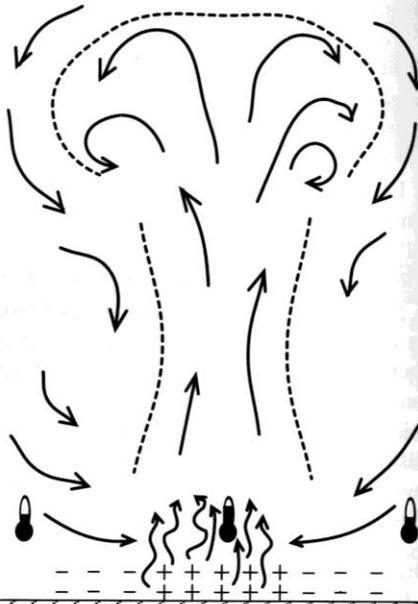
Analogía : el globo.



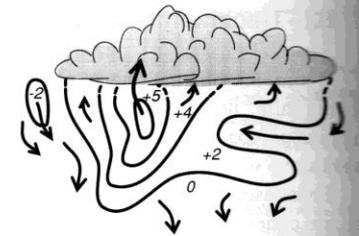
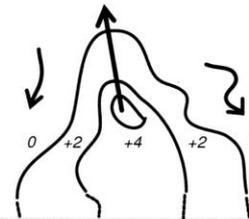
Térmica del tipo burbuja.



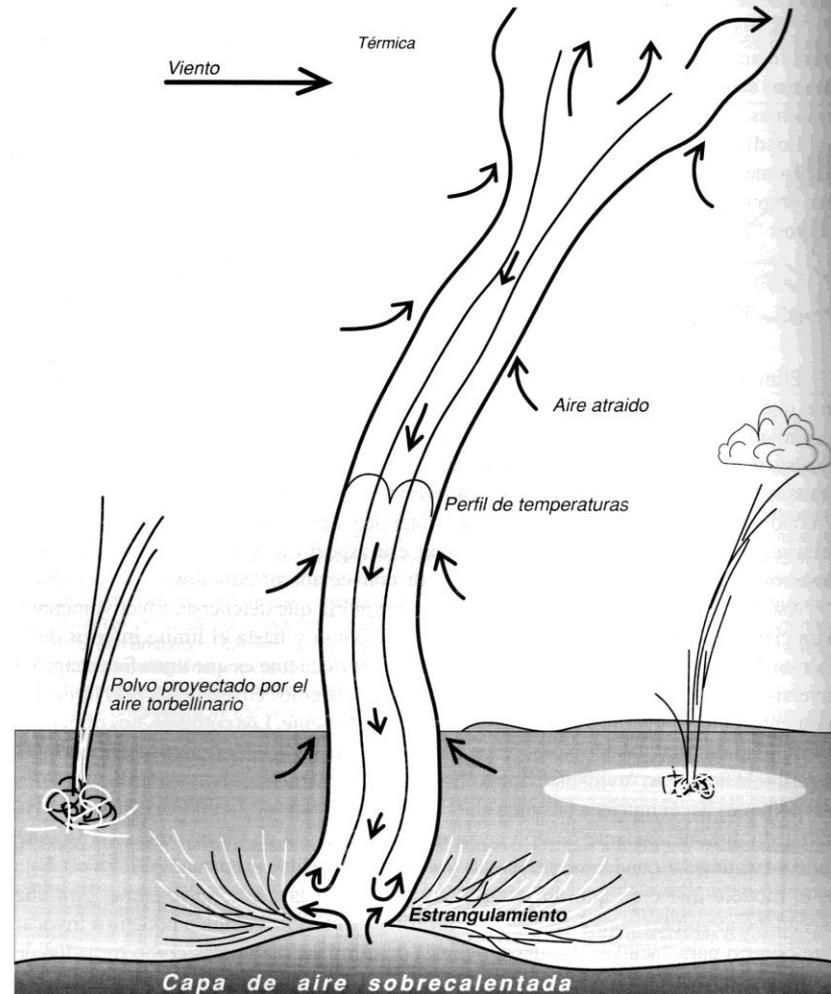
Analogía: el fuego en un campo.



Térmica del tipo columna.

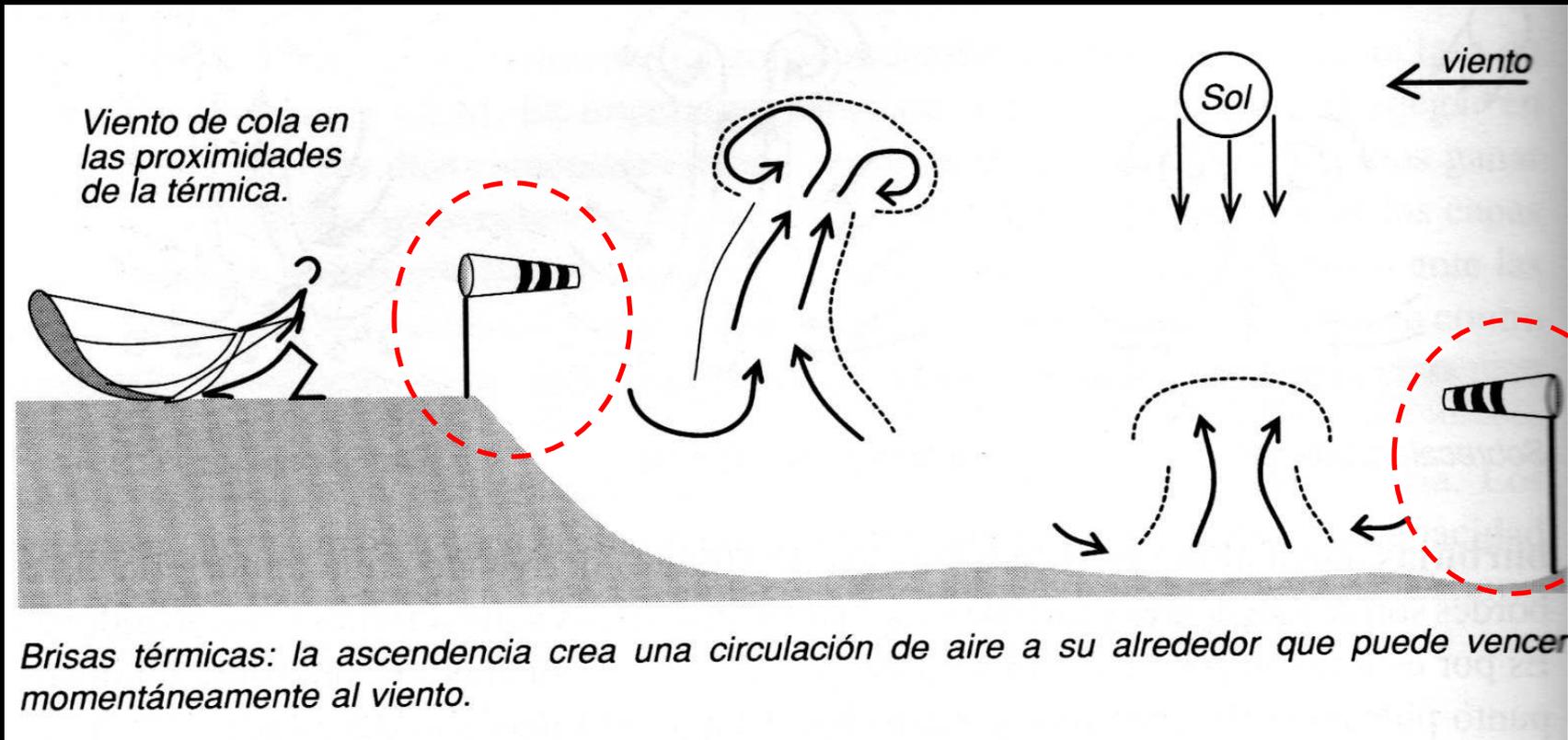


Campo de velocidades verticales bajo un Cúmulo, expresado en m/s y medidos en planeador.  
(De Triplet & Roche)

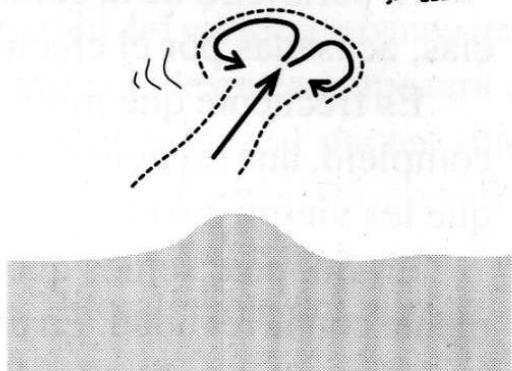
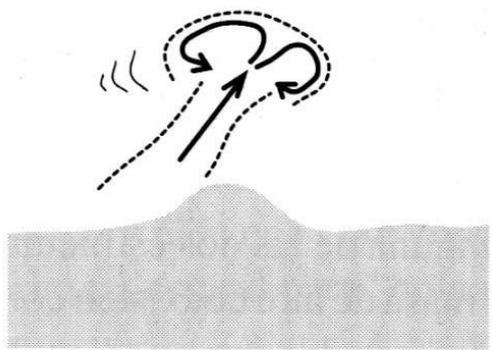
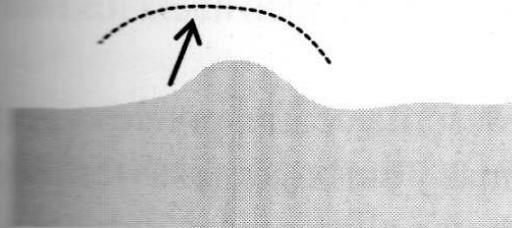
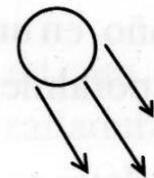
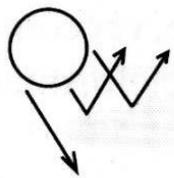


Capa de aire sobrecalentada

# TERMICAS



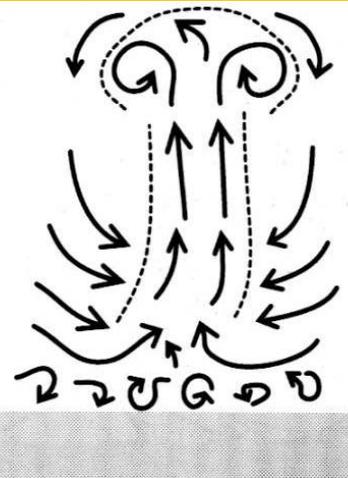
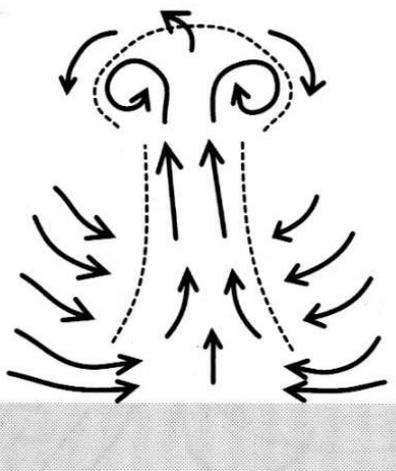
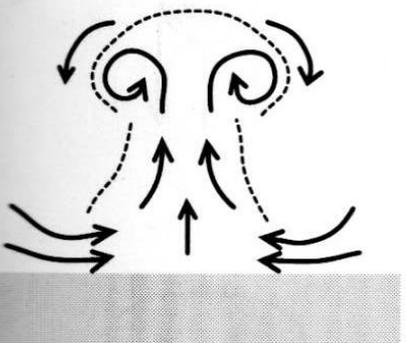
Sol



Sobrecalentamiento

Al paso de una nube, la burbuja se dispersa

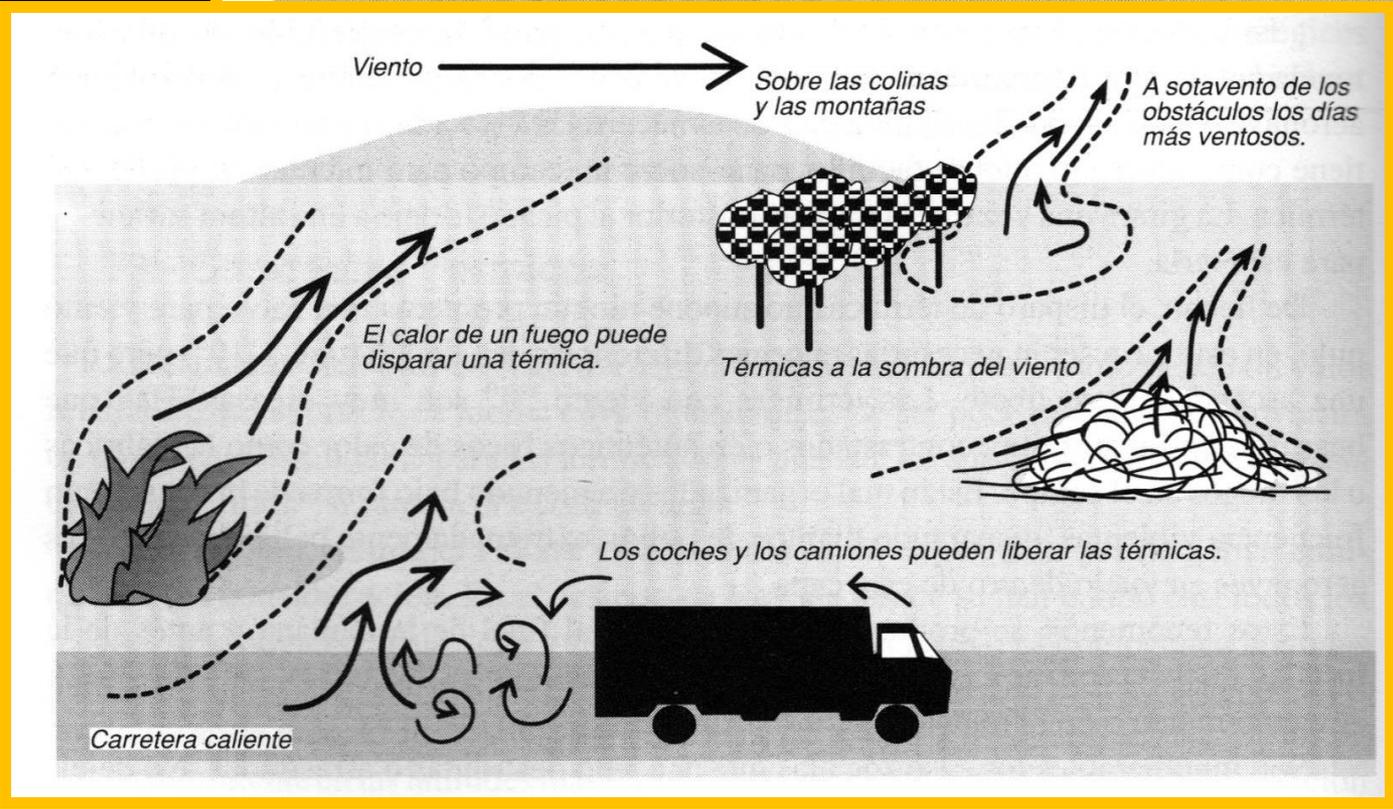
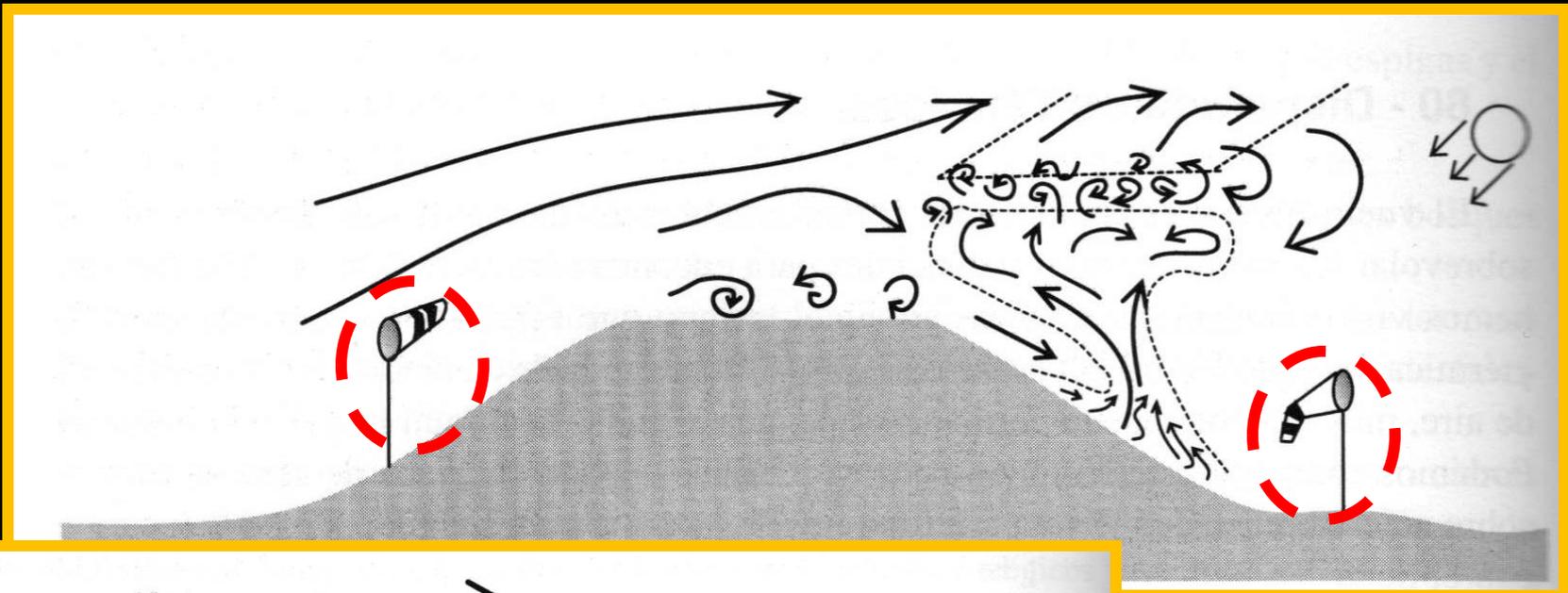
La burbuja ya ha partido, mientras tanto se forma otra.



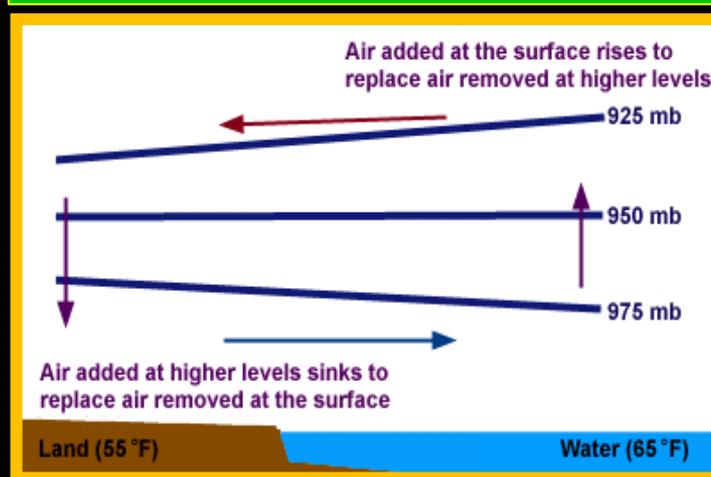
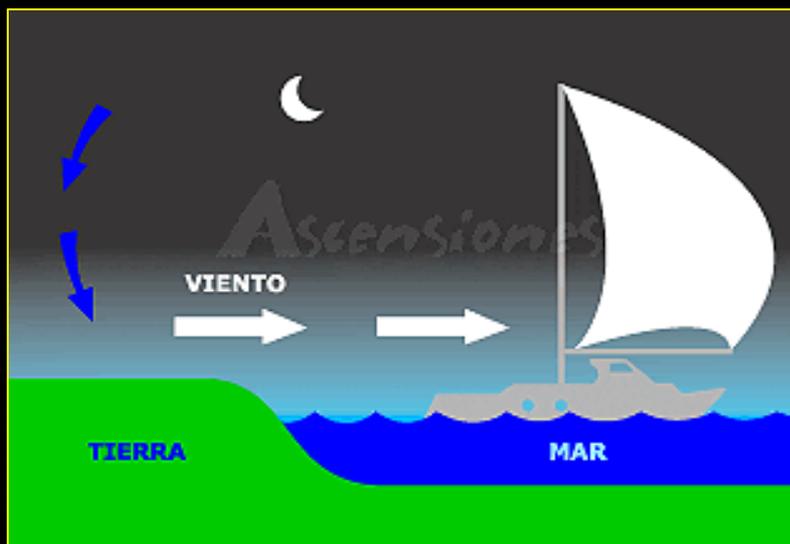
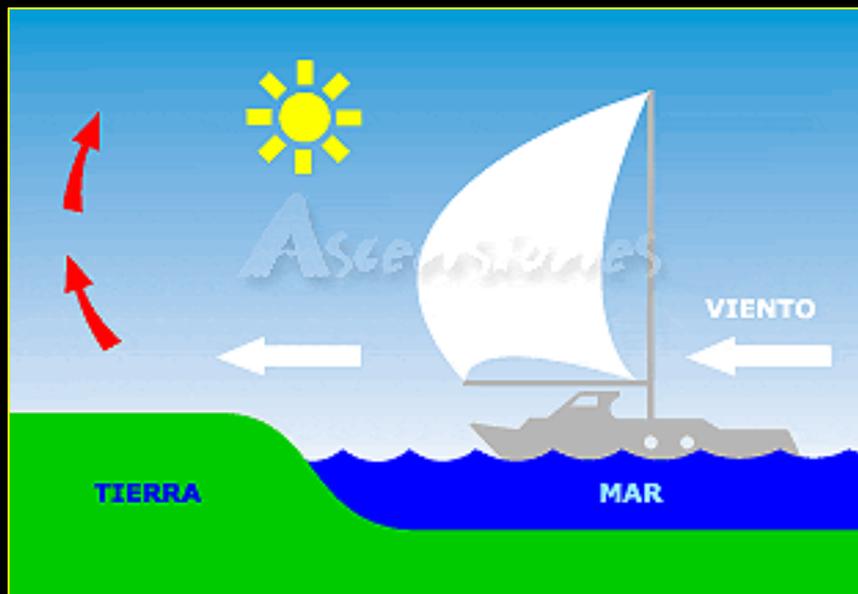
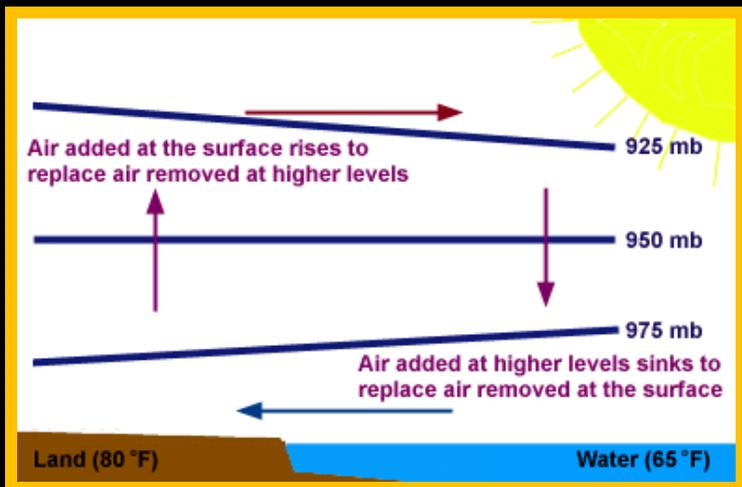
Sobrecalentamiento

Se forma una columna

La columna parte a la deriva



# VIENTOS DE COSTA



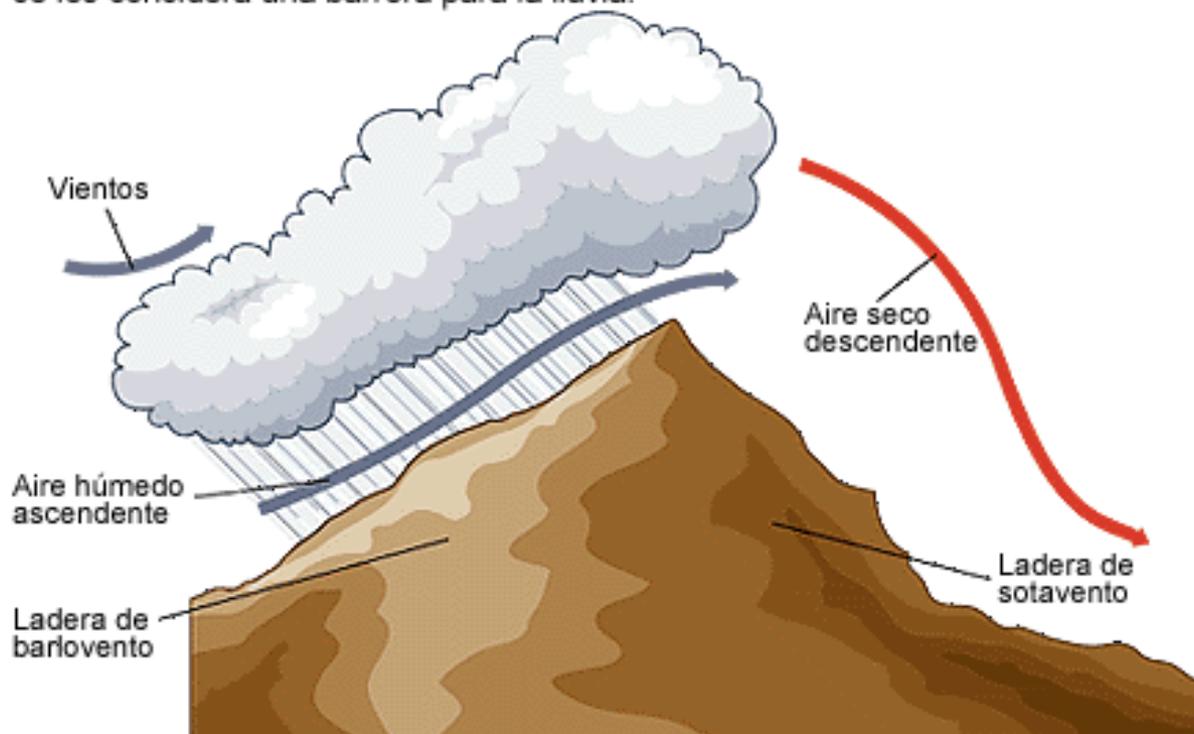
# VIENTOS DE COSTA



# EFECTO FOEHN

## Barreras para la lluvia

Muchas veces las montañas dan lugar a diferentes climas, ya que cuando el aire húmedo es forzado a elevarse para cruzarla, forma densas nubes que producirán precipitaciones sobre la ladera de barlovento. Mientras, el aire que desciende y que ha perdido su humedad, se posa sobre la ladera de sotavento, con un clima más cálido y seco. Es por esto que a las montañas se les considera una barrera para la lluvia.



# EFECTO FOEHN

Cómo funciona este proceso? Cuando una masa de aire sube por una barrera montañosa hasta pasar al otro lado, puede enfriarse lo suficiente como para alcanzar el punto de condensación. A continuación se forman nubes y comienza a caer precipitación. A medida que la masa de aire continúa su ascenso, se enfría a razón de aproximadamente  $6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por cada 1000 metros que sube, el gradiente adiabático húmedo. varios estudios recientes han demostrado que este proceso contribuye en poca medida al calentamiento foehn.

Representación esquemática de la explicación clásica de los vientos de ladera descendentes cálidos



# EFECTO FOEHN

A medida que este aire baja por la ladera de sotavento, se calienta acorde al gradiente adiabático seco de  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  por kilómetro de altura. Bajo condiciones atmosféricas estables, el gradiente térmico corriente arriba de la barrera será considerablemente menor de  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  por kilómetro de altura. El resultado final son temperaturas más altas en el lado de sotavento de la barrera montañosa, mucho más altas si existe una inversión térmica en el lado de barlovento.

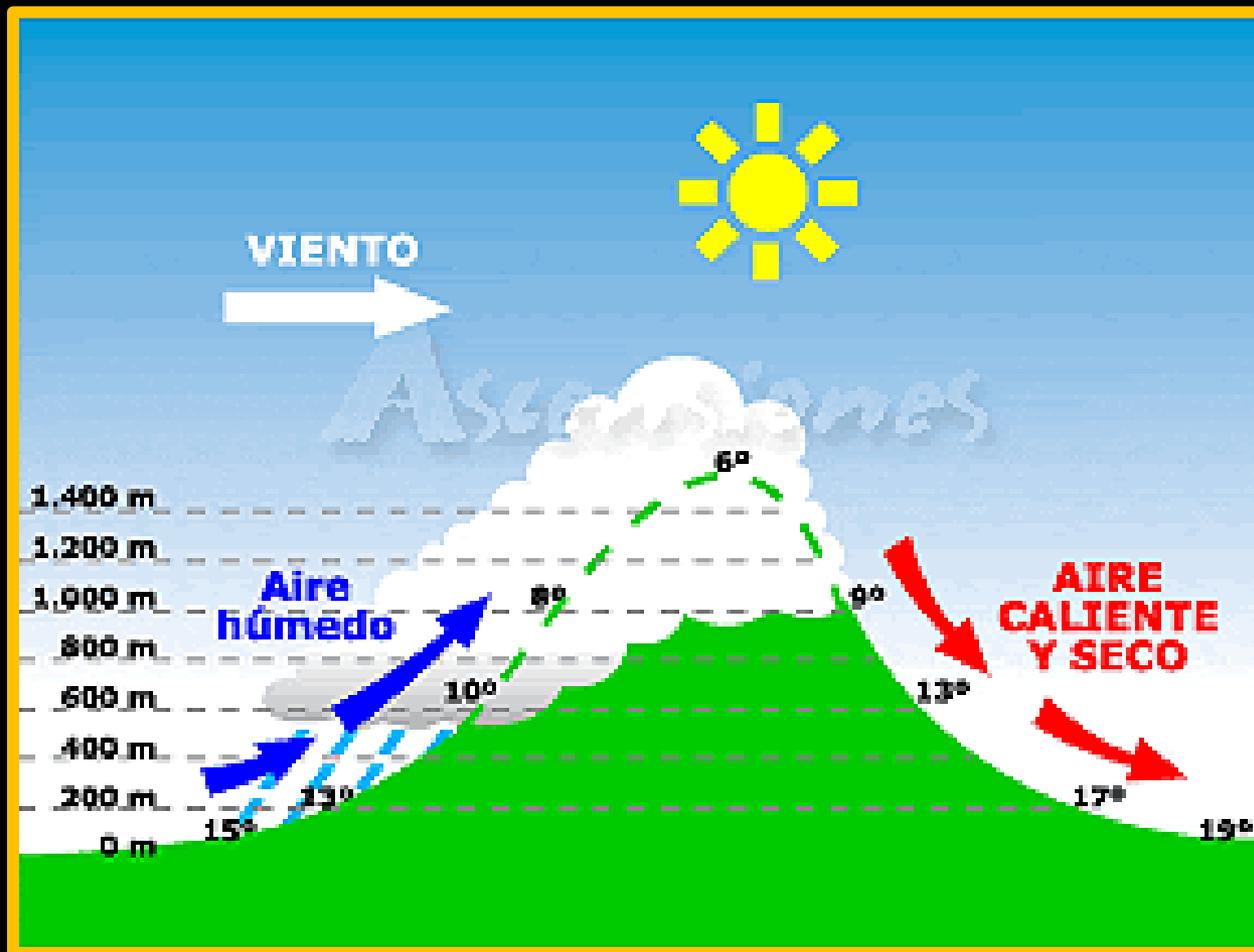
Escenario típico de viento de ladera descendente cálido

Flujo sin obstáculos

Inversión

Capa fría y estable  
bloqueada

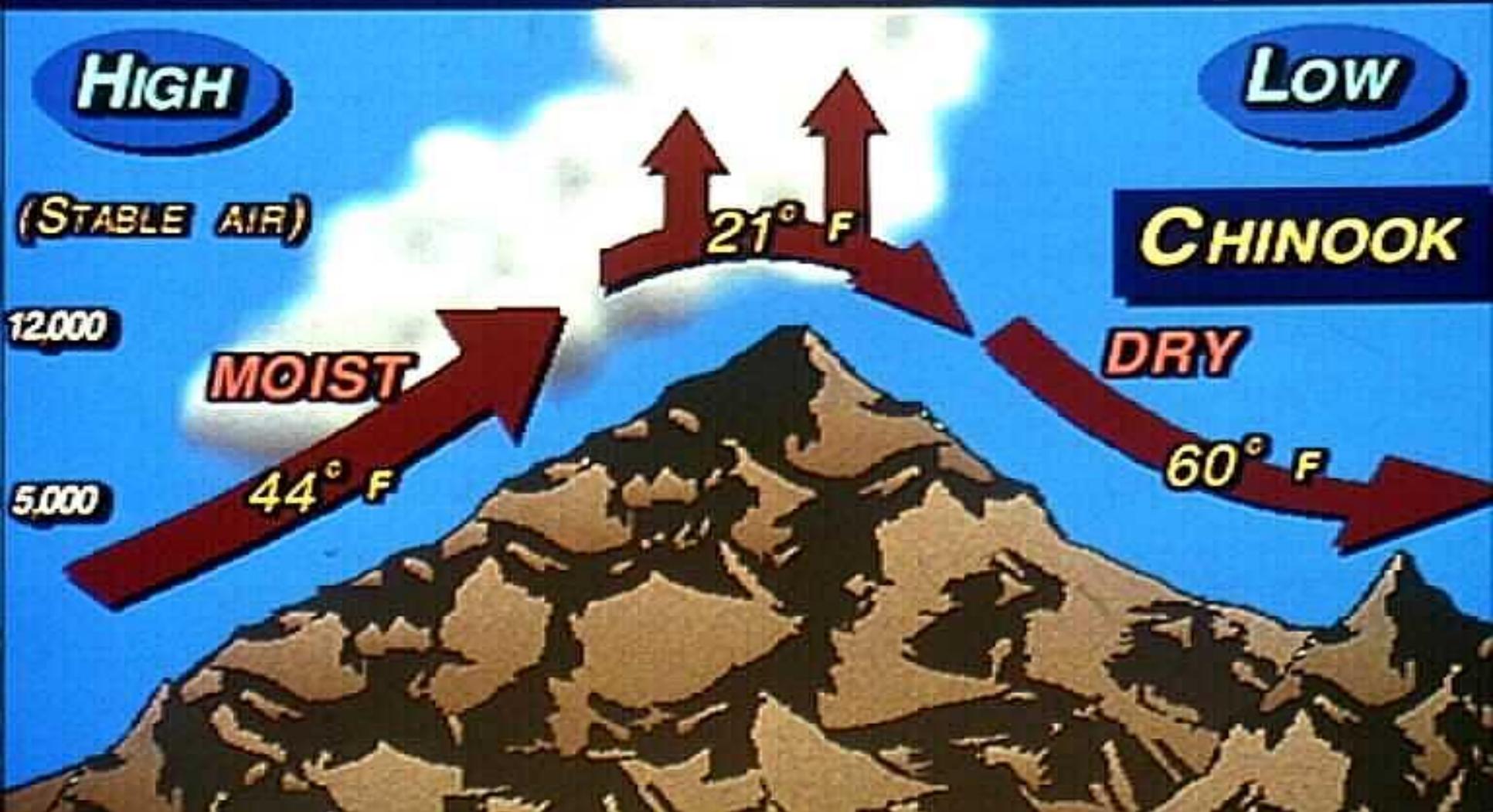
# EFECTO FOEHN



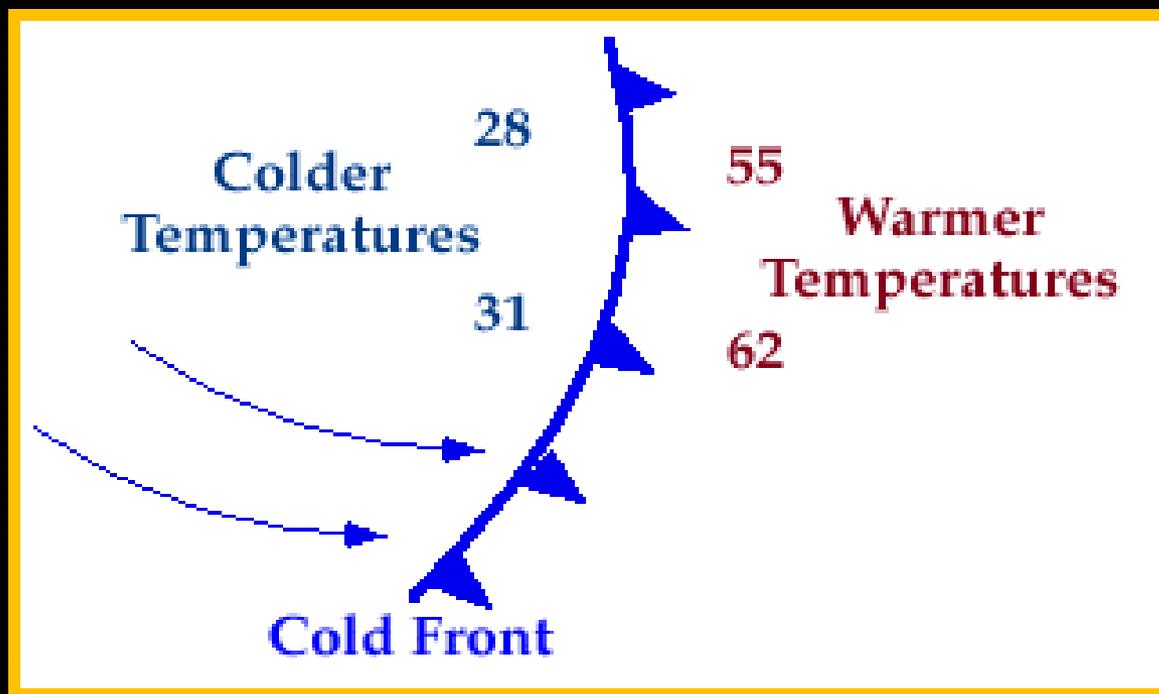
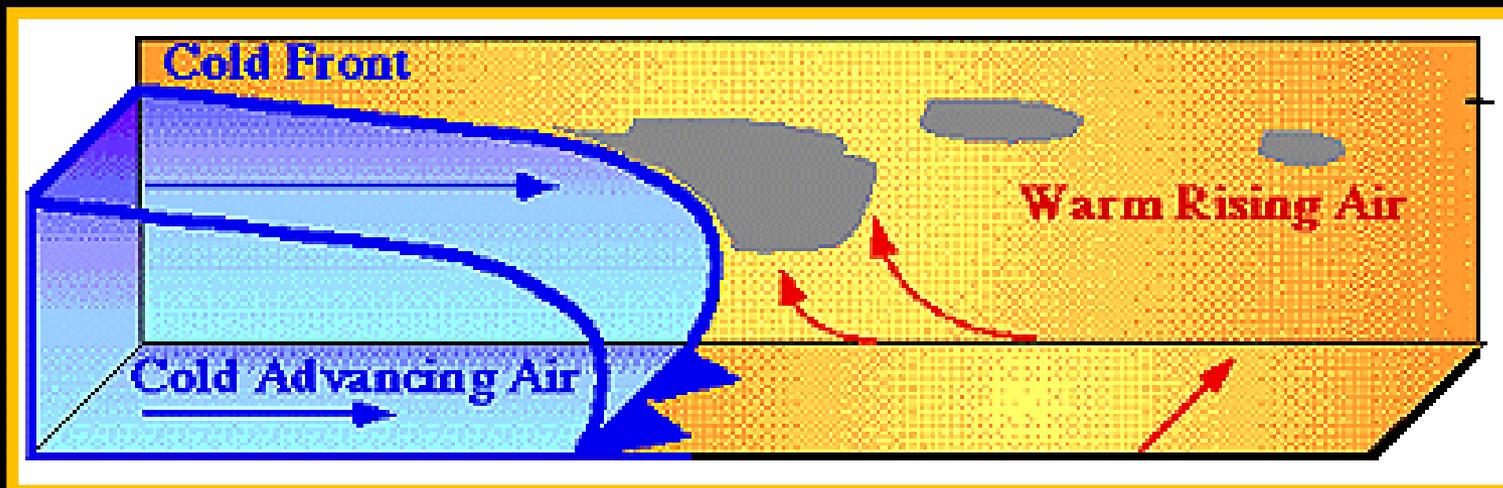
# EFEECTO FOEHN



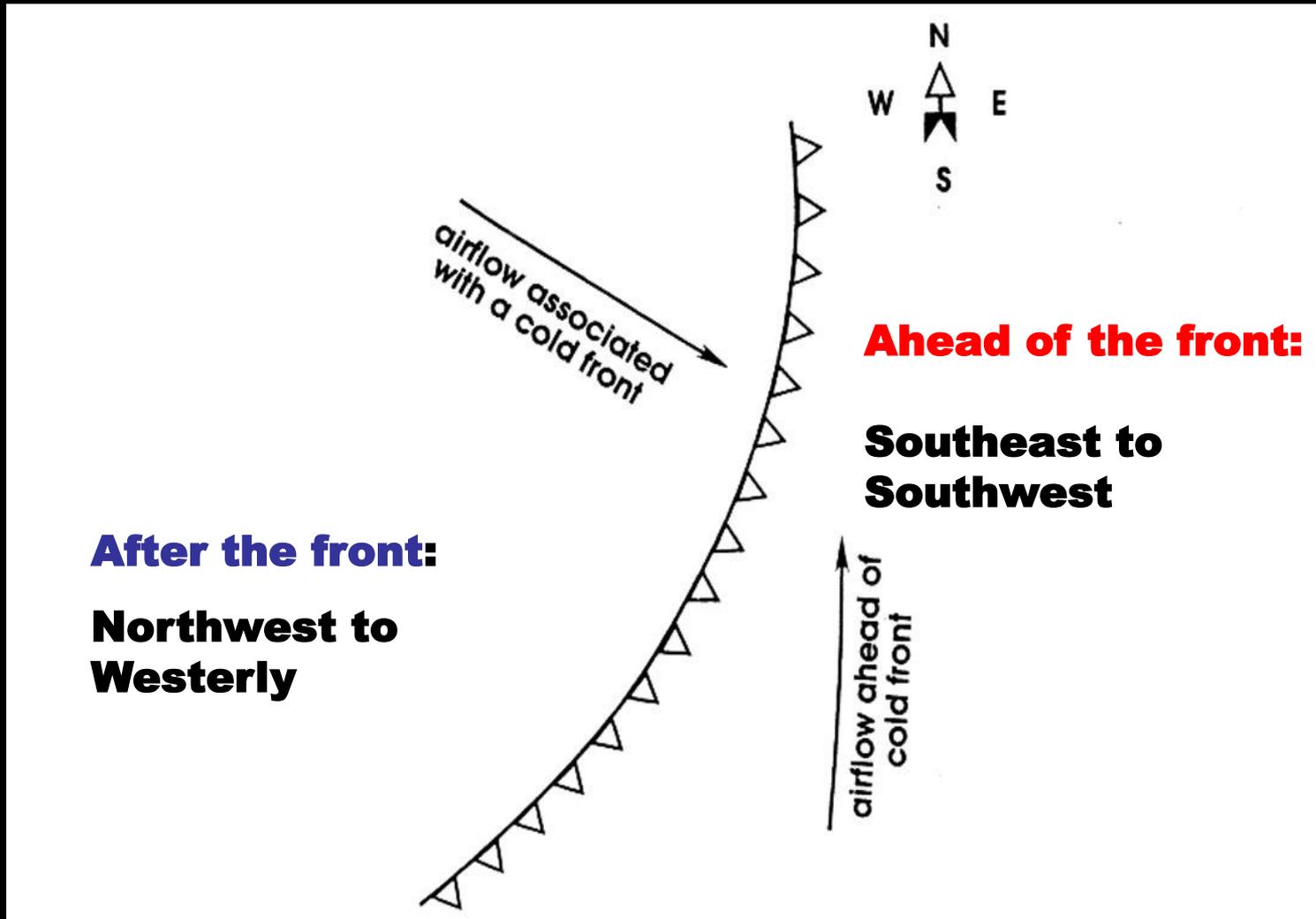
# EXAMPLE OF FOEHN WIND



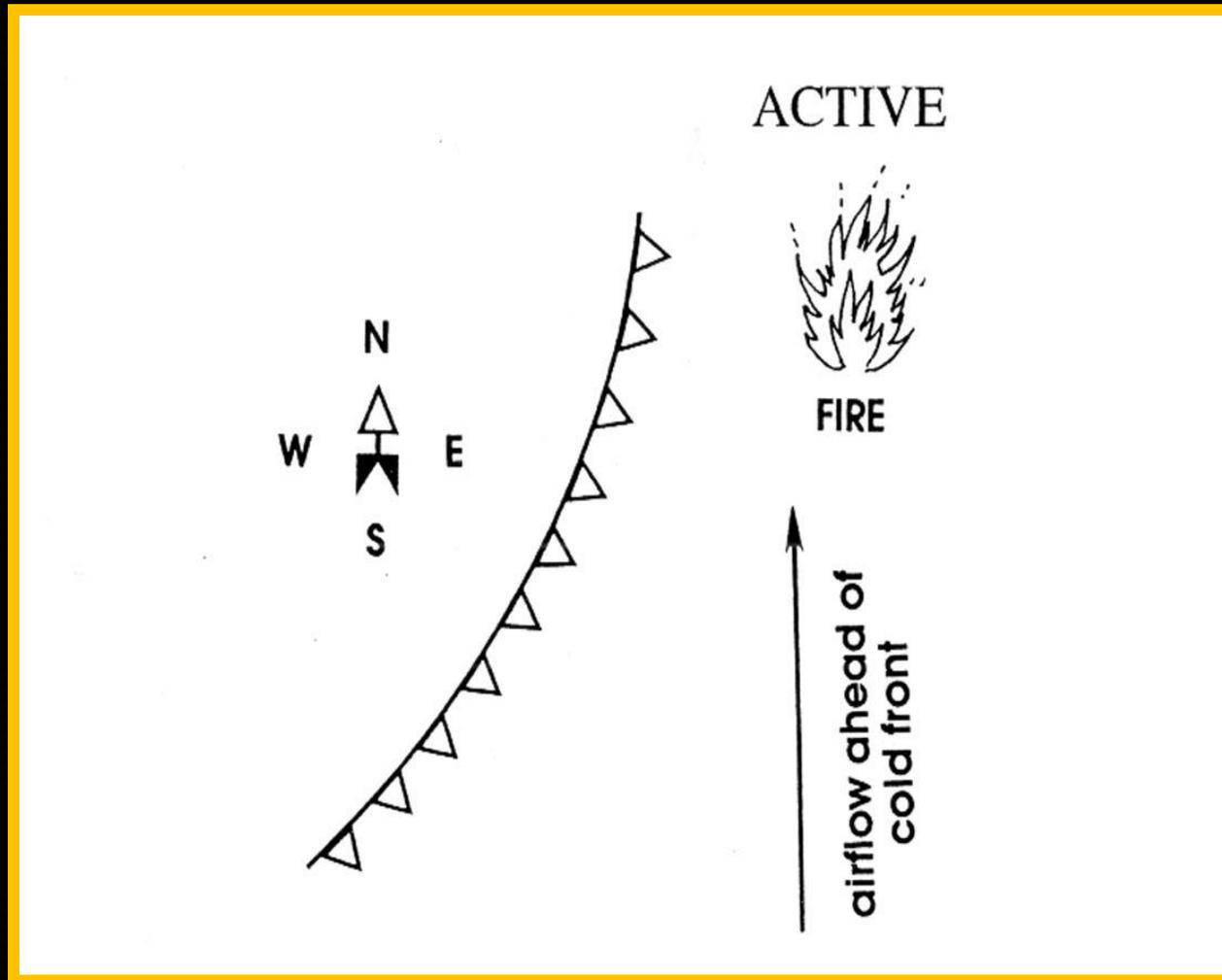
# ENTRADA DE UN FRENTE FRIO



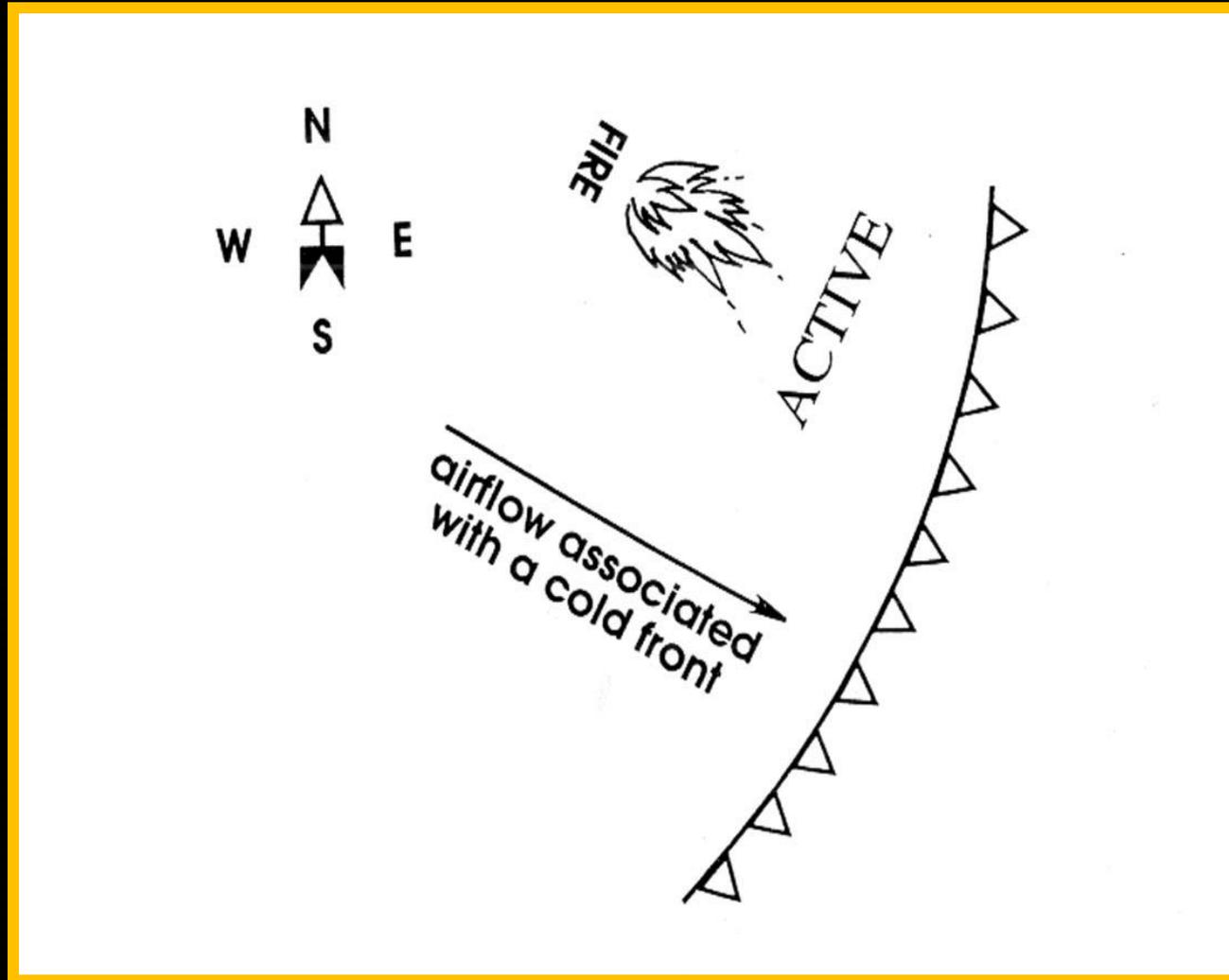
# ENTRADA DE UN FRENTE FRIO

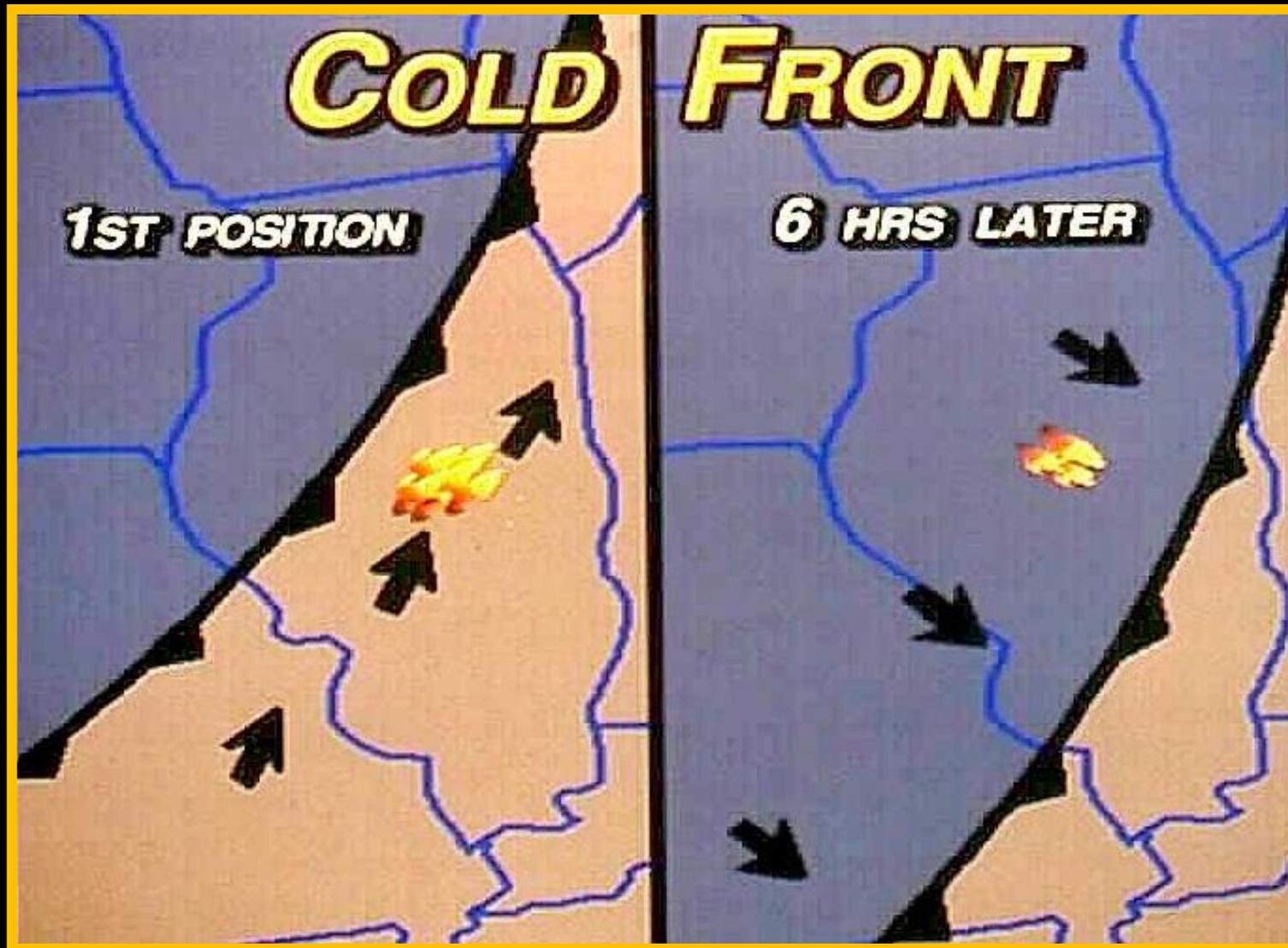


# ENTRADA DE UN FRENTE FRIO



# ENTRADA DE UN FRENTE FRIO







# **TORMENTAS Y VIENTOS LOCALES**

# DISTINTAS VISTAS DE TORMENTAS

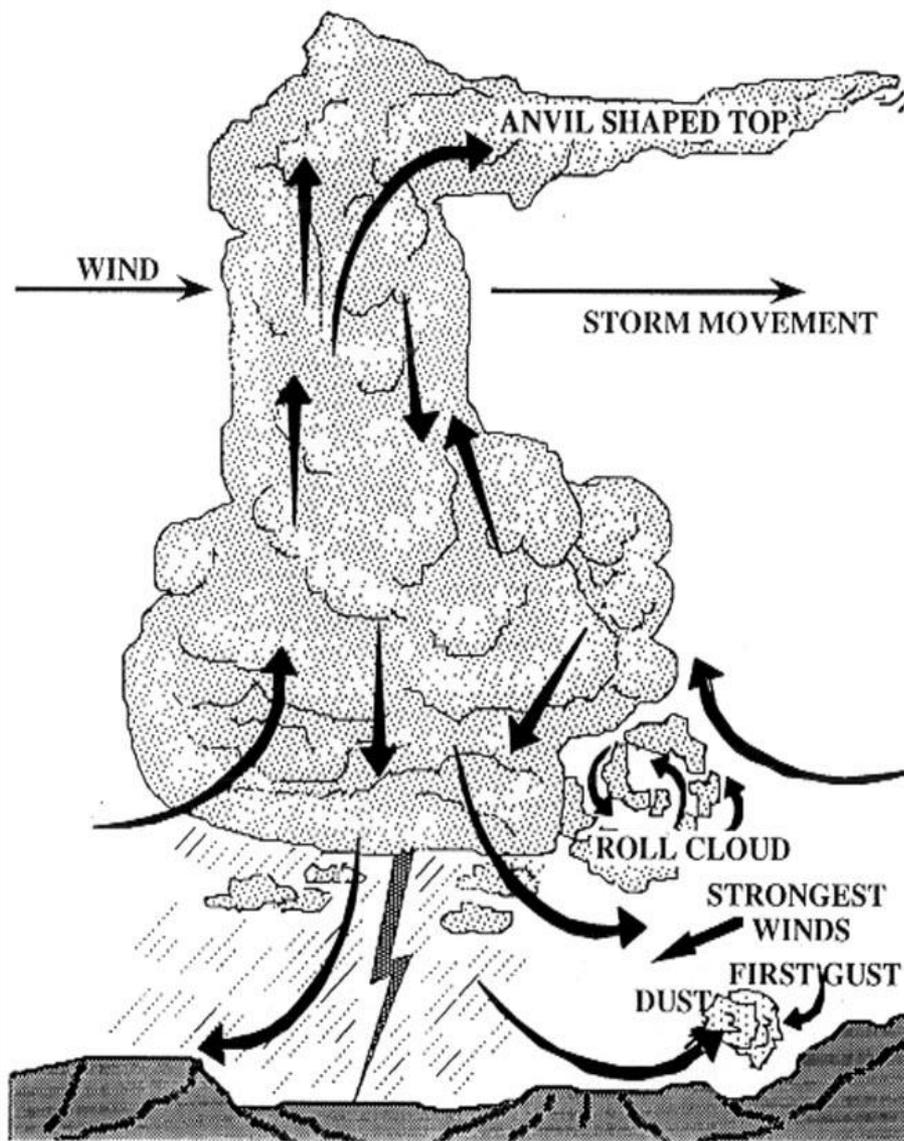


# *Cumulonimbus*

PSC Cloud Photo  
Courtesy of Bill Schmitz



# TORMENTAS



# TORMENTAS

Las tormentas de masa de aire son causadas por cúmulonimbos que se desarrollan a partir de la convección ordinaria, o sea, la convección producida por el calentamiento de la capa límite. Las tormentas de masa de aire presentan tres etapas de desarrollo: cúmulos, madurez y disipación.

**Etapas de cúmulos:** prevalecen las corrientes ascendentes y se forman una o más torres de cúmulos (*cumulus congestus*). El aire se eleva hasta su nivel de convección libre y continúa ascendiendo. Puede que ocurra precipitación en la parte más alta de la nube, pero es poco probable en la capa debajo de la nube.

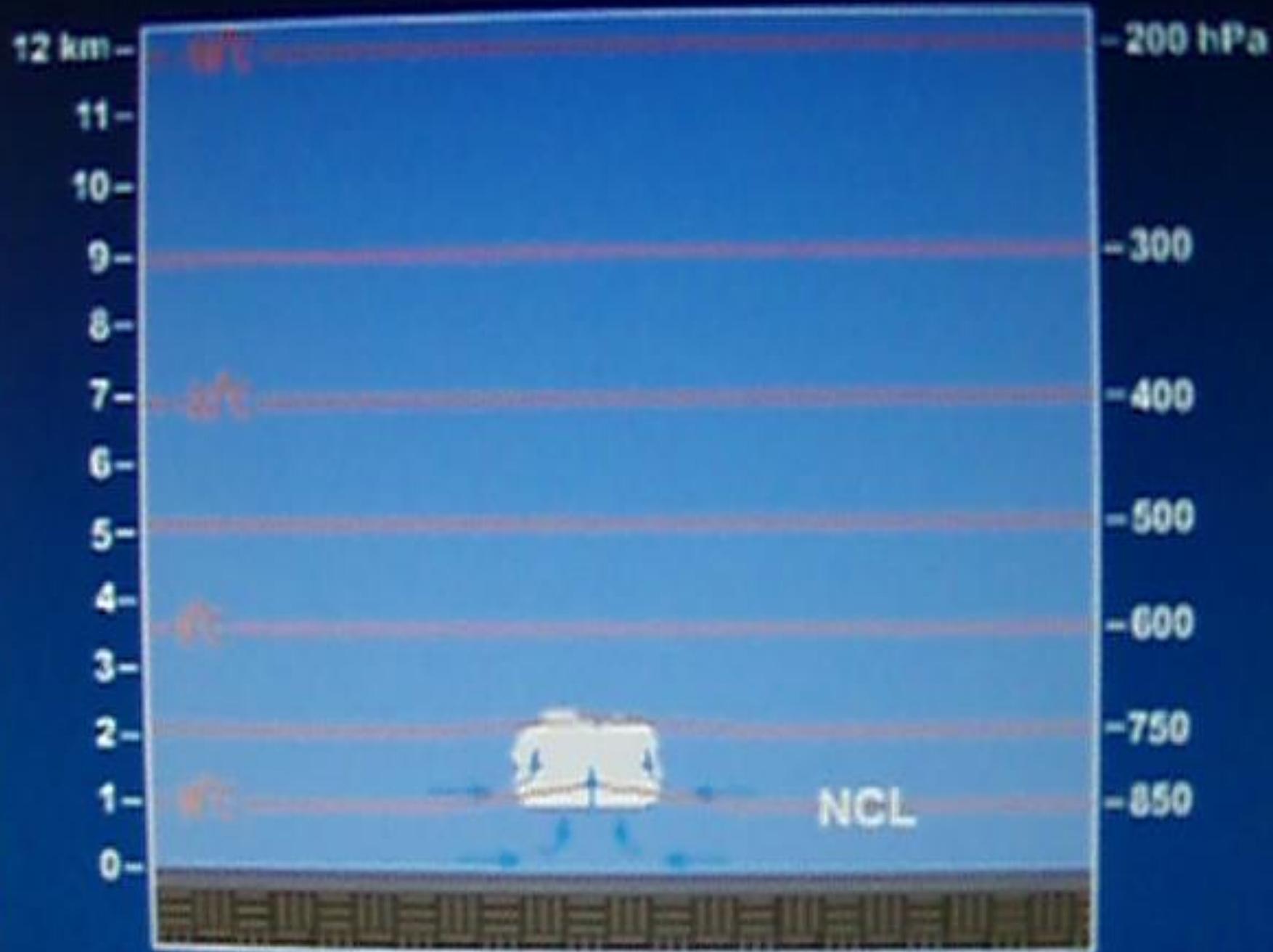
# TORMENTAS

**Etapa de madurez:** esta etapa se caracteriza por la presencia de corrientes ascendentes, corrientes descendentes y lluvia. Las parcelas de aire alcanzan el **nivel de equilibrio**. Las corrientes ascendentes pueden abarcar toda la profundidad de la troposfera. **Comienza a formarse un yunque** en los niveles altos y cae precipitación debajo de la nube. En los niveles bajos, el enfriamiento evaporativo forma una bolsa de aire frío y un frente de ráfagas que se extiende hacia el exterior de la nube y conduce al levantamiento de aire cálido, húmedo e inestable, lo cual estimula la formación de nuevos cúmulos.

# TORMENTAS

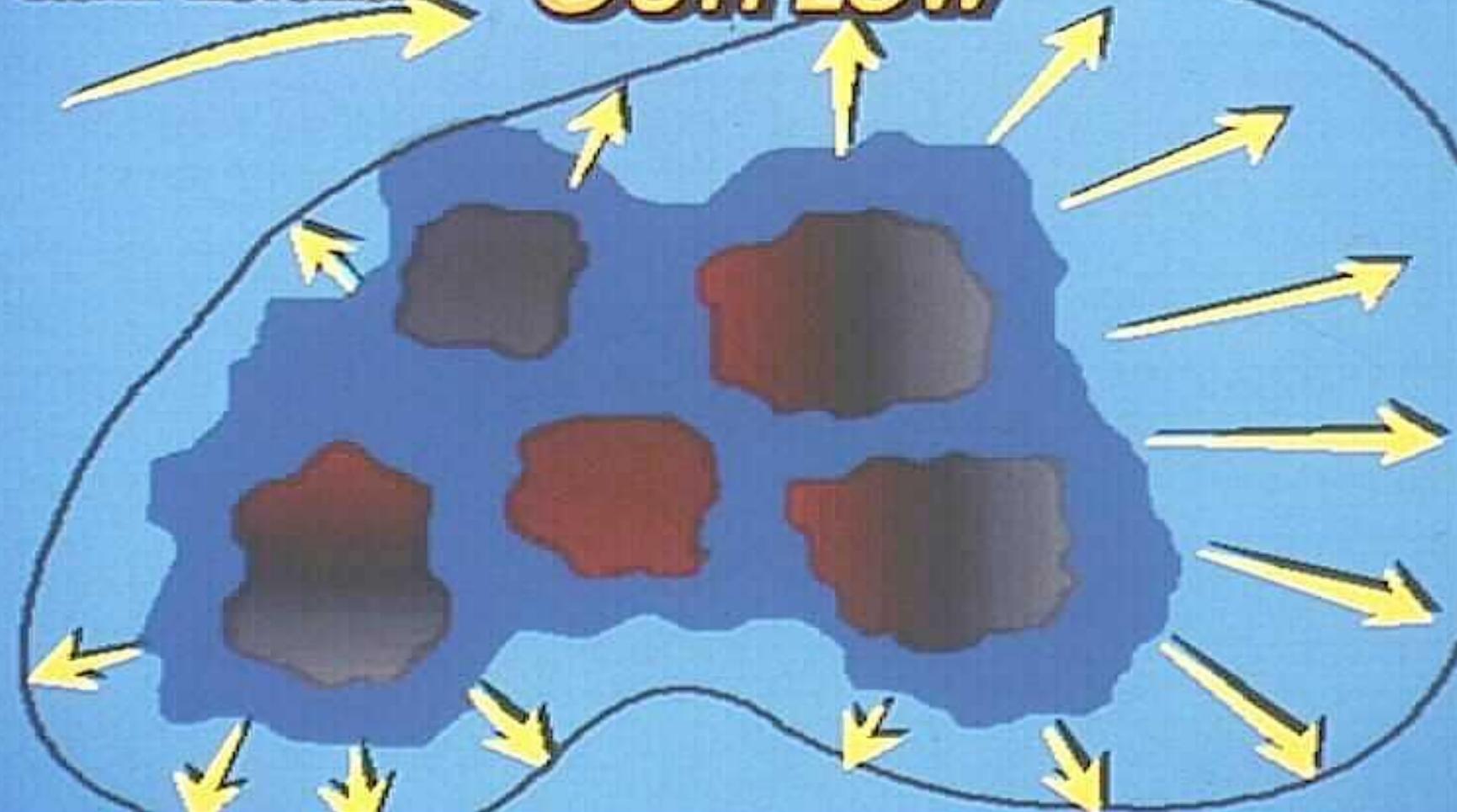
**Etapa de disipación:** esta etapa se caracteriza por la **formación de corrientes de aire descendentes**. La lluvia convectiva disminuye a la vez que sigue cayendo lluvia estratiforme desde el yunque. El frente de ráfagas avanza delante de la tormenta y no permite que el aire se eleve hacia el interior de la tormenta.



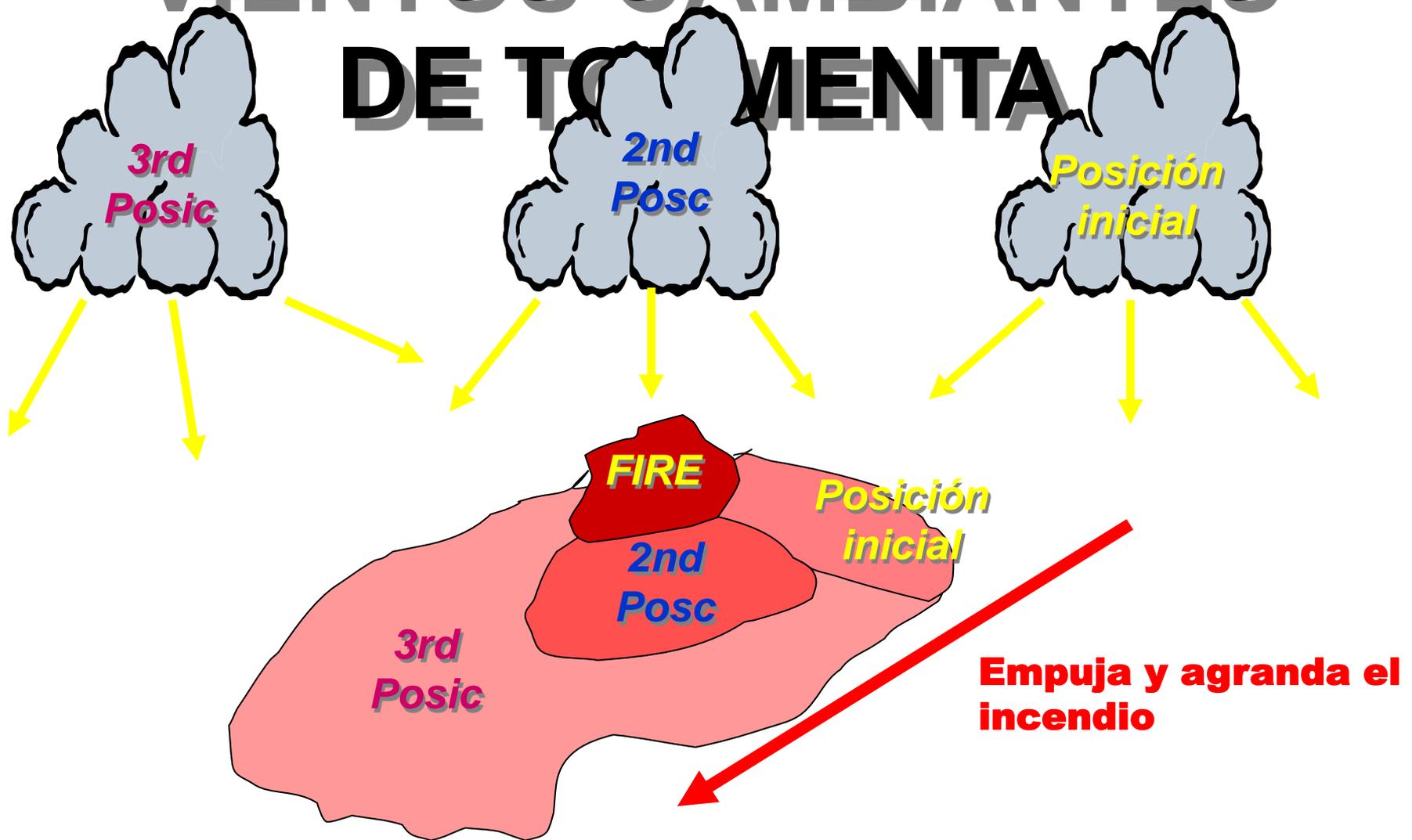


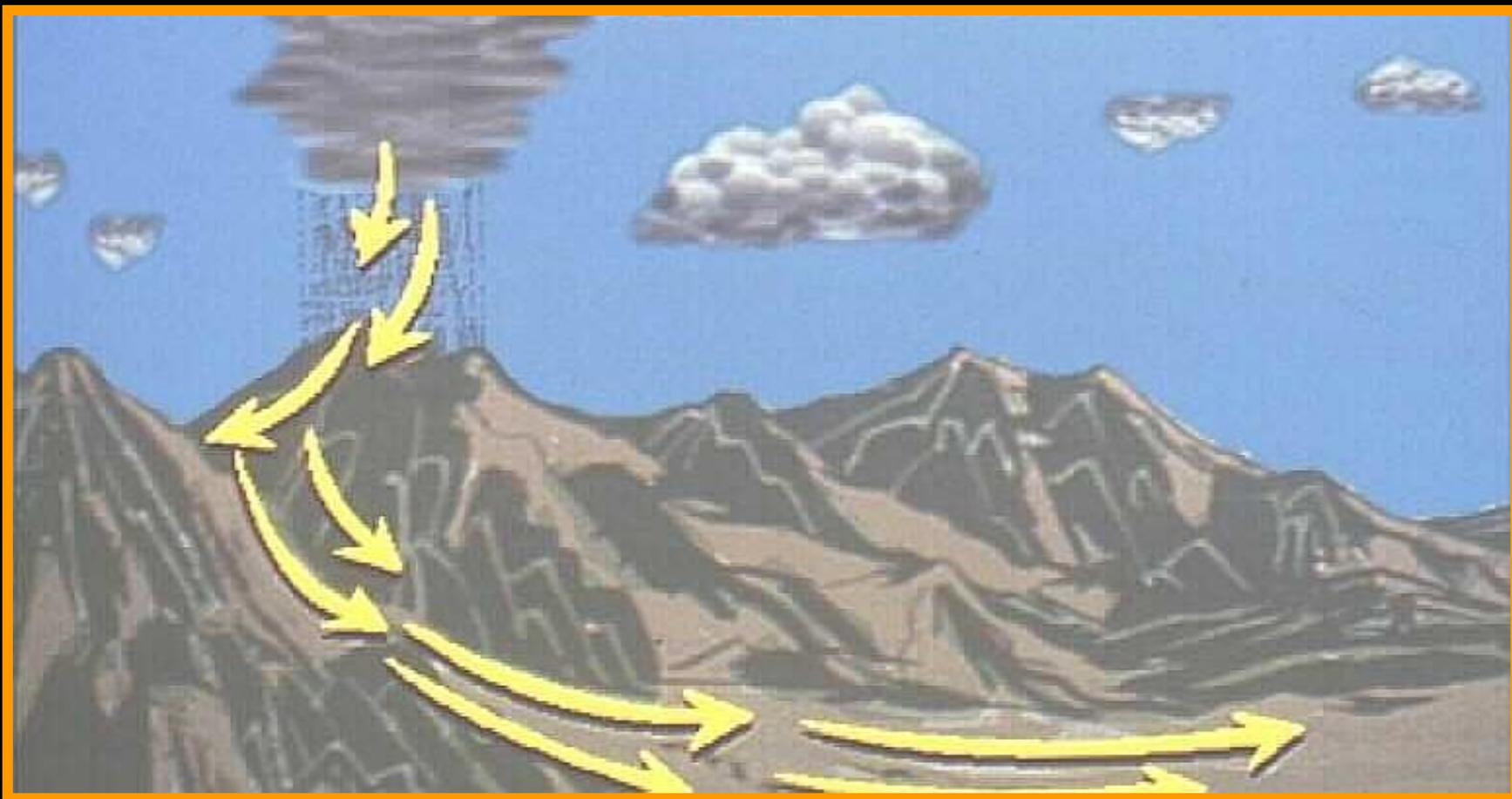
# THUNDERSTORM OUTFLOW

Storm Movement



# PRECAUCIÓN CON LOS VIENTOS CAMBIANTES DE TORRENTA





Turbulencias por canalizaciones de descendentes



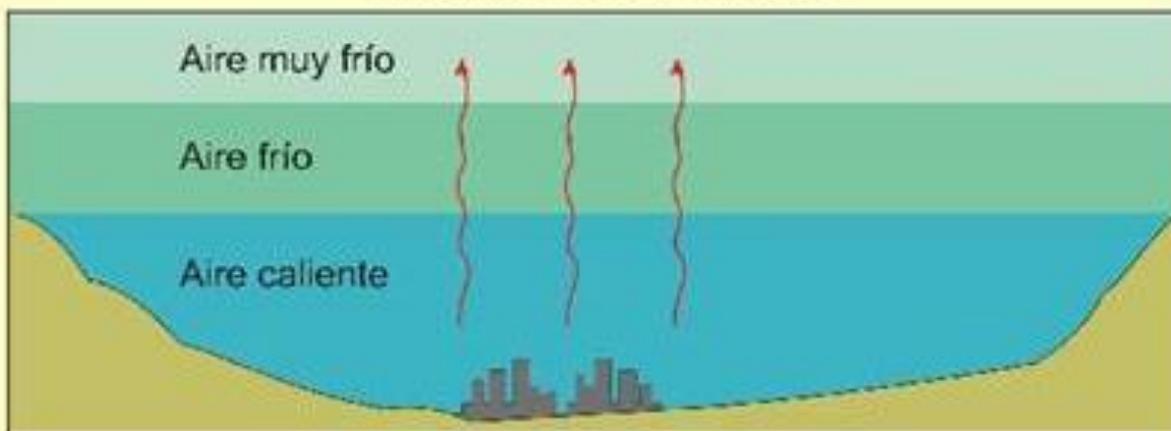
# CAPAS DE INVERSIÓN TÉRMICA

Si la temperatura crece con la altitud en lugar de decrecer la estabilidad es total:

- Una masa de aire cálido pasa por encima de una fría.
- El suelo por enfriamiento de noche enfría las capas bajas, manteniéndose las capas medias relativamente calientes.

# INVERSIÓN TÉRMICA

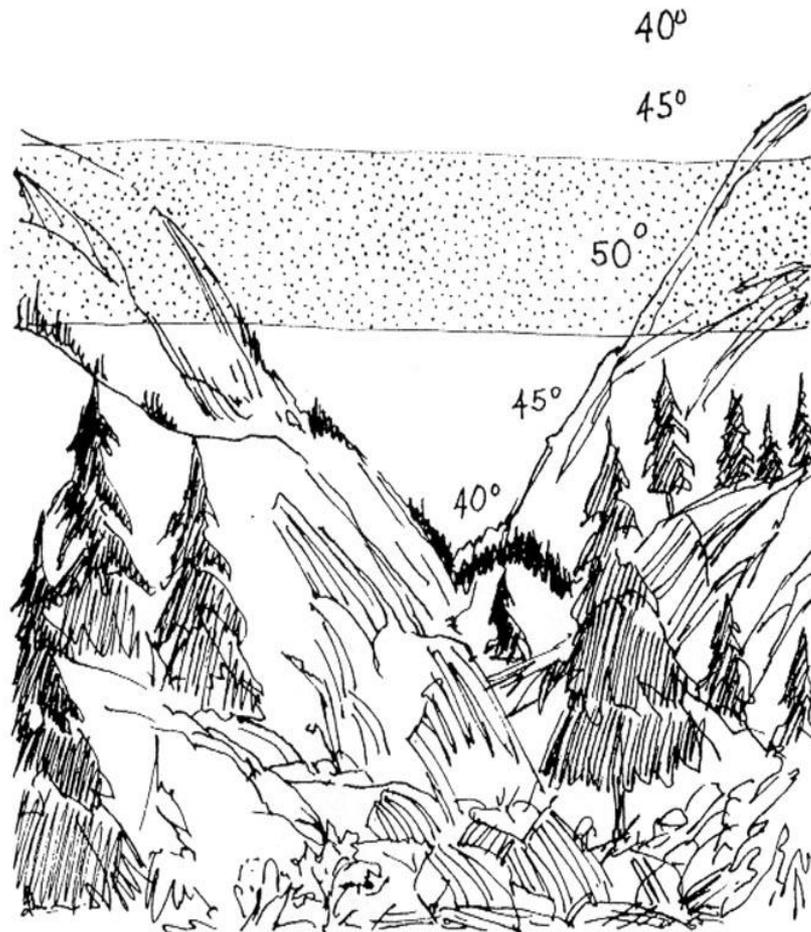
Situación normal



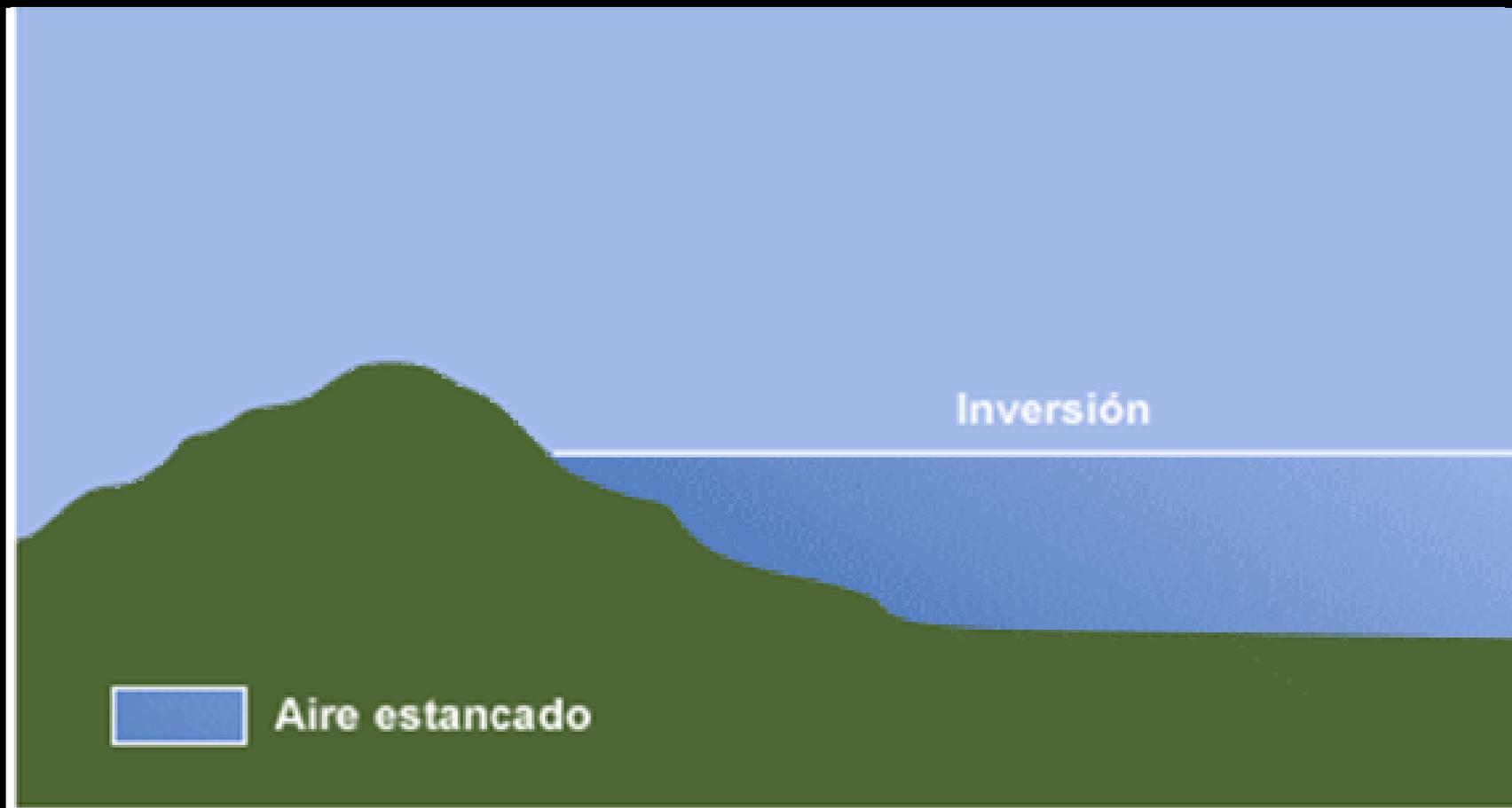
Inversión térmica



# CINTURÓN TÉRMICO



# INVERSION TÉRMICA



# INVERSIÓN TÉRMICA



Inversión de Temperatura, Camarico, Chile.



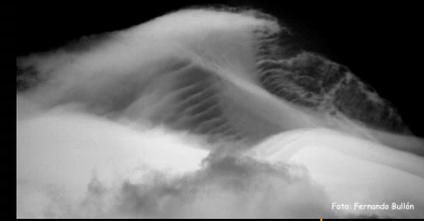
Inversión de Temperatura, Santiago, Chile.



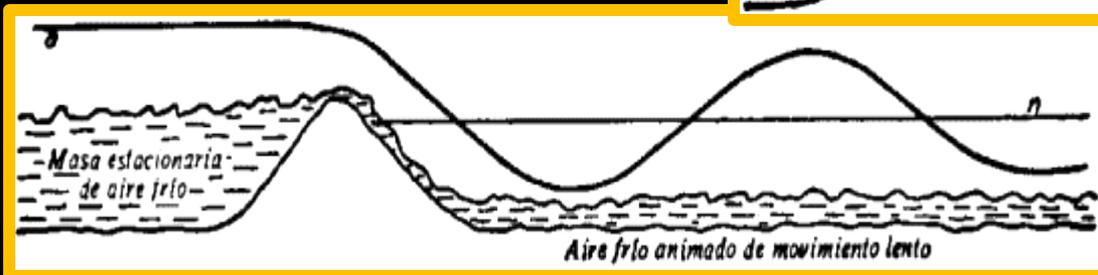
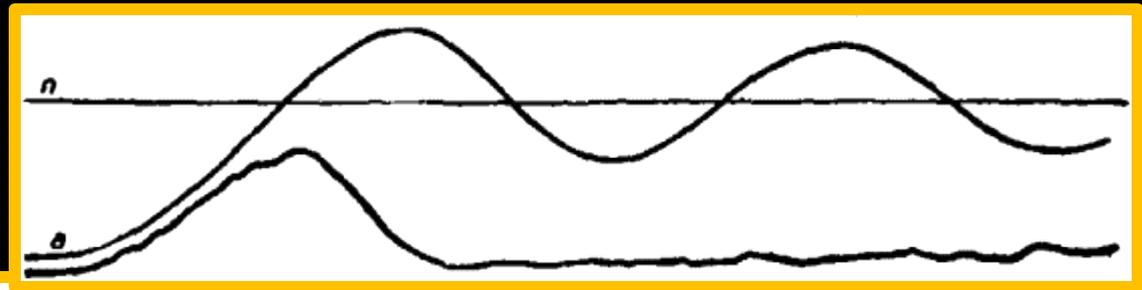
**Inversion**



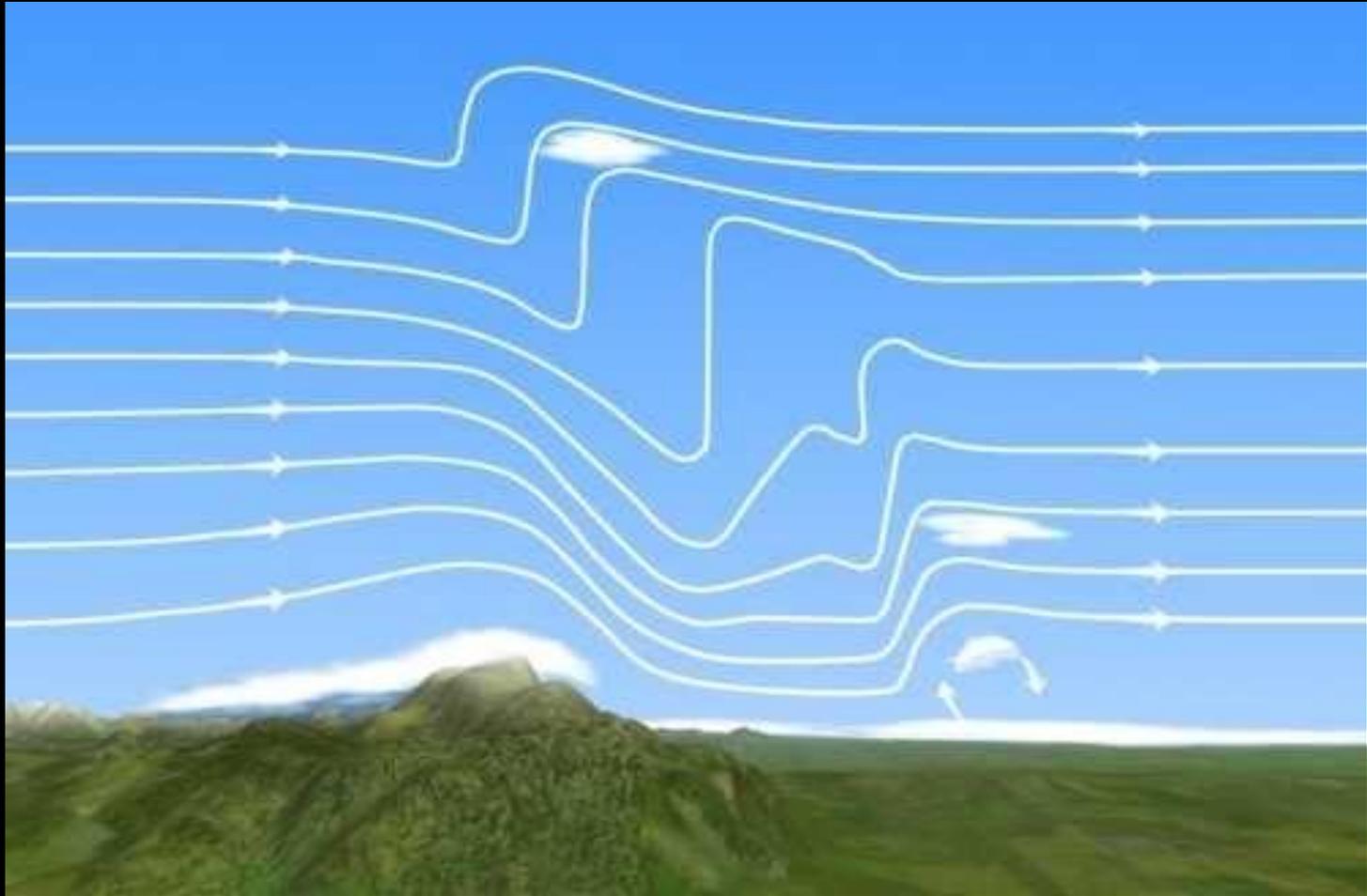
# OLAS DE MONTAÑA



Las ondas de montaña se forman **arriba y a sotavento** de las barreras topográficas cuando soplan **vientos fuertes** con un considerable componente vectorial **perpendicular a la barrera** en un ambiente estable.



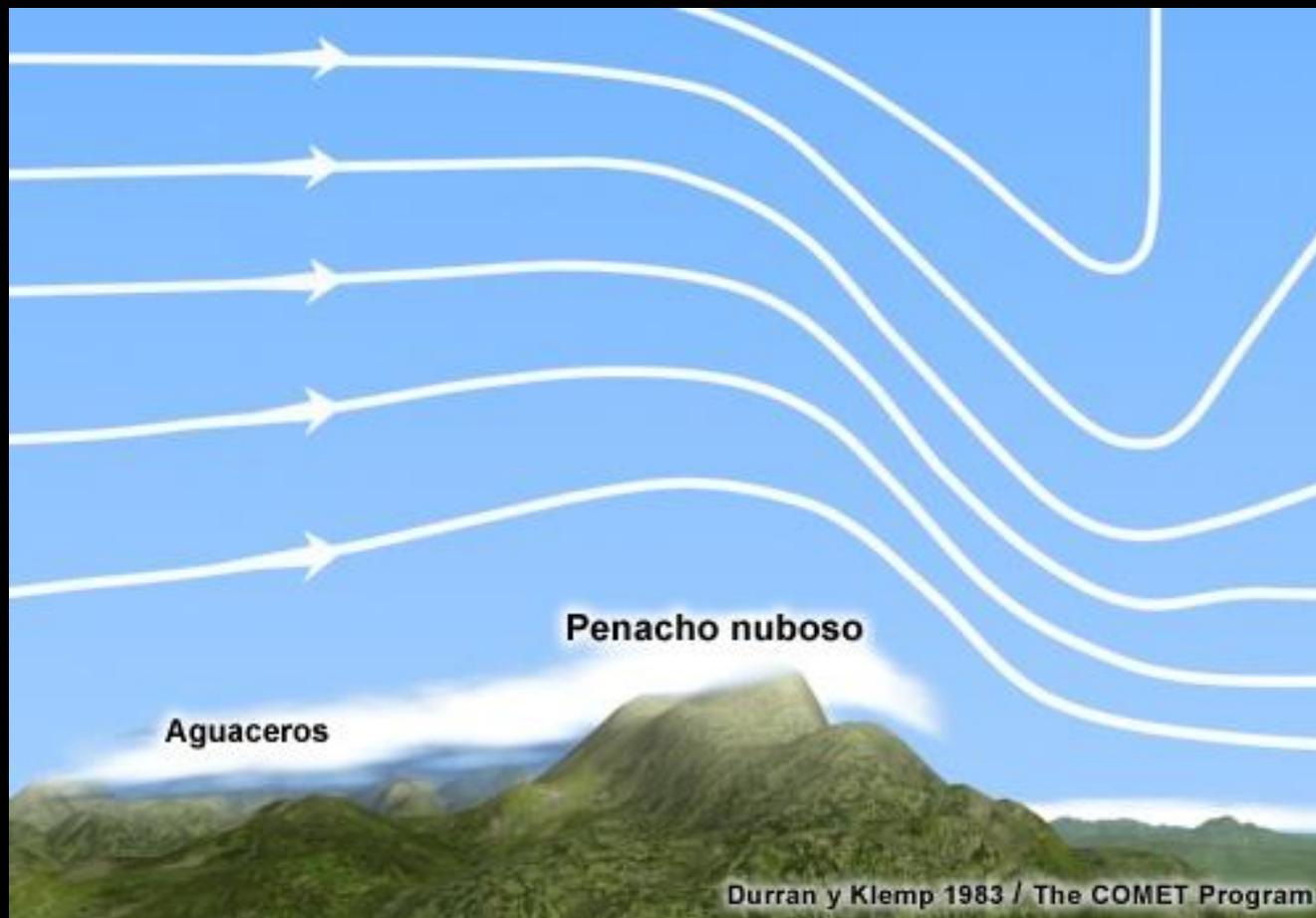
# OLAS DE MONTAÑA: estructura



# OLAS DE MONTAÑA: estructura



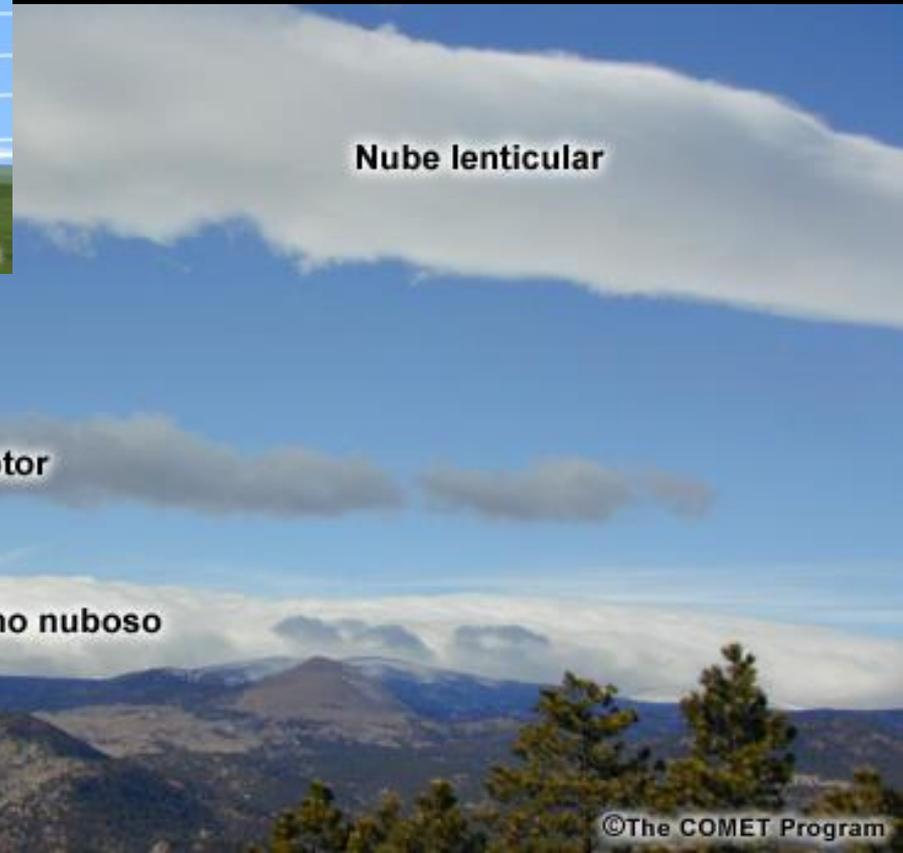
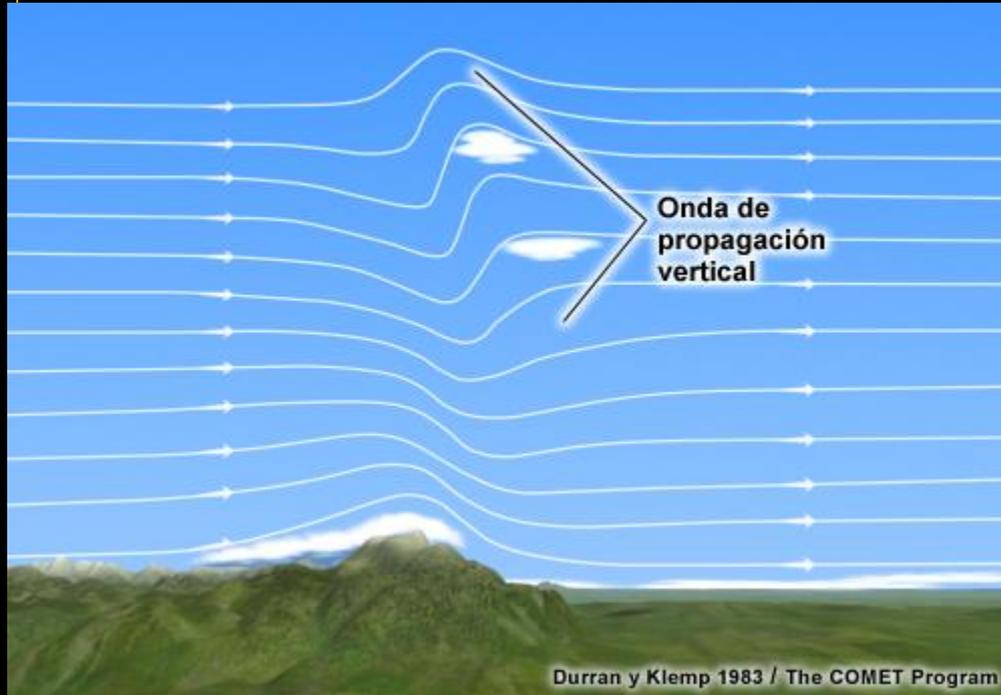
# OLAS DE MONTAÑA: penacho nuboso



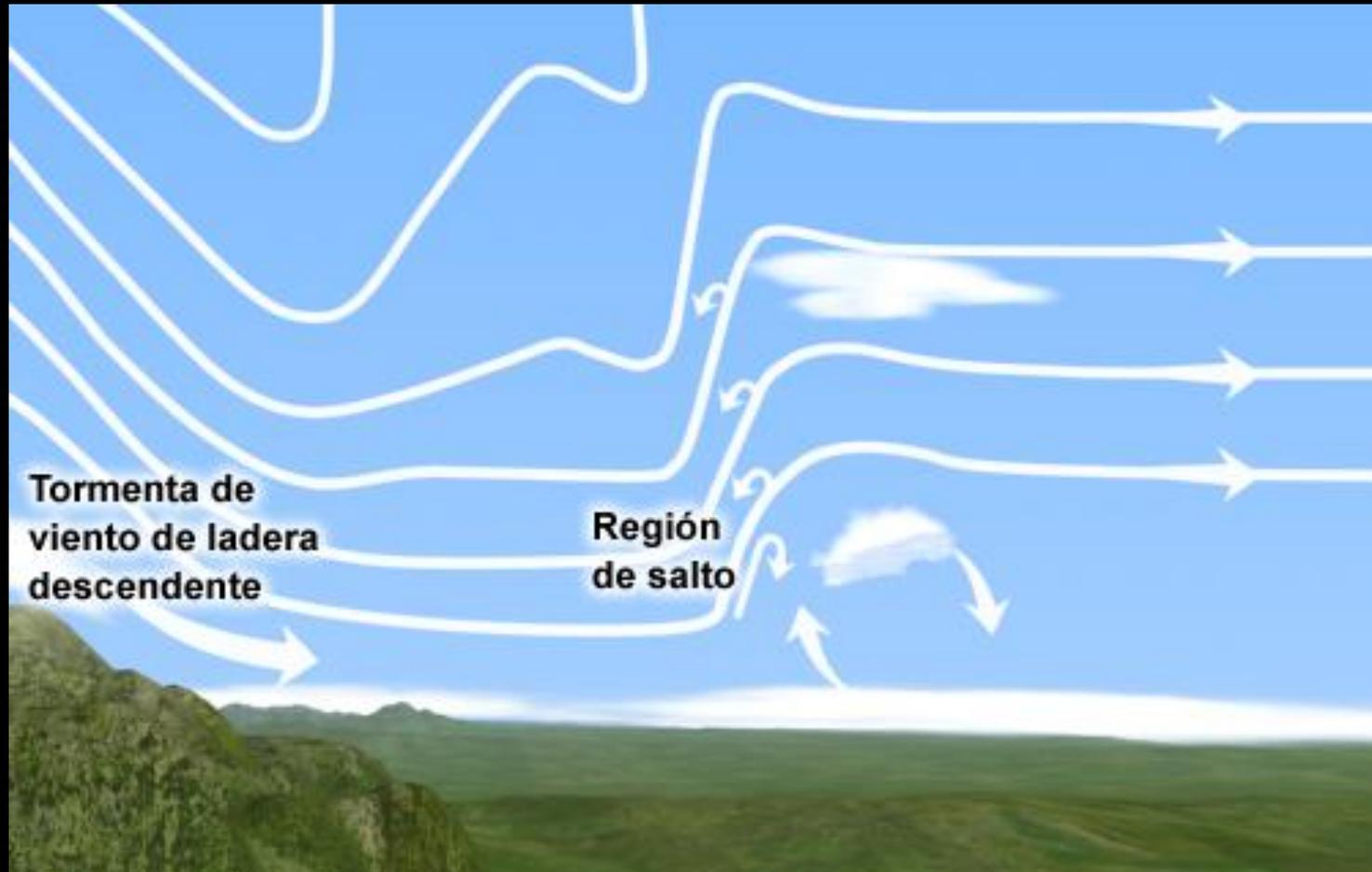


## Nubes de corona

# OLAS DE MONTAÑA: ondas de propagación



# OLAS DE MONTAÑA: vientos de ladera descendentes



# NUBES LENTICULARES



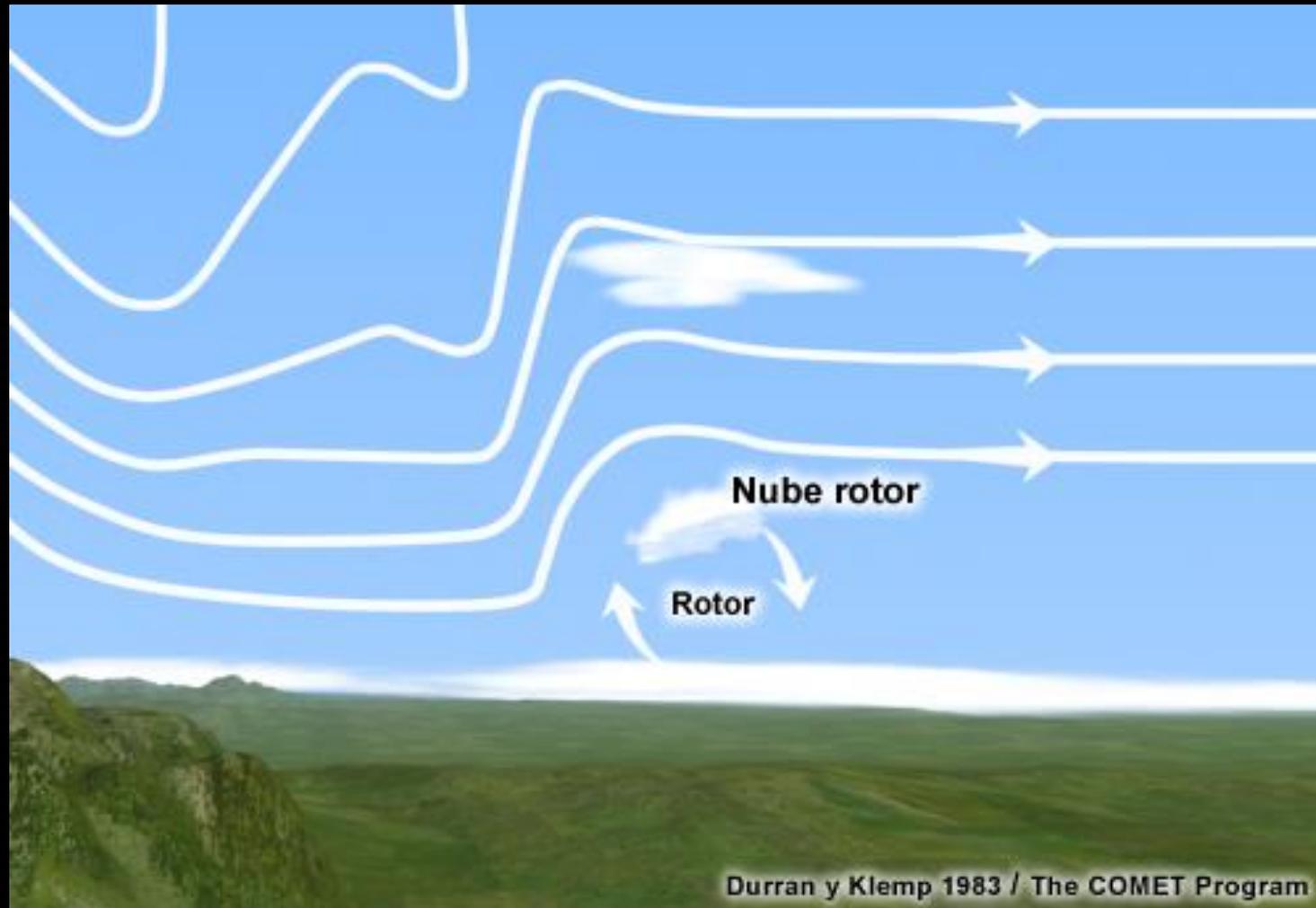
(c) Pedro C. Fernández Sainz.  
Cazajormentas.net



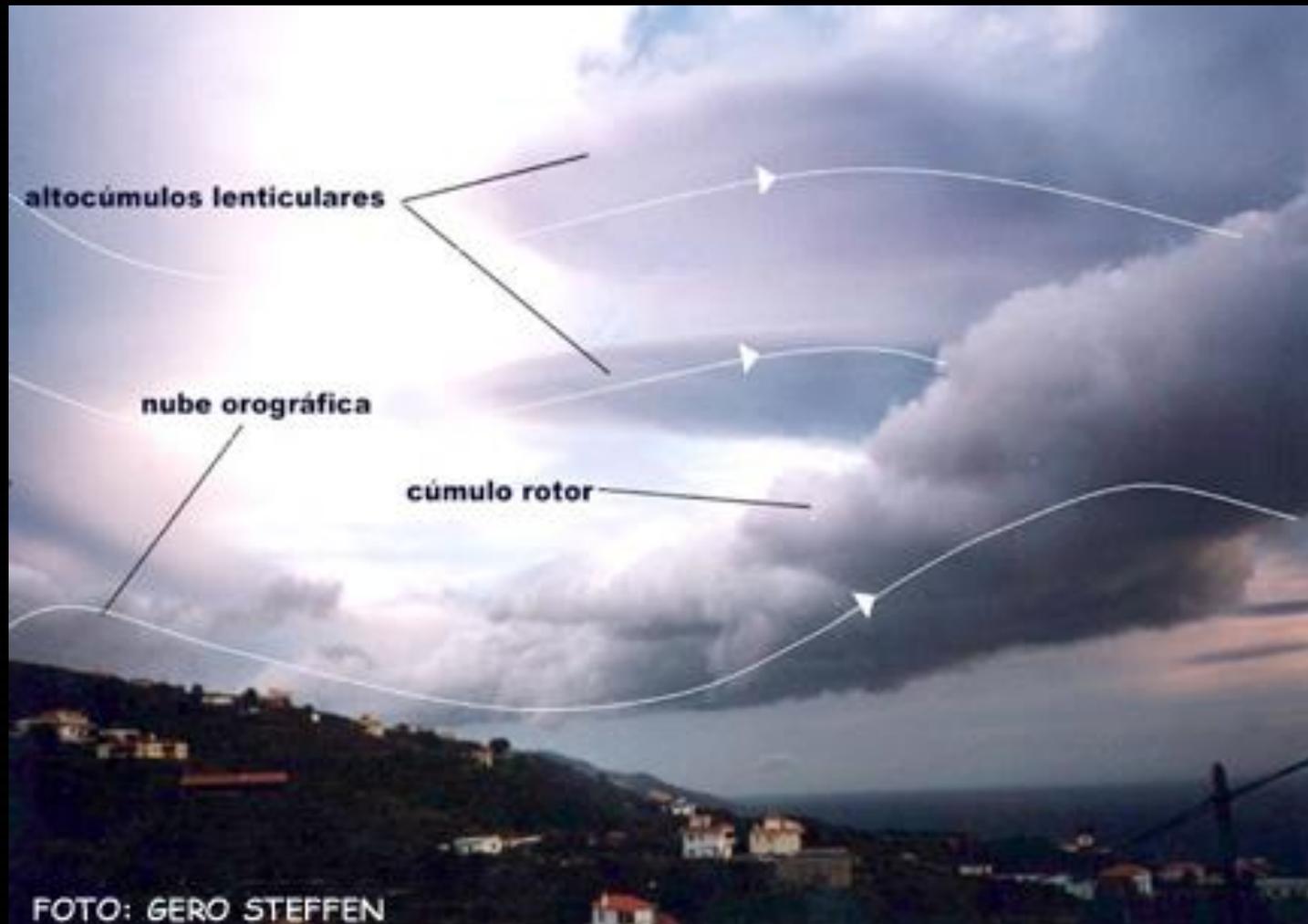
# OLAS DE MONTAÑA: rotores



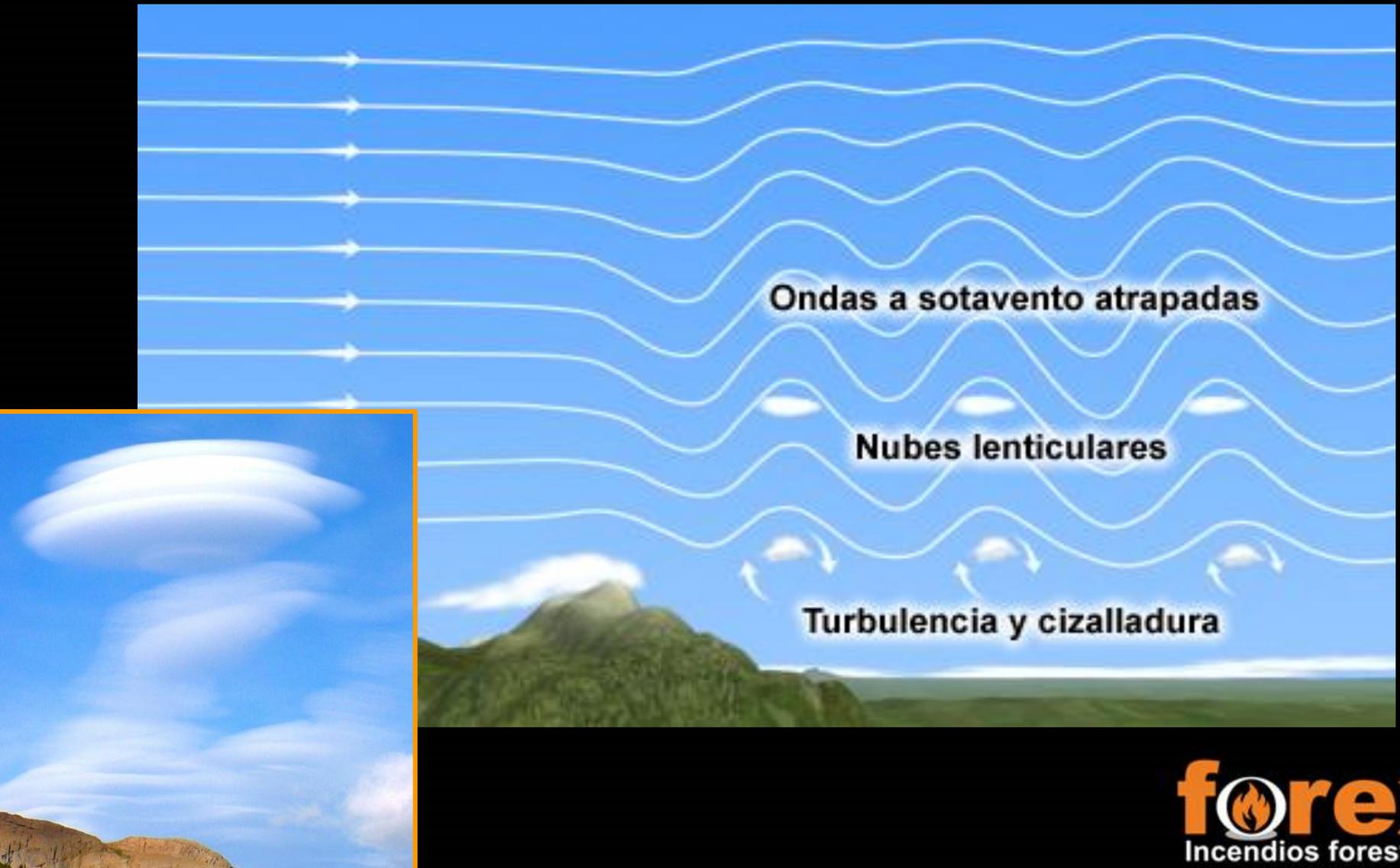
# OLAS DE MONTAÑA: nubes rotor

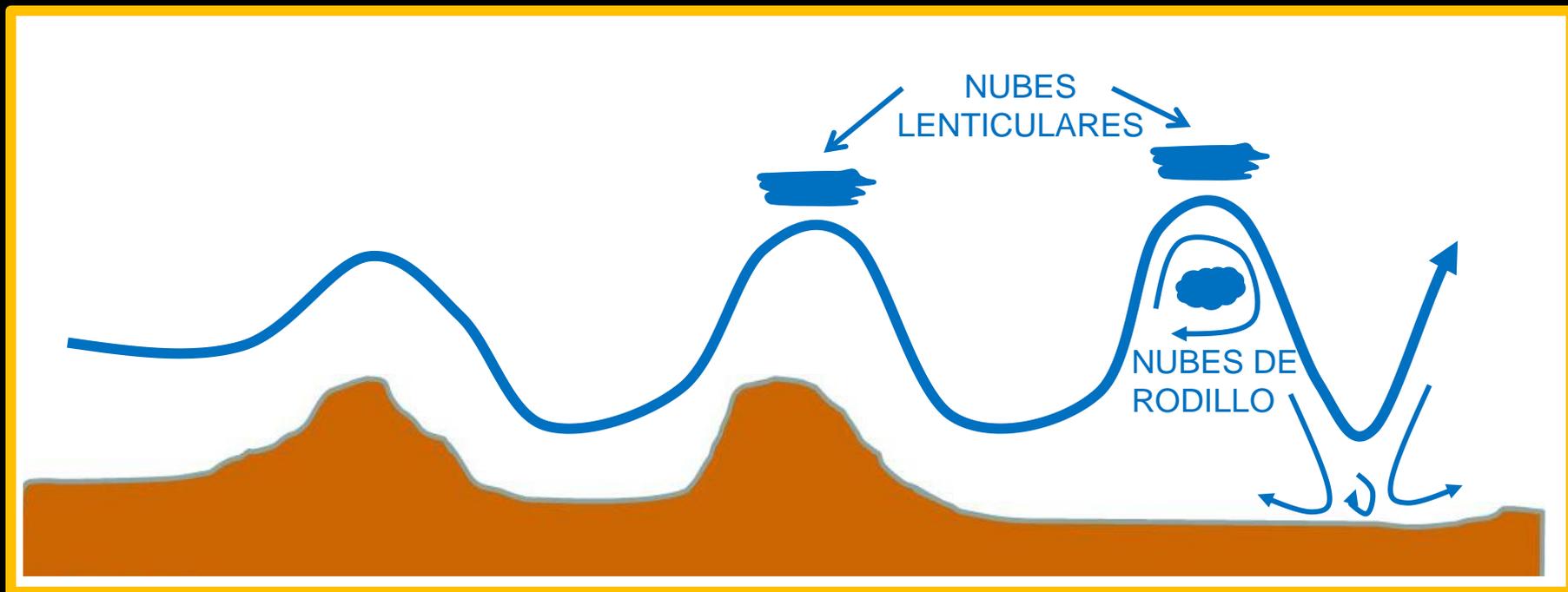


# OLAS DE MONTAÑA: nubes rotor



# OLAS DE MONTAÑA: olas de sotavento atrapadas





# Olas de montaña

VIENTOS FUERTES

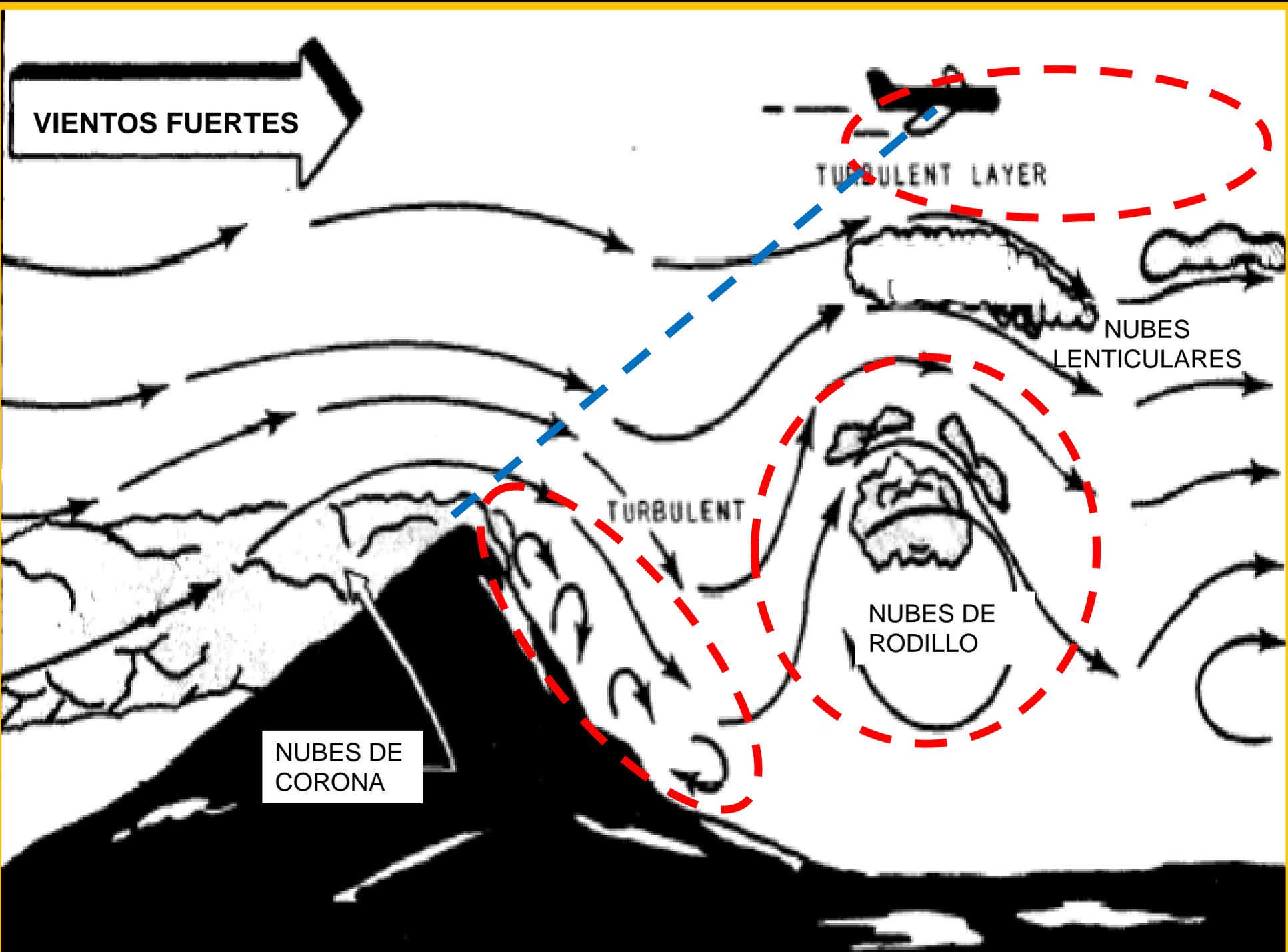
TURBULENT LAYER

NUBES LENTICULARES

TURBULENT

NUBES DE RODILLO

NUBES DE CORONA





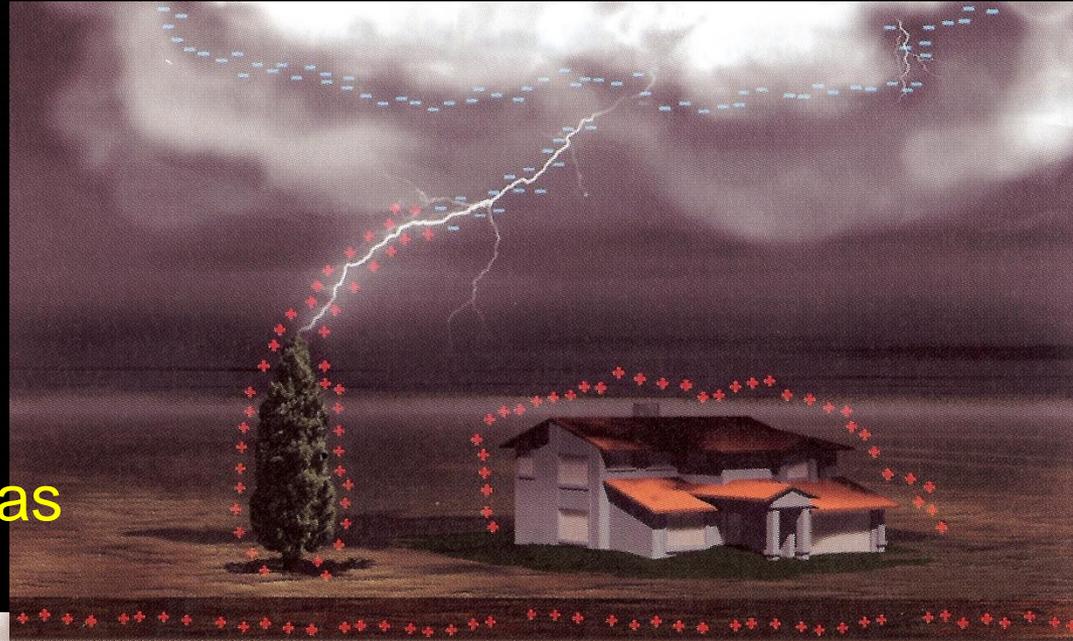
**...PROBLEMAS...**  
Cursos 2010



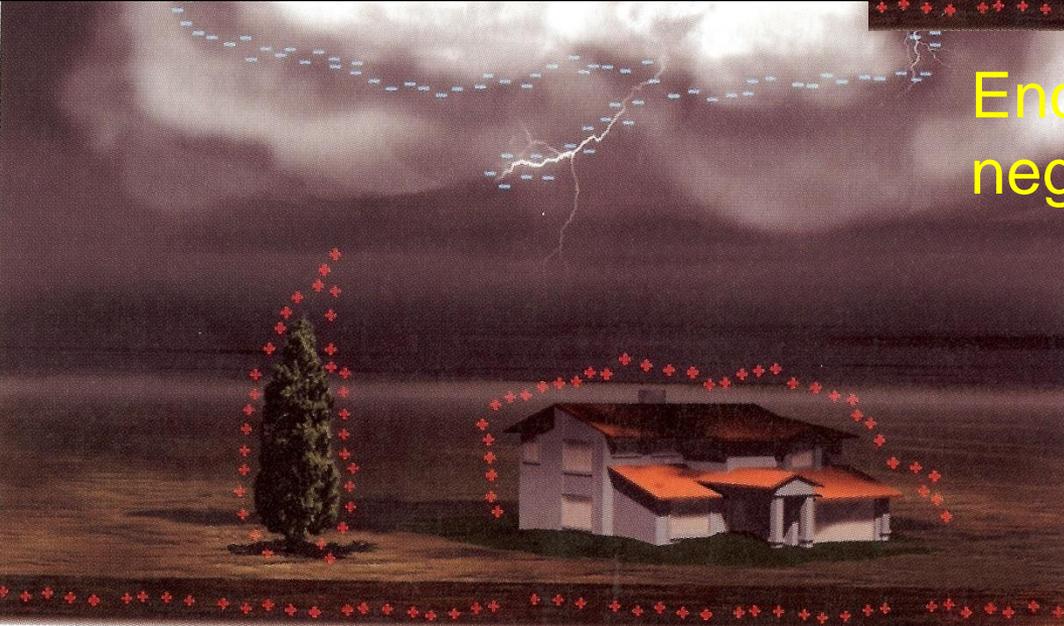
**forex**  
Incendios forestales

# RAYOS

Caída de un paquete de cargas negativas de la nube



Encuentro de cargas positivas y negativas



# RAYOS





**forex**  
Incendios forestales

**FIN**