



UNIVERSITÀ  
POLITECNICA  
DELLE MARCHE

*Corso di laurea: Scienze Ambientali e Protezione Civile*

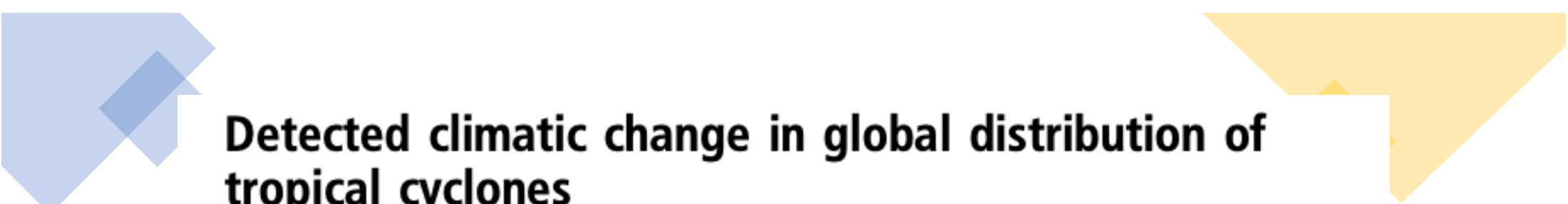
*Anno accademico: 2022/2023*

# **Cambiamenti climatici nella distribuzione globale dei cicloni tropicali**







*Detected climatic change in global distribution of tropical  
cyclones*

*Candidato:  
Riccardo Bellagamba*

*Relatore:  
prof. Fausto Marincioni*



# Detected climatic change in global distribution of tropical cyclones

Hiroyuki Murakami<sup>a,b,c,1</sup> , Thomas L. Delworth<sup>b,d</sup> , William F. Cooke<sup>a,b</sup> , Ming Zhao<sup>b</sup> , Baoqiang Xiang<sup>a,b</sup> , and Pang-Chi Hsu<sup>e,1</sup> 

<sup>a</sup>Cooperative Programs for the Advancement of Earth System Science, University Corporation for Atmospheric Research, Boulder, CO 80307; <sup>b</sup>Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration, Princeton, NJ 08540; <sup>c</sup>Meteorological Research Institute, Tsukuba, Ibaraki 305-0052, Japan; <sup>d</sup>Atmospheric and Oceanic Sciences Program, Princeton University, Princeton, NJ 08544; and <sup>e</sup>Key Laboratory of Meteorological Disaster of Ministry of Education, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing, Jiangsu 210044, China

Edited by Kerry A. Emanuel, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, and approved March 23, 2020 (received for review December 20, 2019)

Owing to the limited length of observed tropical cyclone data and the effects of multidecadal internal variability, it has been a challenge to detect trends in tropical cyclone activity on a global scale. However, there is a distinct spatial pattern of the trends in tropical cyclone frequency of occurrence on a global scale since 1980, with substantial decreases in the southern Indian Ocean and western North Pacific and increases in the North Atlantic and central Pacific. Here, using a suite of high-resolution dynamical model experiments, we show that the observed spatial pattern of trends is very unlikely to be explained entirely by underlying multidecadal internal variability; rather, external forcing such as greenhouse gases, aerosols, and volcanic eruptions likely played an important role. This study demonstrates that a climatic change in terms of the global spatial distribution of tropical cyclones has already emerged in observations and may in part be attributable to the increase in greenhouse gas emissions.

attributable to increases in emissions of greenhouse gases (Fig. 1A and refs. 13 and 14). In contrast, the annual number of global TCs exhibits no clear trend and has remained steady at around 86 since 1980 (Fig. 1B and ref. 15). The presence of large interannual and decadal variations (the SD of the annual mean number is eight as an indication of interannual variability; Fig. 1B) may suggest no significant trend for global TC activity. However, when we look at a global map of the trend in TC frequency of occurrence (TCF; *Observed Data*) since 1980 (Fig. 1D), there is a pronounced spatial pattern in the trends, namely, decreasing trends in the southern Indian Ocean, western North Pacific, Coral Sea off the northeast coast of Australia, and the far eastern tropical North Pacific, but increasing trends in the Arabian Sea, central Pacific including Hawaii, and the North Atlantic. We wish to assess whether anthropogenic climate change could play a role in driving this spatial pattern in the global trends of TCF.

# INTRODUZIONE

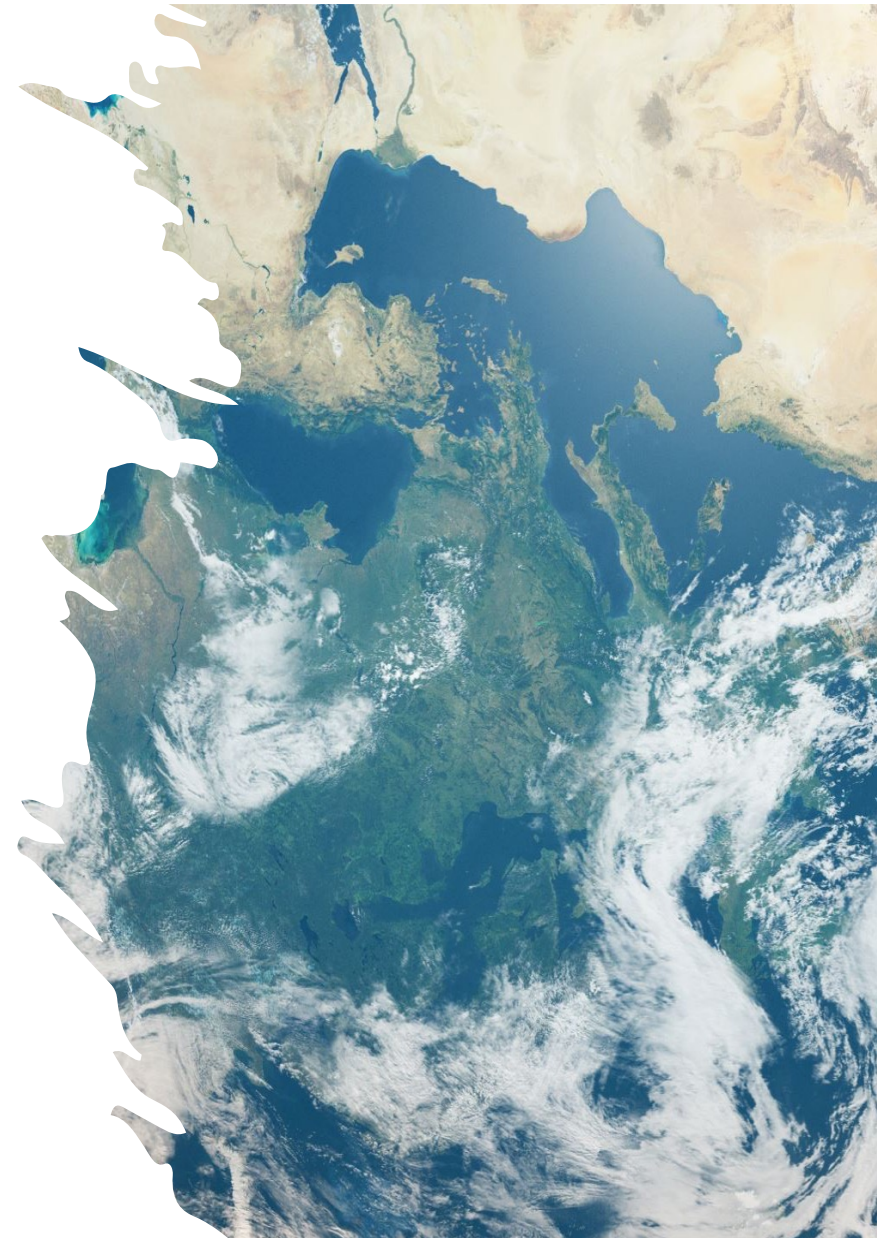
Art. «Detected climatic change in global distribution of tropical cyclones»



Cambiamento climatico



Distribuzione e frequenza globale dei cicloni tropicali



# I CICLONI TROPICALI



Sicurezza  
umana

Sicurezza  
ambientale

Sicurezza  
economica

*Ciclone «bomba» nel sud del Brasile, luglio 2020.*

# IL CICLONE TROPICALE

## DEFINIZIONE:

è un sistema temporalesco circolare che si origina in acque calde tropicali, è caratterizzato da bassa pressione, vento forte e piogge intense

IL SISTEMA TEMPORALESCO è in grado di:

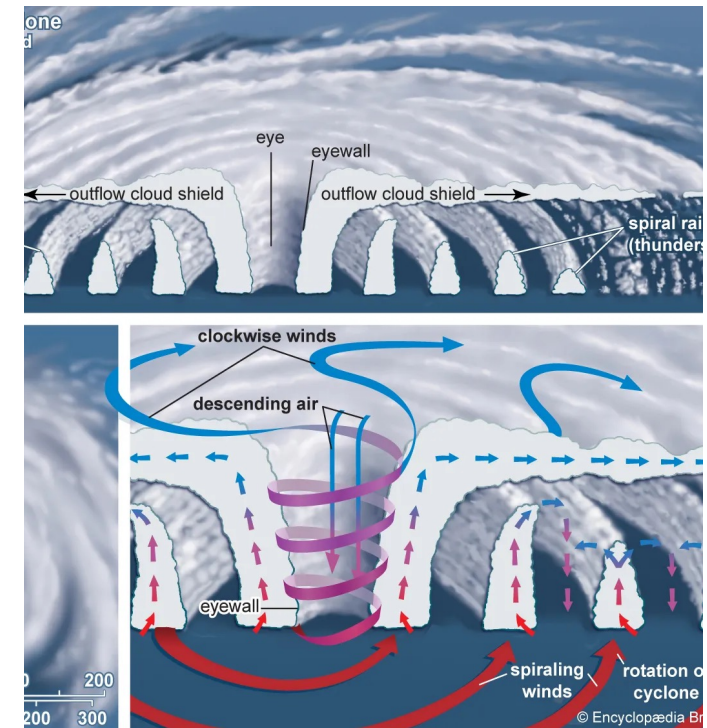
Captare energia dal mare

Autoalimentarsi generando:

- venti forti
- piogge intense
- onde di grandi dimensioni

PERICOLO **X**

Rappresentano un pericolo per le zone costiere nelle aree tropicali e subtropicali del mondo



Zehnder, Joseph A.. "tropical cyclone". *Encyclopedia Britannica*

# IN CHE MODO L'ATTIVITA' ANTROPICA INFLUENZA I CICLONI TROPICALI?

RACCOLTA DATI

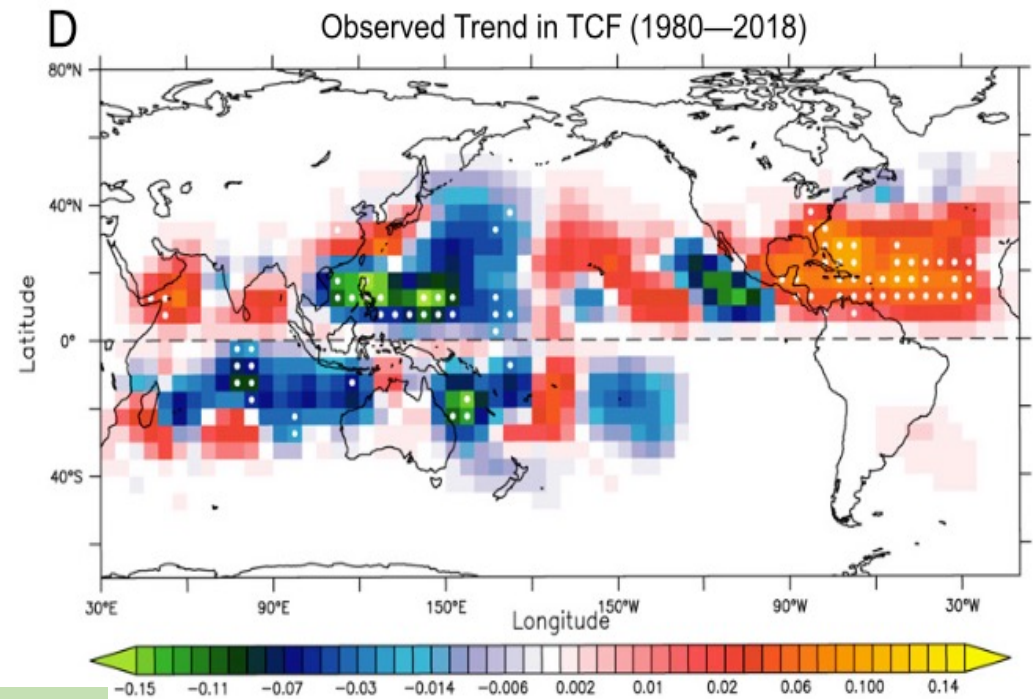


LIMITI

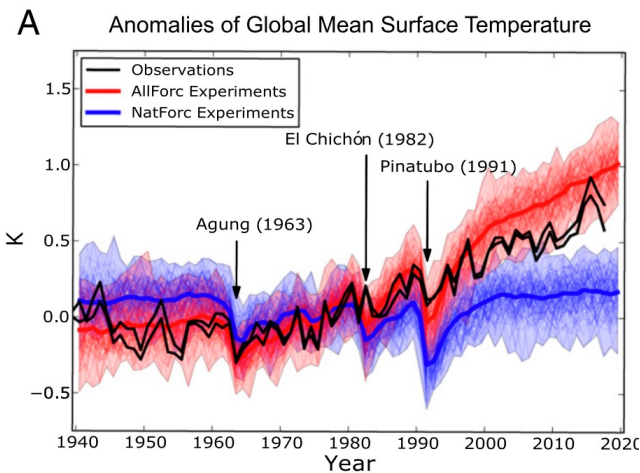
- Insufficienza tecnologica
- Variabilità dei dati

DISTRIBUZIONE  
GEOGRAFICA

FREQUENZA

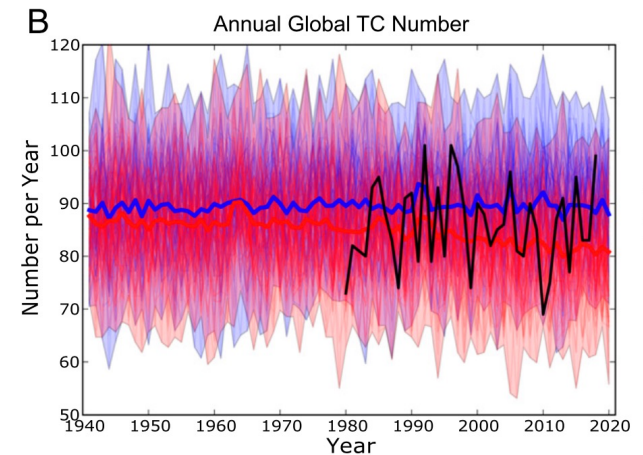


Inoltre ci sono vari studi come la migrazione verso i poli dei cicloni tropicali (rif. 1) o il loro rallentamento (Rif 2), ma ci sono incertezze al riguardo sull'affidabilità dei dati osservati in



Molti studi hanno dimostrato che la temperatura media globale è in aumento a partire dalla metà del 20esimo secolo e che l'aumento in atto è imputabile alle emissioni dei gas serra (vedi fig A- rif.3 e 4)

Al contrario, il numero annuale di cicloni tropicali non ha mostrato una chiara tendenza ed è rimasto stabile intorno a 86 dal 1980 (vedi fig B rif.5)



# QUALI SONO I PRINCIPALI FATTORI CHE ALTERANO L'ATTIVITA' DEI CICLONI?

## METODO DI ANALISI STATISTICA SVD (Decomposizione in valori singolari)

distingue una crescita a lungo termine non lineare da altre modalità interne naturali.

Analisi ha identificato 2 modelli principali

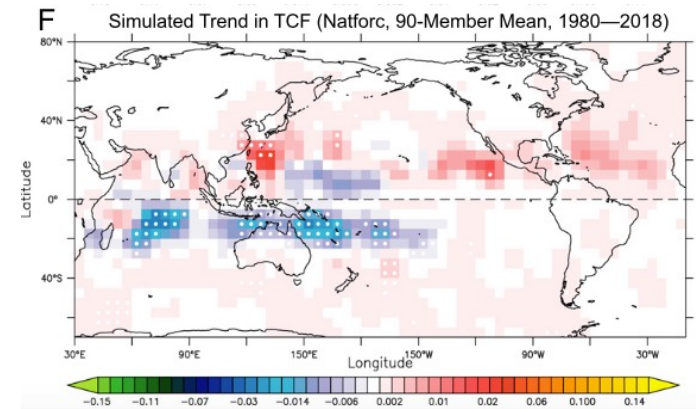
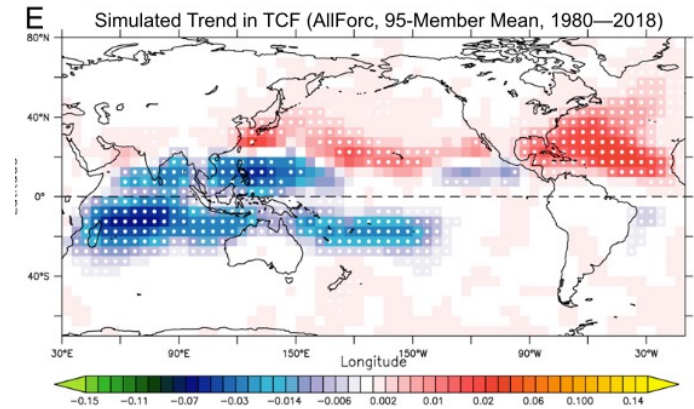
Variabilità naturale

Variabilità osservata

Confronto con simulazioni di modelli climatici

ALLFORC

NATFORC





## COME SI PUO' AFFRONTARE QUESTO CAMBIAMENTO?



## CONCLUSIONI

Secondo lo studio, infatti le variazioni a livello geografico dipendono da:

### ❖ GAS SERRA



riscaldano l'atmosfera e gli oceani contribuendo così alla formazione dei cicloni tropicali



### ❖ AEROSOL



il particolato e gli aerosol contribuiscono alla formazione delle nuvole che sono in grado di riflettere la radiazione solare e di abbassare così le temperature superficiali degli oceani

### ❖ ERUZIONI VULCANICHE



contribuiscono alla formazione dei cicloni tropicali. Le ultime eruzioni più importanti sono state: El Chichón in Messico nell'82 e di Pinatubo nelle Filippine nel '91 che hanno raffreddato l'emisfero settentrionale favorendo l'attività dei cicloni tropicali più a sud





Un calo dell'inquinamento fa aumentare la temperatura degli oceani.



Per questo motivo vi è un aumento dei cicloni tropicali nel nord atlantico



In futuro i gas serra potrebbero contribuire a rallentare la frequente formazione di cicloni tropicali, ma allo stesso tempo potrebbero anche rafforzare la loro intensità



La certezza dei dati rimane comunque limitata, dunque è necessario continuare a monitorare questi fenomeni



# RIFERIMENTI

1- J. P. Kossin, K. A. Emanuel, G. A. Vecchi, *The poleward migration of the location of tropical cyclone maximum intensity. Nature* 509, 349–352 (2014).

2- P. Kossin, A global slowdown of tropical-cyclone translation speed. *Nature* 558, 104–107 (2018).

3-IPCC, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge University Press, 2013).

4-N. L. Bindoff et al., “Detection and attribution of climate change: From global to regional” in *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5*, T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, Eds. (Cambridge University Press, 2013), pp. 867–952.

5-H. Ramsay, “*The global climatology of tropical cyclones*” in *Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science*, (Oxford University Press, 2017).