

# CICLONI TROPICALI

## Premesse

Prima di poter discutere dei cicloni tropicali è il caso di accennare brevemente alla situazione climatica che caratterizza la fascia tropicale, cioè la fascia estesa tra il parallelo 23°N ed il parallelo 23°S, in quanto il tempo meteorologico in quest'area è notevolmente diverso rispetto a quello che troviamo alle latitudini medie.

Facendo riferimento a quanto visto, discutendo di insolazione e di circolazione generale dell'atmosfera, dovrebbe essere noto come nella fascia tropicale si abbiano i contributi maggiori in termini di insolazione e quindi di riscaldamento, con conseguente persistenza di condizioni favorevoli all'insorgenza di fenomeni temporaleschi. Poiché tale condizione si mantiene per tutto l'arco dell'anno, il clima non è caratterizzato dalla presenza di 4 stagioni, ma piuttosto si individuano due situazioni distinte caratterizzate da un diverso apporto in termini di precipitazioni. Si vengono così ad determinare una stagione secca ed una stagione umida o delle piogge.

I venti nei tropici sono essenzialmente definiti a partire dal fenomeno della circolazione generale dell'atmosfera e soffiano, nell'emisfero boreale, da est o

da nord-est, ovvero da sud o da sud-ovest nell'emisfero australe (regime di vento permanente degli Alisei), i quali convergono in corrispondenza della zona di convergenza intertropicale (ITCZ), che si sposta in funzione del periodo dell'anno considerato (Fig. 1).

Come conseguenza delle limitate variazioni della pressione, spesso si preferisce tracciare le linee di flusso del vento piuttosto che le isobare (Fig. 2).

Occasionalmente l'andamento di queste linee di flusso viene disturbato dalla presenza di deboli saccature, chiamate onde tropicali oppure onde orientali (Tropical Waves o Easterly Waves). Queste onde, della lunghezza di 2500km sono caratterizzate da un movimento lento, compreso tra 10 e 20 nodi, da est verso ovest (Fig. 3).

In taluni casi, in concomitanza con altri fattori che vedremo, a partire da queste onde possono realizzarsi le condizioni adatte allo sviluppo di un ciclone tropicale.

Va inoltre osservato che con il termine "ciclone tropicale" intendiamo una potente depressione che si forma nelle regioni tropicali e costituisce un fenomeno violento e talora distruttivo.

A seconda dell'intensità del fenomeno e degli effetti devastanti si distinguono: la depressione tropicale, la tempesta tropicale e l'uragano.

A seconda delle zone geografiche i cicloni tropicali vengono chiamati con nomi diversi: willy-willy in Australia, ciclone nell'Oceano Indiano; nell'Oceano Pacifico si usa il termine tifone dal cinese "tai fung" che significa grande vento; nell'Oceano Atlantico, infine, il termine in uso è uragano, dal nome indio Hundrakan, la divinità dei temporali.

Normalmente vengono identificati secondo i seguenti criteri:

- Ordine alfabetico.
- Alternanza di un nome maschile e femminile.

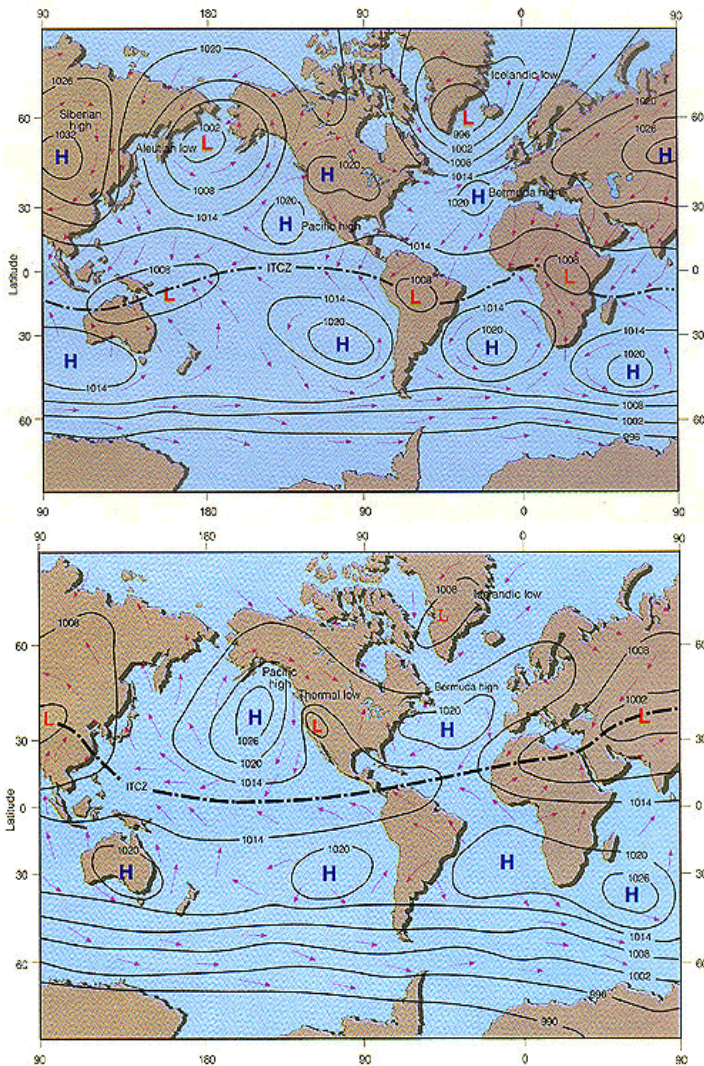


Fig. 1 Zona di convergenza intertropicale ICTZ (nei mesi di gennaio, in alto e di luglio, in basso).

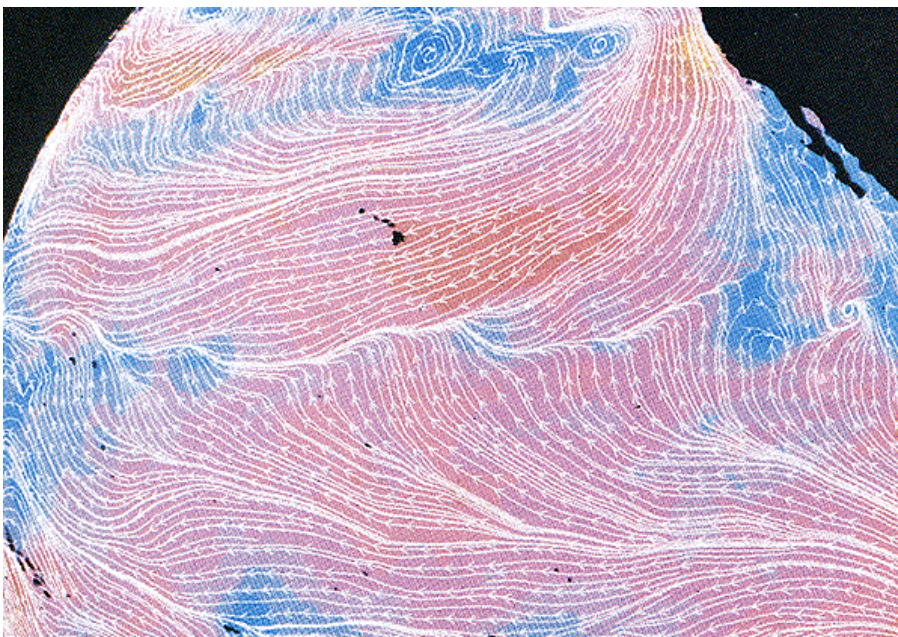


Fig. 2 Linee di flusso dei venti.

## CICLONI TROPICALI

### Struttura del ciclone tropicale

Dal punto di vista tecnico il ciclone tropicale è una profonda depressione, di limitata estensione, che si origina sopra gli oceani tra gli 8° e i 15° di latitudine nord e sud dove comincia ad essere significativa la forza di Coriolis. Questi cicloni non si formano invece nei pressi dell'equatore, dove tale forza è invece minima.

Le depressioni che, a causa dell'intensa evaporazione e della risalita per convezione si formano in queste zone, ruotano in senso antiorario nell'emisfero nord e in senso orario nell'emisfero sud.

Una depressione si trasforma in ciclone se viene mantenuta attiva dalla presenza in quota di venti rotanti che aspirano parte dell'aria ascendente.

Un ciclone tropicale ha una forma quasi perfettamente circolare che viene rappresentata su una carta meteorologica come una serie di isobare concentriche e fitte, al cui centro, detto occhio del ciclone, la pressione atmosferica scende anche a meno di 950hPa.

Il gradiente barico è pertanto elevatissimo ed i venti impetuosi, rivolti verso l'interno, formano con le isobare angoli di 30°, mentre al centro il loro movimento tende a divenire circolare.

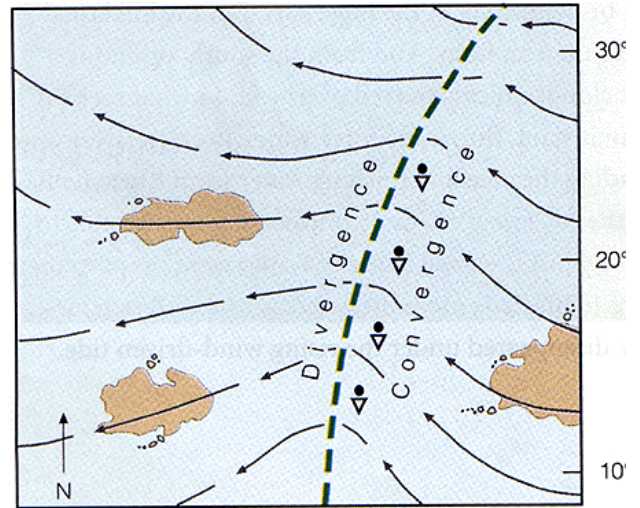


Fig. 3 Tropical waves o Eastern waves.

La loro velocità, che aumenta dalla periferia al centro, raggiunge i 250 km/h.

I venti caldi e umidi, convergendo verso il minimo di pressione, si innalzano bruscamente nel loro movimento vorticoso verso il centro del ciclone.

L'intero sistema presenta mediamente un diametro di 300km. Con valori estremi compresi tra 200 a 700km. In media sono attivi per un intervallo di tempo compreso tra 3 e 15 giorni. Essendo più piccoli di un ciclone delle medie latitudini, ruotano più velocemente.

Le condizioni di partenza affinché si sviluppi un uragano sono una temperatura delle acque superficiali dell'oceano di almeno 26-27°C, condizioni di bassa pressione al livello del mare e di alta pressione in quota. Nell'emisfero boreale queste condizioni possono essere raggiunte a cavallo dei mesi di luglio e settembre, mentre, nell'emisfero australe il periodo più favorevole è quello compreso tra gennaio e marzo. Non si manifestano invece nelle aree caratterizzate dalla presenza di correnti oceaniche fredde, come per esempio il sud atlantico ed il sud pacifico in corrispondenza del Perù.

Tra la base e la sommità di questa vera e propria macchina termica possono esserci differenze di temperatura anche di 100 gradi (da +25° a -75°).

Nel centro del ciclone, che ha

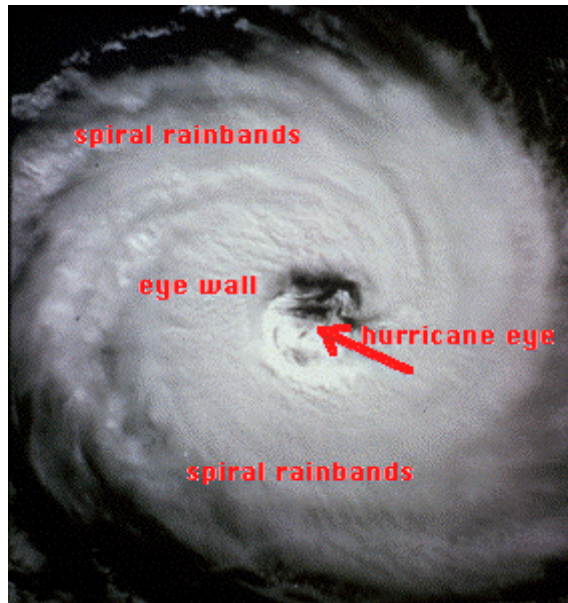


Fig. 4 Anatomia di un ciclone tropicale. Uragano John.

un diametro di circa 25-30 chilometri, l'aria scende mantenendo temperature alte e scarsa umidità; il cielo si mantiene perciò limpido, con solo qualche cirro e si hanno condizioni di calma di vento.

Intorno all'occhio l'aria sale velocemente, con moto rotatorio, definendo una colonna convettiva di aria calda e umida proveniente dalla superficie oceanica. La colonna convettiva ascendente può raggiungere l'altezza di 15 chilometri dove, trovando la strada bloccata dall'alta pressione, si allarga a ventaglio e produce una parete torreggiante di cumulonembi dai quali possono cadere fino a 5 cm di pioggia in un'ora.

La condensazione e la precipitazione liberano massicce quantità di calore latente che definiscono l'approvvigionamento energetico del ciclone stesso.

I venti rendono il mare agitato per centinaia di chilometri dall'occhio del ciclone e causano mareggiate in grado di sommergere tratti di costa e di mettere in grossa difficoltà anche grosse navi. La violenza dei venti è massima nelle zone periferiche, dove la loro forza distruttrice, accompagnata da nubifragi, può investire aree di grande vastità causando danni spaventosi.

Successivamente, muovendosi verso latitudini più elevate, il ciclone incontra acqua più fredda che riduce l'apporto di vapore ed energia.

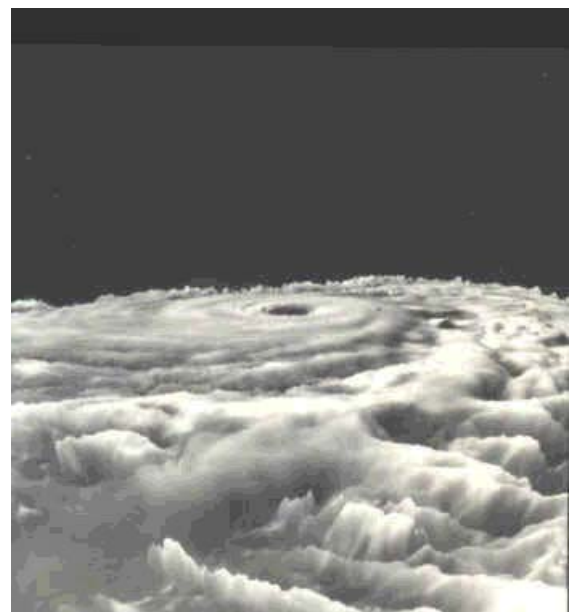


Fig. 5 L'uragano Diana fotografato dal satellite TIROS al di sopra delle nubi.

## CICLONI TROPICALI

Vapore ed energia diminuiscono ulteriormente quando il ciclone si sposta sulla terra dove aumentano anche le perdite per attrito.

Alla fine il ciclone svanisce o si trasforma in un ciclone extratropicale di medie latitudini se incontra aria fredda umida.

Il mare fornisce dunque l'energia necessaria a mettere in moto il fenomeno, sotto forma di calore. Il flusso di calore dal mare può raggiungere i 60.000 miliardi di calorie al secondo. Questa cessione di calore provoca un abbassamento della temperatura della superficie del mare, riducendo la possibilità che altri fenomeni dello stesso tipo si possano ripetere entro breve tempo. Questi cicloni interessano esclusivamente sei regioni oceaniche tropicali e subtropicali: Golfo del Messico e Mar dei Caraibi, Mare Cinese e Pacifico nord-occidentale, Golfo Persico e del Bengala, coste occidentali del Messico e dell'America Centrale, Oceano Indiano meridionale e Pacifico sud-occidentale (Fig. 6).



**Fig. 6** Aree maggiormente interessate dall'insidia dei cicloni tropicali.

In genere, i cicloni si spostano a velocità non molto elevata, compresa tra i 20 e i 100km/h. Il loro sviluppo e il percorso sono oggi seguiti da satelliti; in questo modo gli uffici meteorologici sono in grado di preavvisare tempestivamente le località interessate.

### Genesi ed evoluzione del ciclone tropicale

La nascita dei cicloni tropicali avviene in mare aperto ed in prossimità dell'equatore, ma comunque a latitudini superiori ai 5°, ove si hanno le indispensabili ed ingenti quantità di massa d'aria calda e umida.

La teoria più accettata circa la loro formazione è la seguente: il perdurare del bel tempo in una zona equatoriale tropicale determina a causa dell'azione dei raggi solari il surriscaldamento della massa d'aria soprastante, la quale, ad un certo istante comincia ad ascendere determinando un centro d'aspirazione dei venti equatoriali e polari. Questi venti convergendo al centro producono un moto rotatorio. Se il processo è sufficientemente alimentato è possibile passare dalla semplice depressione tropicale a processi via via più violenti ed energetici.

In seguito, a partire da questo moto rotatorio, si definisce un effetto centrifugo tale per cui l'allontanamento dell'aria dal centro porta ad una diminuzione della pressione. Per effetto di questa circolazione, l'aria calda e umida è costretta a salire.

Nell'ascesa dell'aria il vapore acqueo contenuto in essa condensa rapidamente con conseguente liberazione del calore latente; l'aria si alleggerisce ancora e, salendo con maggiore energia, determina un afflusso sempre più elevato di aria calda e umida dalle zone circostanti che, a sua volta, comincia ad ascendere sempre più rapidamente, determinando così il progressivo sviluppo del turbine ciclonico dovuto all'ingente condensazione di vapore acqueo.

Il ciclone così formato oltre al moto di rotazione possiede un moto di traslazione dovuto all'impulso delle correnti atmosferiche che sono molto intense.

Il moto di traslazione dei cicloni nell'emisfero boreale è inizialmente da SE a NW e poi, uscendo dalla zona tropicale, invertono la marcia dapprima verso N e poi verso NE, per effetto del proseguivo aumento della Forza di Coriolis.

Nell'emisfero australe il moto è simmetrico.

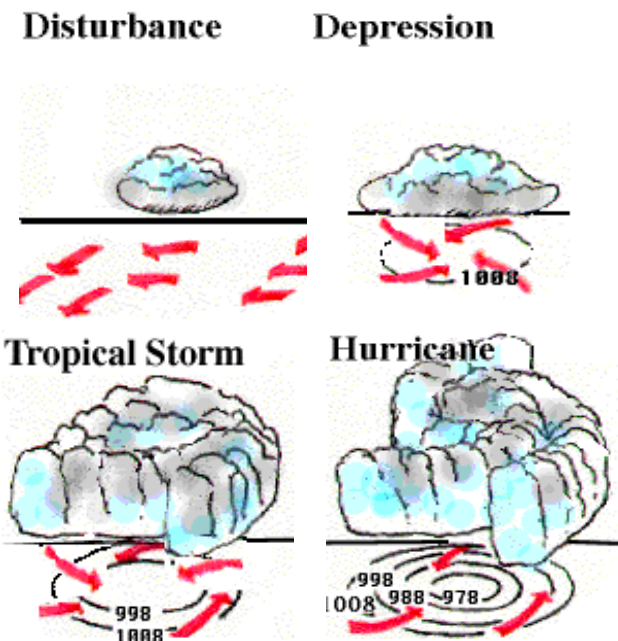
La traiettoria media risulta approssimativamente quella degli anticicloni oceanici mettendo così in evidenza l'effetto delle correnti superiori dell'atmosfera sul movimento dei cicloni.

Da osservare che man mano che il ciclone si sviluppa lo stesso accresce in diametro perché il moto si propaga a masse d'aria sempre maggiori, ma nel tempo stesso diminuisce la forza del vento.

Il loro diametro, che inizialmente non supera i 50km, può raggiungere un'ampiezza, nella fase di completo sviluppo, di 700km.

La velocità di traslazione varia con una media di 400-600km al giorno e, generalmente, diminuisce in prossimità del vertice della parabola che ne caratterizza la traiettoria.

Le distruzioni che provocano gli uragani sono dovute ai fortissimi venti ed alle precipitazioni alluvionali. Si comprende quindi come sia della massima importanza prevedere con il



**Fig. 7** In senso orario vengono illustrate le fasi dello sviluppo di un ciclone tropicale da depressione tropicale a uragano. Si noti il valore della pressione nel centro.

**CICLONI TROPICALI**

maggior anticipo possibile il passaggio di queste perturbazione onde poter predisporre tutti i mezzi necessari per ridurre i danni da essi provocati.

**Caratteristiche fisiche**

Lo studio delle caratteristiche fisiche del ciclone tropicale passa attraverso lo studio della temperatura, della pressione e dell'intensità del vento.

Lo studio della temperatura, specie degli oceani interessati dal fenomeno è, come abbiamo visto, un aspetto molto importante ai fini della previsione.

L'andamento della pressione nei momenti precedenti la formazione del ciclone non presenta variazioni sensibili. Notevole è invece la variazione tra centro della depressione (Po) e l'estrema periferia (Pn).

La velocità del vento è invece influenzata dalla presenza degli alisei, i quali, suddividendo idealmente il ciclone in due semicerchi, da un lato ne incrementano l'intensità, essendo concordi alla direzione del vento nel ciclone, dall'altro la riducono. Vengono così identificati il semicerchio pericoloso e quello maneggevole, caratterizzati, rispettivamente dalle intensità di vento massime e minime.

A questo proposito vale la pena di osservare che la via migliore per evitare un ciclone tropicale non è tanto quella di quella di sfuggirgli, quanto quella di portarsi nel semicerchio maneggevole.

A partire dalla relazione:

$$v_{max} = 16 (P_n - P_o)^{1/2}$$

è possibile determinare l'intensità massima del vento.

In base all'intensità del vento i cicloni tropicali si possono classificare nel seguente modo:

- Depressione Tropicale ( $v \leq 33kn$ )
- Tempesta Tropicale ( $33kn < v \leq 63kn$ )
- Uragano ( $v > 63kn$ )

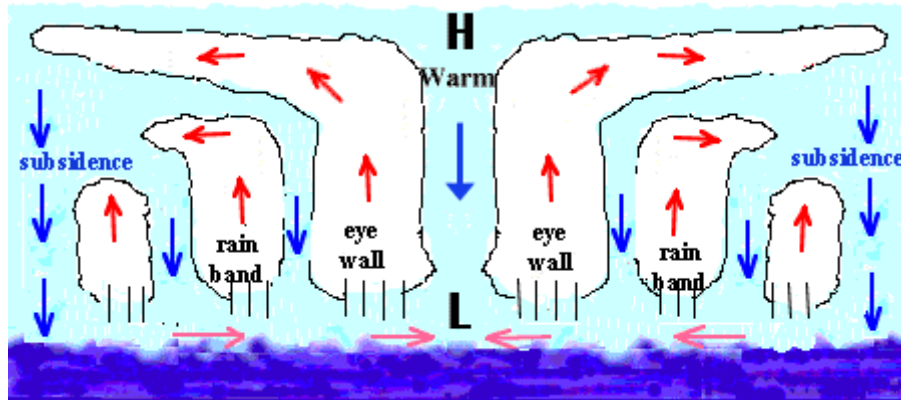
**Effetti associati alla presenza di un ciclone tropicale**

L'ascesa dell'aria, data la grande umidità, provoca immediatamente la condensazione del vapore acqueo dando origine ai nubi. Tale innalzamento d'aria continua fino a grandi altezze per effetto dell'energia della massa stessa determinata dal calore latente di condensazione.

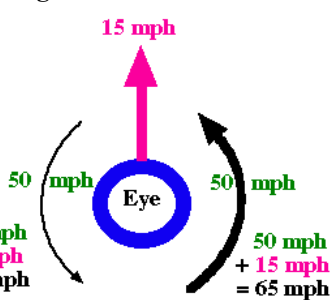
Durante questa ascesa la condensazione del vapore acqueo determina delle spesse nubi di convezione dalle quali la pioggia cade incessantemente; a grandi altezza è possibile distinguere una grande distesa di cirri.



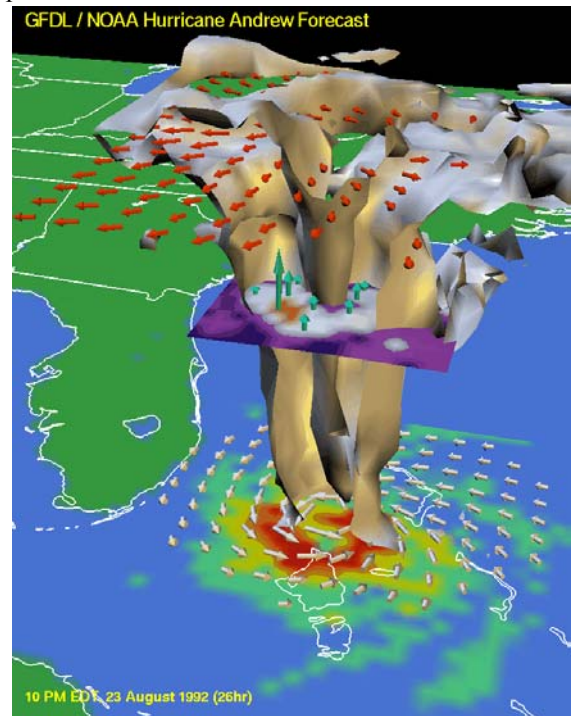
**Fig. 8** Traiettorie seguita dall'uragano Georges. Si noti come l'interazione con il suolo americano abbia impedito all'uragano di proseguire nella traiettoria evidenziata.



**Fig. 9** Sezione di un ciclone tropicale.



**Fig. 10** Semicerchio pericoloso e maneggevole.



**Fig. 11** Elaborazione dello sviluppo verticale dell'uragano Andrew.

## CICLONI TROPICALI

Man mano che l'aria sale liberandosi del vapore acqueo, sottoposta alla forza centrifuga, viene allontanata verso la periferia e, diventata più fredda a causa del rapido movimento ascendente, determina un anello periferico di pressione alquanto maggiore rispetto al valore normale.

Questa corrente allontana le nubi più alte, cioè i cirri, le quali sembrano uscire dal centro del ciclone dando all'osservatore una prima indicazione della direzione dell'uragano. I cirri, che si presentano in pennacchi divergenti, essendo formati da piccoli aghi di ghiaccio, decomponendo la luce solare, fanno apparire al sorgere e al tramonto del sole le nubi di colore rossastro.

In mare risulta inoltre che la visibilità è inspiegabilmente troppo buona, che le nubi, come già accennato, si irradiano da un unico punto dell'orizzonte, mentre è possibile registrare la presenza di onde lunghe, con periodo doppio rispetto a quello normale.

Nella tabella seguente vengono riportati gli effetti dei cicloni, in funzione della loro violenza, secondo la scala di Saffir e Simpson:

<u>Categoria</u>	<u>Velocità del vento (km/h)</u>	<u>Effetti tipici (solo indicativo)</u>	<u>Cicloni</u>
1	meno di 125	Nessun danno alle case. Alcuni danni al raccolto, alberi e prefabbricati. I natanti possono trascinare gli ormeggi.	
2	125 - 170	Danni ai tetti delle case. Danneggiamenti significativi alla segnaletica, alberi e prefabbricati. Danni pesanti al raccolto. Rischio di mancanza di energia. Piccole imbarcazioni possono rompere gli ormeggi.	
3	170 - 225	Danni a piccole case. Abbattimento di grandi alberi. Alcuni tetti e strutture danneggiate. Qualche prefabbricato distrutto. Probabile interruzione di energia.	Winifred
4	225 - 280	Molti tetti distrutti e danni alle strutture. Molti prefabbricati distrutti e trasportati in aria. Pericolosi oggetti in aria. Pericolo di allagamento. Interruzioni di energia molto estese.	Tracy
5	più di 280	Estremamente pericoloso con distruzione molto estesa a case ed insediamenti industriali, specie se situati in prossimità della costa.	Orson

### Cenno alla forza distruttiva del ciclone tropicale

Al passaggio di un ciclone tropicale si registrano variazioni della pressione dell'ordine dell'8%, se non più, in tempi brevissimi.

Se pensiamo che all'interno di una casa ho una pressione di 1 atmosfera, corrispondente ad  $1\text{kg/cm}^2$ , ecco che, al passaggio del ciclone, sul tetto dell'abitazione agirà una differenza di pressione pari a:

$$\Delta P = 1 - 0,92 = 0,08\text{kg/cm}^2 = 800\text{kg/m}^2$$

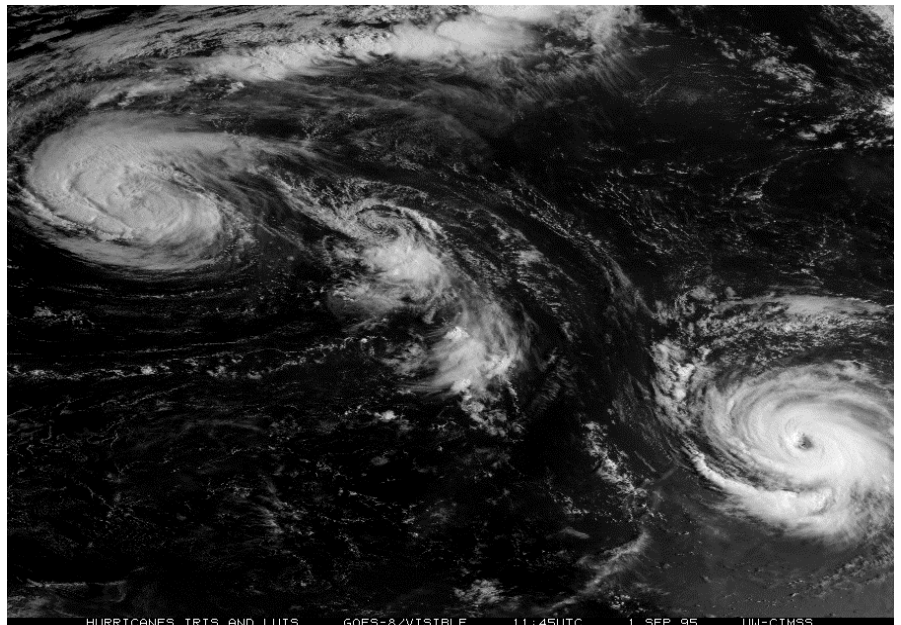
Se il tetto ha una estensione di  $5 \times 15\text{m}$ , corrispondente ad una superficie (S) di  $75\text{m}^2$  ecco che possiamo determinare che sullo stesso agisce una forza pari a:

$$F = \Delta P S = 800 \cdot 75\text{kg} = 60.000\text{kg} = 60\text{t}$$

il che spiega come sia possibile che il fenomeno possa arrivare a scoperchiare una casa.

### Riferimenti Bibliografici

- ❑ Abate "Lezioni di meteorologia generale" Ed. Liguori, Napoli
- ❑ Ahrens, "Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment" Brooks & Cole Pub Co.
- ❑ Barry, Chorley "Atmosphere, weather & climate" Ed. Routledge, Londra
- ❑ <http://apollo.lsc.vsc.edu/>
- ❑ <http://freeweb.dnet.it/paginapersonale/tropici.htm>
- ❑ <http://spazioweb.inwind.it/Terra/Atmosfera/ciclotropico.htm>
- ❑ Sannino "Meteorologia Nautica" Ed. Italtibri
- ❑ [www.meteolive.it](http://www.meteolive.it)
- ❑ [www.sneadsferry.com/hurricane](http://www.sneadsferry.com/hurricane)



**Fig. 12** Uragani Iris e Luis fotografati dal satellite in data 1° settembre 1995.