

Modelos operativos de circulación atmosférica.

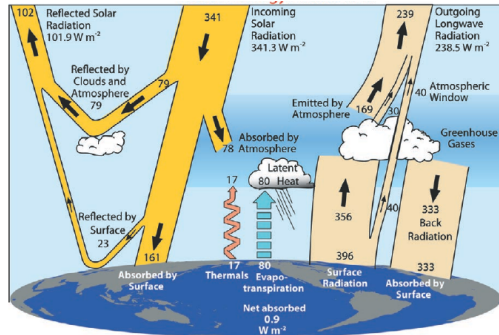
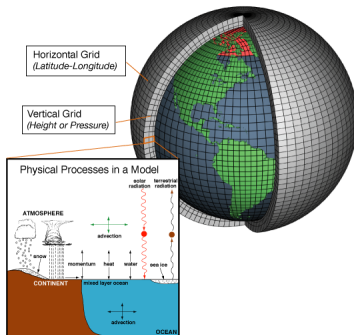
Marzo 2025



Contenido

1 Modelos operativos de circulación atmosférica.

Modelos operativos de circulación atmosférica.



Información satelital estática

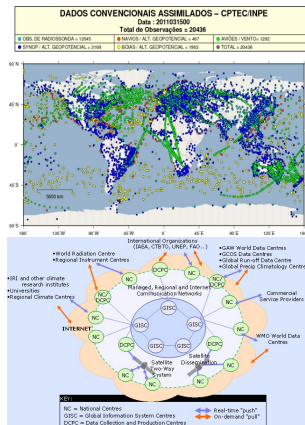
A los efectos de la simulación importa conocer las propiedades de la superficie: porcentaje de agua en el suelo, la emisividad del terreno, rugosidad, calor específico, cobertura de nieve. Los modelos de circulación general de la atmósfera definen propiedades físicas para las clases de uso del suelo en función de la clasificación de la información satelital.

Clasificación de uso del suelo IGBP del producto MODIS

Clase	Descripción	Descripción
0	Water	Agua
1	Evergreen Needleleaf forest	Bosque de coníferas de hoja perenne
2	Evergreen Broadleaf forest	Bosque de hoja ancha perenne
3	Deciduous Needleleaf forest	Bosque de coníferas de hoja caduca
4	Deciduous Broadleaf forest	Bosque de hoja ancha caduca
5	Mixed forest	Bosque mixto
6	Closed shrublands	Matorrales cerrados
7	Open shrublands	Matorrales abiertos
8	Woody savannas	Savanas arboladas
9	Savannas	Savanas
10	Grasslands	Pastizales
11	Permanent wetlands	Humedales permanentes
12	Croplands	Tierras de cultivo
13	Urban and built-up	Áreas urbanas y construidas
14	Cropland/Natural vegetation mosaic	Tierras de cultivo y mosaico de vegetación natural
15	Snow and ice	Nieve y hielo
16	Barren or sparsely vegetated	Vegetación escasa o suelo árido
254	Unclassified	Sin clasificación
255	Fill Value	Sin valor

Red de medición mundial OMM, observaciones de estado de la atmósfera

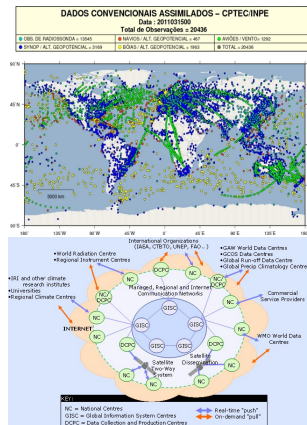
- *) estaciones de meteorología;
- *) radares meteorológico;
- *) perfiladoras de viento;
- *) información satelital;
- *) perfiles de aviones meteorológicos;
- *) boyas de acopio de datos (a la deriva y fondeadas);
- *) flotadores perfiladores oceánicos;
- *) observaciones realizadas desde buques (de la superficie marina, oceanográfica y en altitud);
- *) estaciones mareográficas,
- *) globo sondas



<http://nomads.ncep.noaa.gov/pub/data/nccf/com/gfs/prod>

Frecuencia de disponibilidad de observaciones a escala global

- 00:00 GMT
- 06:00 GMT
- 12:00 GMT
- 18:00 GMT



<http://nomads.ncep.noaa.gov/pub/data/nccf/com/gfs/prod>

Asimilación

- x_t Estado real
- x_o Observación
- x_b Información “histórica”.
- $d = x_o - x_b$ Innovación de partida.
- x_a Análisis (optimo en términos de los errores mínimos)
- $x_a = x_b + \alpha(x_o - x_b)$
- $\sigma_a^2 = (x_a - x_t)(x_a - x_t) = (1 - \alpha)^2 \sigma_b^2 + \alpha^2 \sigma_0^2$
- $\alpha = \frac{\sigma_b^2}{\sigma_b^2 + \sigma_0^2}$
- $x_a = x_b + B(B + R)^{-1}(x_o - x_b)$

Asimilación Función Costo

El objetivo es encontrar el estado atmosférico $\mathbf{x}$ que minimice una función de costo $J(\mathbf{x})$, que mide la discrepancia entre el estado del modelo y las observaciones. La función de costo típica es:

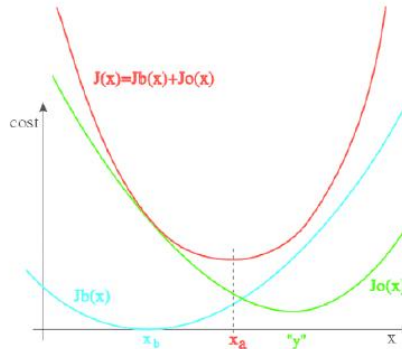
$$J(\mathbf{x}) = \frac{1}{2}(\mathbf{x} - \mathbf{x}_b)^T \mathbf{B}^{-1}(\mathbf{x} - \mathbf{x}_b) + \frac{1}{2}(\mathbf{H}(\mathbf{x}) - \mathbf{x}_o)^T \mathbf{R}^{-1}(\mathbf{H}(\mathbf{x}) - \mathbf{x}_o),$$

donde:

- $\mathbf{x}$: Estado atmosférico (por ejemplo, viento, temperatura, presión).
- $\mathbf{x}_b$: Estado de fondo (pronóstico previo del modelo).
- $\mathbf{x}_o$: Observaciones.
- $\mathbf{H}$: Operador de observación (mapea el estado del modelo al espacio de las observaciones).
- $\mathbf{B}$: Matriz de covarianza del error del estado de fondo.
- $\mathbf{R}$: Matriz de covarianza del error de las observaciones.

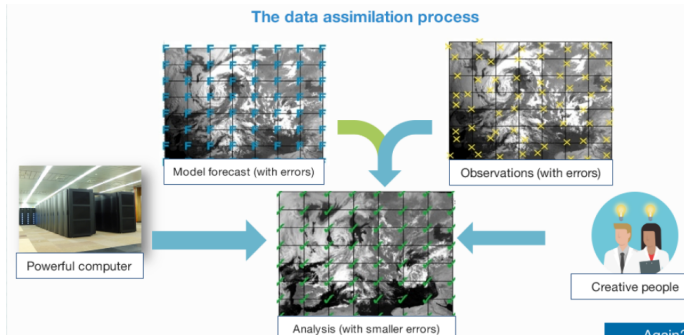
Asimilación Función Costo $J(x)$

- $J(x) = \frac{1}{2}(x - x_b)^T B^{-1}(x - x_b) + \frac{1}{2}(H(x) - x_0)^T R^{-1}(H(x) - x_0)$
- $\nabla J = B^{-1}(x - x_b) + R^{-1}(H(x) - x_0)$



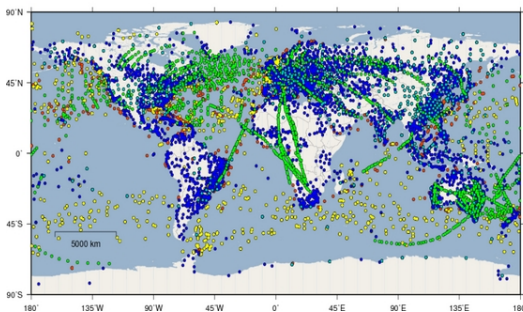
Asimilación Función Costo $J(x)$

- $J(x) = \frac{1}{2}(x - x_b)^T B^{-1}(x - x_b) + \frac{1}{2}(x - x_0)^T R^{-1}(x - x_0)$
- $\nabla J = B^{-1}(x - x_b) + R^{-1}(x - x_0)$



Asimilación de datos observados.

DADOS CONVENCIONAIS ASSIMILADOS – CPTEC/INPE					
Data : 2011031500					
Total de Observações = 20436					
● OBS. DE RADIOSSONDA = 19545	● NAVIOS / ALT. GEOPOTENCIAL = 467	● AVIÕES / VENTO = 1292			
● SYNOP / ALT. GEOPOTENCIAL = 3169	● BÓIAS / ALT. GEOPOTENCIAL = 1963	● TOTAL = 20436			



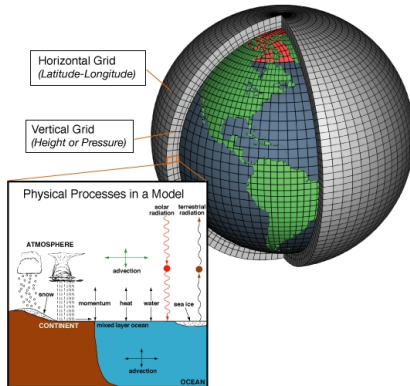
Modelos de mesoescala

Weather Research and Forecasting Model (WRF), NOAA, NCAR.

<https://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/>

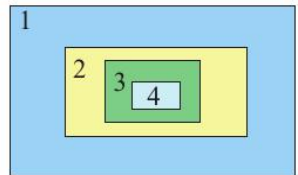
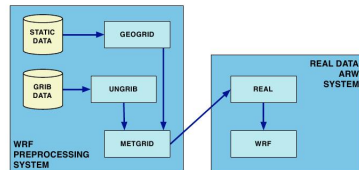
Variables GFS $\Rightarrow$ WRF

metgrid Name	metgrid Units	metgrid Description
TT	K	Temperature
UU	m s-1	U
VV	m s-1	V
RH	%	Relative Humidity
HGT	m	Height
TT	K	Temperature at 2 m
RH	%	Relative Humidity at 2 m
UU	m s-1	U at 10 m
VV	m s-1	V at 10 m
PSFC	Pa	Surface Pressure
PMSL	Pa	Sea-level Pressure
SM000010	kg m-3	Soil Moist 0-10 cm below grn layer (Up)
SM010040	kg m-3	Soil Moist 10-40 cm below grn layer
SM040100	kg m-3	Soil Moist 40-100 cm below grn layer
SM100200	kg m-3	Soil Moist 100-200 cm below gr layer
SM010200	kg m-3	Soil Moist 10-200 cm below gr layer
ST000010	K	T 0-10 cm below ground layer (Upper)
ST010040	K	T 10-40 cm below ground layer (Upper)
ST040100	K	T 40-100 cm below ground layer (Upper)
ST100200	K	T 100-200 cm below ground layer (Bottom)
ST010200	K	T 10-200 cm below ground layer (Bottom)
SEAICE	proprtn	Ice flag
LANDSEA	proprtn	Land/Sea flag (1=land, 0 or 2=sea)
SOILHGT	m	Terrain field of source analysis
SKINTEMP	K	Skin temperature (can use for SST also)
SNOW	kg m-2	Water equivalent snow depth
SOILCAT	Tab4.213	Dominant soil type cat.(not in GFS file)
VEGCAT	Tab4.212	Dominant land use cat. (not in GFS file)



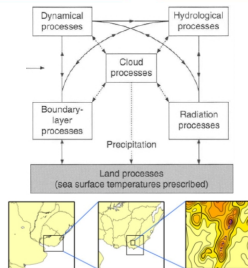
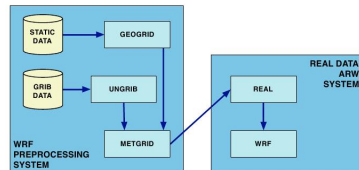
Modulos WRF-Anidamiento

- GEOGRID se define el tamaño y ubicación de las grillas. El programa, adquiere la información geográfica de base.
- UNGRIB determina el formato en el cual se leen y escriben los archivos GRIB o GRIB2.
- METGRID realiza una interpolación en el plano horizontal de la información de las variables meteorológicas.
- REAL ajusta las condiciones de frontera en función del paso temporal definido, y los niveles de discretización vertical.
- WRF es el modelo numérico, en si mismo.
- Posibilidad de anidamiento del modelo. Cada nueva simulación se vincula con la información generada por el dominio padre.



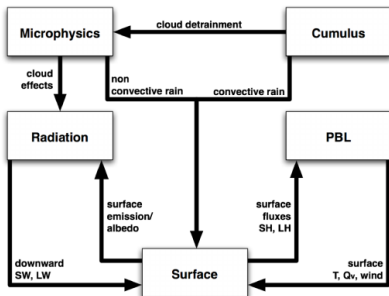
Modulos WRF-Anidamiento

		Rad	MP	CP	PBL	Sfc
Atmospheric	Momentum			i	io	
State or	Pot. Temp.	io	io	io	io	
Tendencies	Water Vapor	i	io	io	io	
	Cloud	i	io	o	io	
	Precip	i	io	o		
Surface	Longwave Up	i				o
Fluxes	Longwave Down	o				i
	Shortwave Up	i				o
	Shortwave Down	o				i
	Sfc Convective Rain			o		i
	Sfc Resolved Rain		o			i
	Heat Flux				i	o
	Moisture Flux				i	o
	Surface Stress				i	o



Esquemas numéricos - Parametrizaciones

Direct Interactions of Parameterizations



		Rad	MP	CP	PBL	Sfc
Atmospheric State or Tendencies	Momentum			i	io	
	Pot. Temp.	io	io	io	io	
	Water Vapor	i	io	io	io	
	Cloud	i	io	o	io	
	Precip	i	io	o		
Surface Fluxes	Longwave Up	i				o
	Longwave Down	o				i
	Shortwave Up	i				o
	Shortwave Down	o				i
	Sfc Convective Rain			o		i
	Sfc Resolved Rain		o			i
	Heat Flux				i	o
	Moisture Flux				i	o
	Surface Stress				i	o

Pequeñas variaciones en condiciones iniciales grandes consecuencias.

JOURNAL OF THE ATMOSPHERIC SCIENCES

Deterministic Nonperiodic Flow¹

EDWARD N. LORENZ

Massachusetts Institute of Technology

(Manuscript received 18 November 1962, in revised form 7 January 1963)

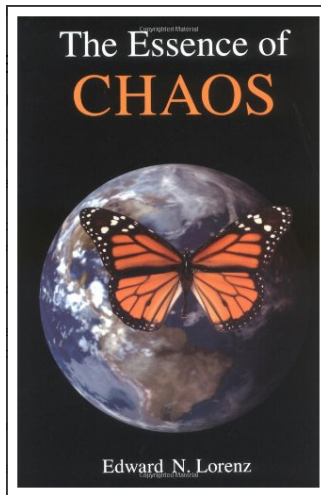
ABSTRACT

Finite systems of deterministic ordinary nonlinear differential equations may be designed to represent forced dissipative hydrodynamic flow. Solutions of these equations can be identified with trajectories in phase space. For those systems with bounded solutions, it is found that nonperiodic solutions are ordinarily unstable with respect to small modifications, so that slightly differing initial states can evolve into considerably different states. Systems with bounded solutions are shown to possess bounded numerical solutions.

A simple system representing cellular convection is solved numerically. All of the solutions are found to be unstable, and almost all of them are nonperiodic.

The feasibility of very-long-range weather prediction is examined in the light of these results.

Pequeñas variaciones en condiciones iniciales grandes consecuencias.

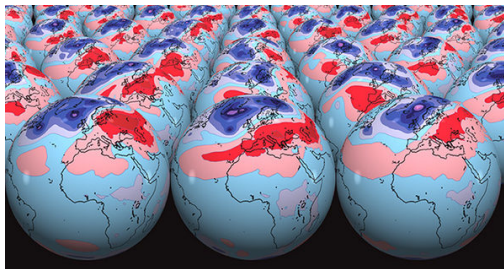


Incertidumbre inherente.

- Errores de medición.
- Grilla discretizada.
- Los modelos numéricos de la realidad no son la realidad.
- Las condiciones iniciales tienen asociadas en las escalas menores la interaccionan con la vida en el planeta.

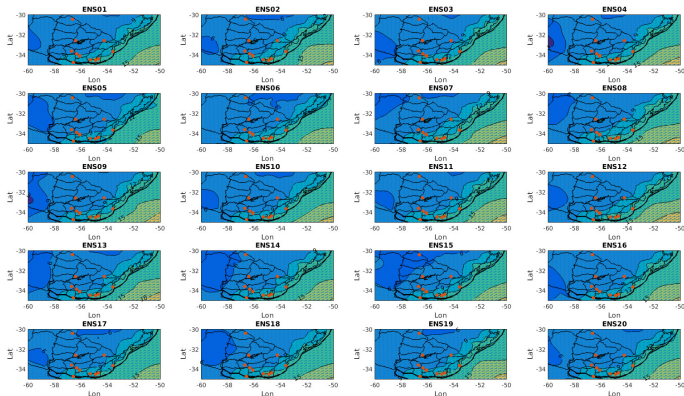
Conjunto de corridas (ensembles).

- Se desarrollan conjuntos de corridas con condiciones iniciales perturbadas.
- Se identifican las corridas que tienen mayor capacidad de generar los escenarios, se eligen tempranamente los miembros de las corridas.
- Los conjuntos de corridas pasan brindar pronósticos de tipo probabilísticos, en contraste con una corrida determinista.
- Cada miembro del conjunto de corridas no se vincula con el anterior, hay que tener cuidado en los procesos de entrenamiento de modelos.



Evento 18 de Marzo de 2018, ciclón extratropical

20 corridas GFS-WRF



Datos modelos de circulación general

GFS:

Operativos: <http://www ftp.ncep.noaa.gov/data/nccf/com/gfs/prod/>

<https://rapidrefresh.noaa.gov/hrrr/>

Ensembles <https://www ftp.ncep.noaa.gov/data/nccf/com/gens/prod/>

Diferentes productos <https://nomads.ncep.noaa.gov/>

ECMWF:

<https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets>