

# ¿Porqué es posible y necesaria la predicción subestacional para los servicios climáticos?

Marisol Osman

CIMA (UBA-CONICET)

IFAECI(CNRS-IRD-CONICET-UBA)

osman@cima.fcen.uba.ar



# Definiciones

- **Pronóstico climático:** Pronóstico de condiciones medias de alguna variable a un plazo de 1 semana a 5 años.
- Es útil hacer la distinción entre *predicción climática* y *pronóstico del tiempo*, que es el concepto más familiar. Los pronósticos del tiempo derivan su desempeño del conocimiento preciso de las *condiciones iniciales* de la atmósfera, se suele presentar de manera *determinística*, aunque deberían ser probabilísticos, y se suelen usar en la toma de decisión diaria.
- Los pronósticos climáticos, derivan su habilidad predictiva de las condiciones iniciales *varían lentamente*, como el océano o la criósfera. La predicción climática es inherentemente *probabilística* y tiene un desempeño considerablemente menor al pronóstico del tiempo. No se usan en la planificación diaria sino para el desarrollo de políticas y planeamiento de actividades.

# Predictibilidad

Lorenz estableció dos definiciones de predictibilidad:

- Predictibilidad intrínseca: La medida en que la predicción es posible si un procesos de pronóstico óptimo es utilizado.
- Predictibilidad práctica: La medida en la que somos capaces de pronosticar con los mejores métodos disponibles, tanto ahora como en el futuro cercano.

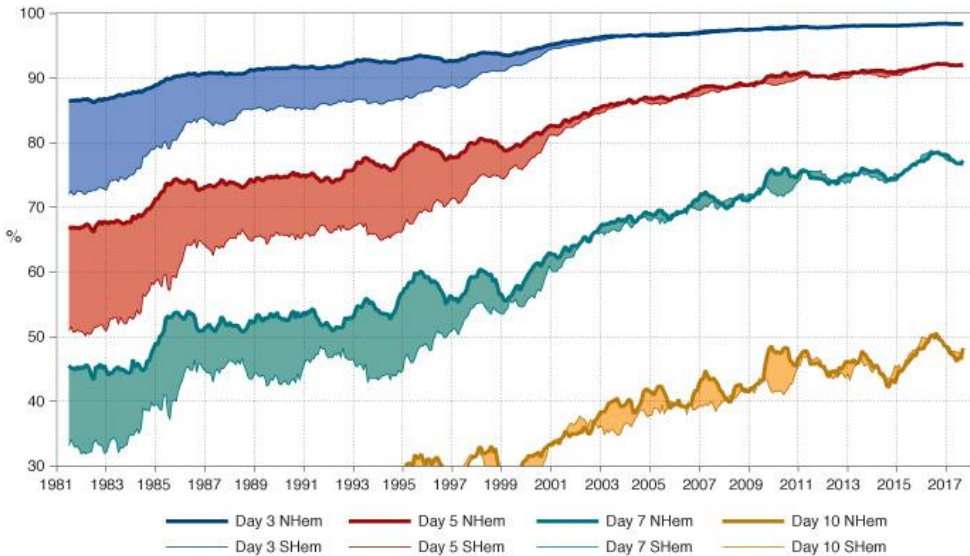
# Predictibilidad

La predictibilidad práctica es función de:

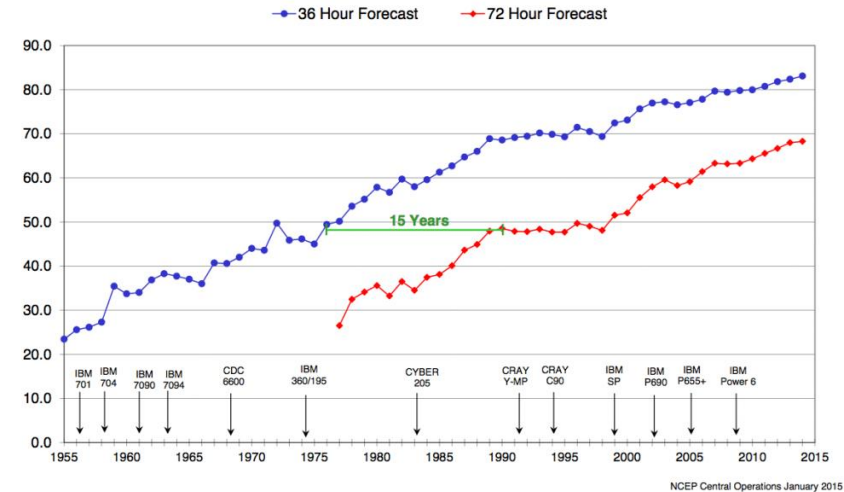
- El sistema físico que quiero pronosticar
- Las observaciones disponibles
- El sistema de pronóstico en uso

# La importancia de las CI

Lorenz en sus estudios de los 60s estimó el límite de la predictibilidad en 2 semanas. Hoy en día el plazo e

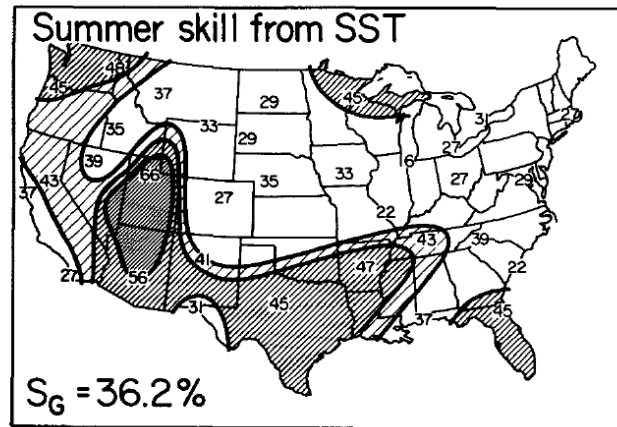


**NCEP Operational Forecast Skill**  
36 and 72 Hour Forecasts @ 500 MB over North America  
[100 \* (1-S1/70) Method]



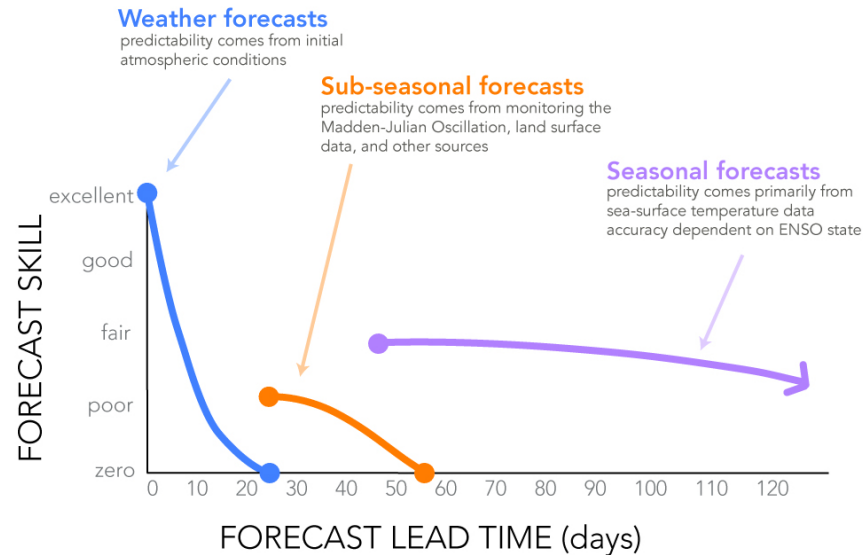
# Predictibilidad climática

- Las investigaciones de los 80s demostraron que la predictibilidad de las condiciones medias de la atmósfera puede llegar hasta algunos meses debido a la relación que existe entre los océanos tropicales y la atmósfera. Las condiciones iniciales de la atmósfera dejaron de ser importantes...



# Predictibilidad en la escala subestacional

- El pronóstico sub-estacional es posible bajo ciertos escenarios debido tanto a las condiciones iniciales como a las condiciones medias de la atmósfera.



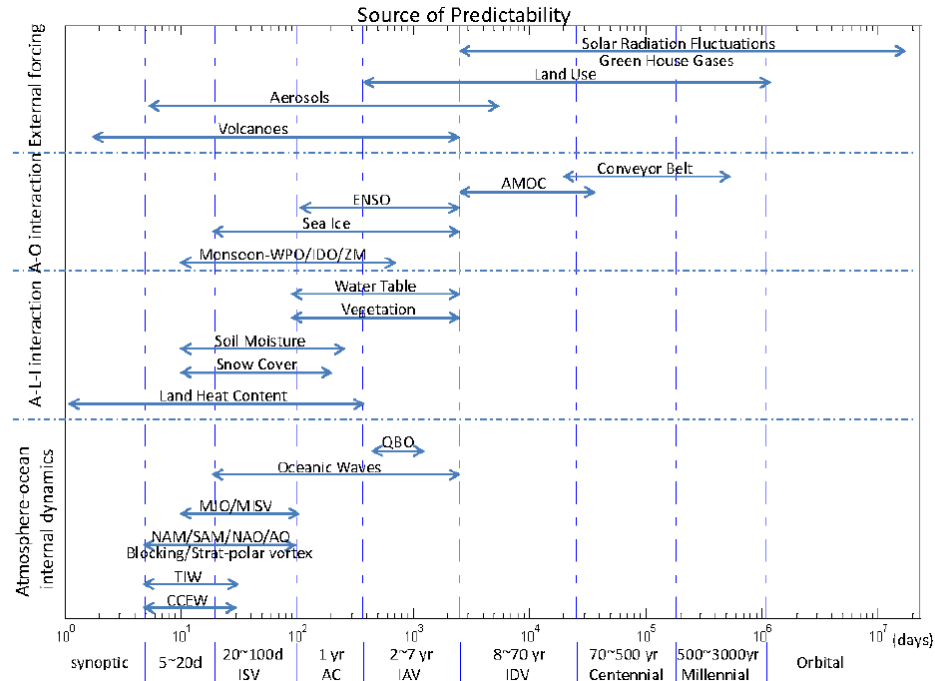
# Fuentes de predictibilidad

Vamos a discutir 3 fuentes de predictibilidad

- La primera está asociada a aquellas variables que exhiben cierta *inercia o “memoria”*, como el contenido de calor en el océano. Le puede tomar un período considerable tiempo en decaer.
- El segundo tipo de fuente está asociada a los *patrones de variabilidad* o retroalimentaciones. El acoplamiento de procesos en el sistema climático puede dar lugar a patrones característicos que explican alguna porción de la variabilidad espacial y temporal de algunas variables climáticas, como temperatura y precipitación.
- La tercera fuente de predictibilidad es debido a *forzantes externos*. Algunos ejemplos son los volcanes, la actividad solar o la concentración de GEI.

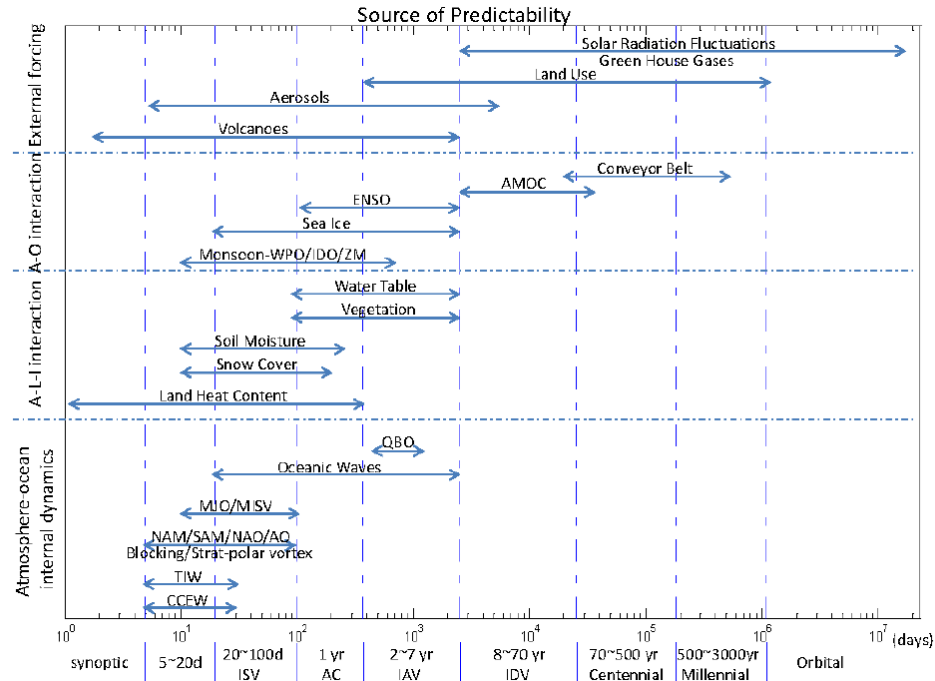


# Fuentes de predictibilidad



La habilidad de los sistemas de pronóstico de representar estas fuentes de predictibilidad con precisión determina parcialmente la calidad de las predicciones.

# Fuentes de predictibilidad

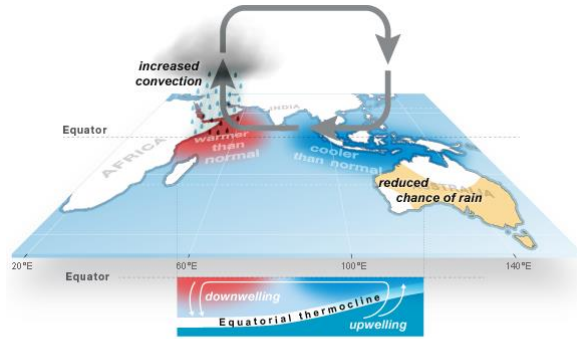
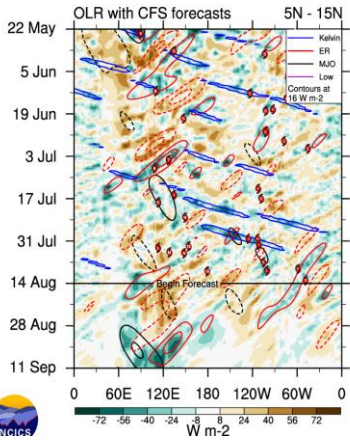


Los avances que se observen en la calidad de las predicciones climáticas van a estar fuertemente asociadas a la capacidad de los modelos en representar estas fuentes de predictibilidad.

# Inercia

- **Contenido de calor en el océano:** el océano almacena calor calienta la atmósfera sobre este
- **Humedad del suelo:** La humedad del suelo impacta en el balance de energía sobre todo mediante la evaporación
- **Cobertura de nieve:** Impacta en la energía recibida, la humedad del suelo durante la primavera y verano, entre otros
- **Vegetación:** Las propiedades de la vegetación afectan el balance energético de una región
- **Hielo en regiones polares:** Así como ocurre con el océano, la presencia de hielo marino afecta al aire sobre este.

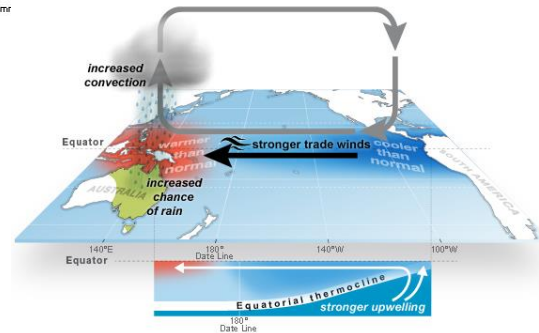
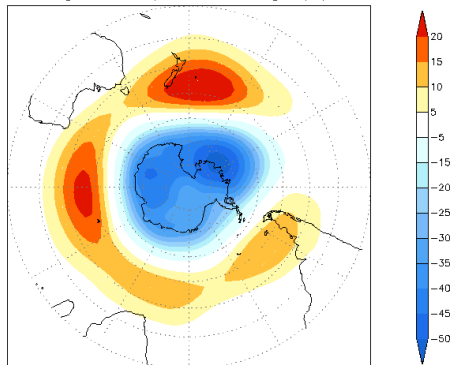
# Patrones de variabilidad



Indian Ocean Dipole (IOD): Positive phase

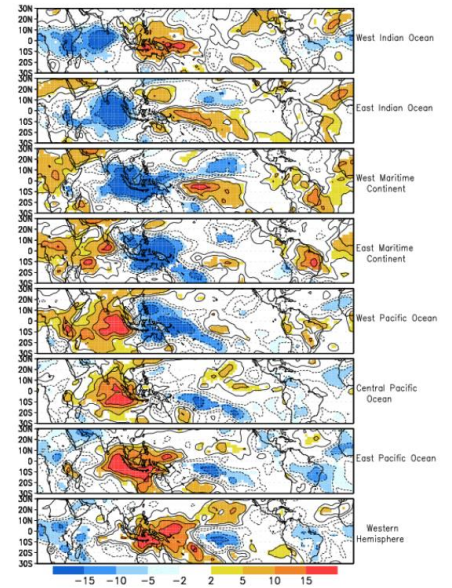
© Comr

Leading EOF (27%) shown as regression map of 700mb height (m)



El Niño-Southern Oscillation (ENSO): La Niña

© Commonwealth of Australia 2013.



# Desafíos

- No podemos decir que conocemos **TODAS** las fuentes de predictibilidad del sistema climático. Asimismo, tampoco están completamente identificados los *mecanismos* que explican las fuentes de predictibilidad que ya conocemos.
- Los modelos que usamos para estimar la predictibilidad tienen **MUCHAS** deficiencias
- Aunque los modelos fueran perfectos, notaríamos el impacto de las deficiencias en *inicializarlos*.

# Pilares del pronóstico subestacional

Observaciones

Sistema de asimilación de  
datos

Modelos dinámicos

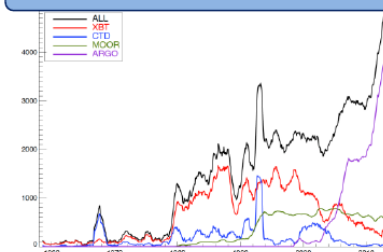
El desempeño de los pronósticos climáticos puede mejorar a través de la mejora de estos pilares, que además están *conectados*. Por ejemplo, si aparecen nuevas observaciones, entonces es necesario incorporar esas observaciones en los modelos dinámicos a través de la asimilación de datos.

# Observaciones

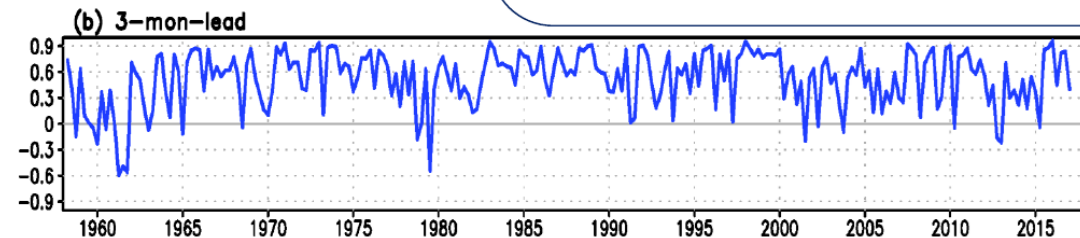
Hay que recordar que necesitamos caracterizar **TODO** el sistema climático a la hora de hacer el pronóstico. Por lo tanto, necesitamos observaciones no sólo de la **atmósfera** sino también del **océano**, **hielo**, **suelo**, etc. La disponibilidad de observaciones para cada componente varía mucho.

## Variations in skill of ENSO and the ocean observing system

# of ocean observations in Eq. Pacific



- Hard to see a relationship between the evolution of the observing system and ENSO prediction skill.
- **Why?** Model errors (and inability to effectively ingest observational data) or fundamental ENSO dynamics?
- Answers have important implications for the investments in the sustained ocean observing system for ENSO prediction.

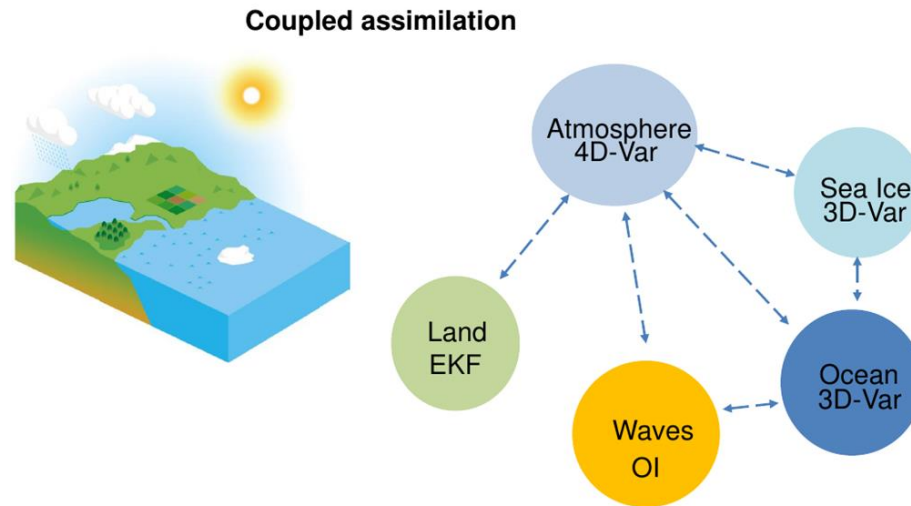


Niño3.4 Anomaly Correlation

Drs. Bohua Huang; Chul-Su Shin; COLA

# Asimilación de datos

Es importante tener en cuenta que, como con las observaciones, necesito asimilar datos de **TODAS** las componentes del sistema y asegurarme de que exista una **integración consistente** entre las diferentes componentes. La asimilación de datos de todo el sistema climático es un área de investigación con mucho desarrollo actualmente.



Integrated Forecasting System (IFS)

Tomada de de Rosnay (2018)



# Modelos dinámicos

- Los Modelos de Circulación General Acoplados (CGCMs) son las herramientas más importantes para la predicción climática dinámica.
- Hay algunas iniciativas que ponen a disposición de *TODA* la comunidad su información (**SubX**) y otras iniciativas solo para los inscriptos (**WMO LC, en breve**).
- Además existen conjuntos de pronósticos retrospectivos para apuntalar las investigaciones sobre predictibilidad (**S2S**).

# Modelos dinámicos

Model	Hindcast Period	# Members	Perturbation Methodology	Lead (days)	Atm	Ocn	Sea Ice	Land
<a href="#">NCEP/CFSv2</a>	1999-2010	4/day	Time-lagged 0,6,12,18Z each day	45	T126L64 ICs CFSR	MOM4L40 0.25 deg EQ; 0.5 deg global ICs CFSR	Same as Ocn	NOAH ICs GLDAS
<a href="#">NCEP/GEFS</a>	1999-2015	20	EnKF & ETR	35	T574L64 for 0-8 day & T382 for 8-35 day ICs Atm DA	N/A	N/A	T574 ICs GDAS
<a href="#">ECCC GEM</a>	1995-2014	4	random isotropic perturbation	32	0.45x0.45 deg; 40 levels; ICs from ERA-interim	N/A	N/A	Offline SPS forced by ERA-Interim
<a href="#">NASA GEOS-5 AOGCM</a>	1981-2015	10	scaled difference of two consecutive days of analysis	45	GEOS5-1/2 degree horizontal resolution,; 72 vertical layers ICs from MERRA2	MOM5 - 1/2 deg horizontal resolution, 40 vertical layers ICs GMAO Ocn Analysis	CICE ICs GMAO Ocn Analysis	Catchment Land Sfc Model ICs MERRA-2 precipitation corrected
<a href="#">Navy Earth System Model</a>	1999-2015	4	time-lagged	45	NAVEM-T0359L50 ICs atmos DA	HYCOM-0.08 deg; 41 vertical layers ICs from Ocn/Ice reanalysis	CICE4-0.08 deg ICs from Ocn/Ice reanalysis	Inline NAVGEM T0359 ICs from Agrmet
<a href="#">NCAR/CCSM4</a>	1999-2015	3 or 4 per day	time-lagged	45	0.9x1.25deg L26	POPL60; 1 deg global with 0.25 lat res in deep tropics	same as ocean	same as atmopshere
<a href="#">NOAA/ESRL FIM HYCOM</a>	1999-2014	4 per week	time-lagged 12Z & 18Z Tues; 00Z & 06Z Wed	32	~60km w/64 vertical layers; ICs from CFSR	iHYCOM 60km	iHYCOM 60km	NOAH land sfc model; ICs from CFSR

Modelos que forman parte de SubX

# Modelos dinámicos

	Model version	Implement. date in S2S	Time range	Resolution	Ens. Size *7	Frequency	Re-forecasts	Rfc period	Rfc frequency	Rfc size *7	Ocean resolution	Active Sea Ice	Remarks
<b>BoM (ammc)</b>	POAMA P24	01/01/2015	d 0-62	T47 L17	32+1	2/week (Thu, Sun)	fixed	1981-2013 (model version date 01/01/2014)	6/month (always on the 1st, 6th, 11th, 16th, 21st and 26th)	32+1	2' x 0.5' L25	no	
<b>CMA (babj)</b>	BCC-CPS-S2SV2	11/11/2019	d 0-60	T266 L56	3+1	2/week (Mon, Thu)	on the fly	past 15 years	2/week (Mon, Thu)	3+1	0.25°	No	additional ocean parameters added since <a href="#">01 Nov 2019</a>
<b>CNR-ISAC (isac)</b>	GLOBO	08/06/2017	d 0-32	0.75° x 0.56° L54	40+1	weekly (Thu)	fixed	1981-2010 (model version date 08/06/2017)	every 5 days (the same days each Rfc year *1)	4+1	N/A	N/A	
<b>CNRM Model (fwp)</b>	CNRM-CM 6.1	22/10/2020	d 0-47	T359 L91	25	weekly	fixed	1993-2017 (model version date 01/07/2019)	every 7 days (starting from 31/12/1992 *2)	10	0.25° L75	yes	additional ocean parameters added since <a href="#">22 Oct 2020</a>
<b>ECCC (cwao)</b>	GEPS 7	02/12/2021	d 0-32	Yin-Yang grid at 0.35° uniform resolution (~39 km) L85	20+1	weekly (Thu)	on the fly	2001-2020	weekly (Thu)	3+1	0.25° L50	yes	additional ocean parameters added since <a href="#">06 Feb 2020</a>
<b>ECMWF (ecmf)</b>	CY4R1	27/06/2023	d 0-46	Tcc319L137 (about 32 km)	100+1	daily	on the fly	past 20 years	2/week (Mon/Thu)	10+1	1/4 degree	Yes	additional ocean parameters added since <a href="#">02 Jan 2020</a>
<b>HMCR (rums)</b>	RUMS	15/09/2022	d 0-46	0.9° x 0.72° L96	40+1	weekly (Thu)	on the fly	1991-2015	weekly (Thu)	10+1	N/A	N/A	6-hourly 10u/v added since <a href="#">15 Sep 2022</a> added 10 hPa pressure level since <a href="#">15 Sep 2022</a>
<b>IAP- CAS (anso)</b>	CAS-FGOALS-F2-V1.3	2021/09/12	d 0-65	C96 L32	16	daily	fixed	1999-2018 (model version date 01/01/2019)	daily	4	1° L60	yes	
<b>JMA (jtd)</b>	CPSS	19/02/2023	d 0-34	T1319L100	4+1	daily	fixed	1991-2020 (model version date 30/09/2022)	2/month	4+1	0.25° L60	yes	6-hourly 10u/v added since <a href="#">19 Feb 2023</a>
<b>KMA (ksa)</b>	GloSea6-GC3.2	01/06/2023	d 0-60	N216 L85 (0.83° x 0.56°, about 60 km in mid latitudes)	8	daily	on the fly	1993-2016	4/month (always on the 1st, 9th, 17th and 25th)	7		yes	6-hourly 10u/v added since <a href="#">22 Feb 2022</a> q added to all pressure levels since <a href="#">22 Feb 2022</a> 9 ocean parameters added since <a href="#">01 Jun 2023</a>
<b>NCEP (kwbc)</b>	CFSv2	10/03/2015	d 0-44	T126 L64 (about 100 km)	15+1	daily	fixed	1999-2010 (model version date 01/03/2011)	daily	3+1	0.5° x 0.25° L40 varying resolution (*6)	yes	
<b>UKMO (egrr)</b>	GloSea6	02/02/2021	d 0-60	N216 L85	4	daily	on the fly	1993-2016	4/month	7	0.25° L75	yes	re-forecasts changed to the new model version since <a href="#">09 Apr 2019</a>

Modelos que forman parte de S2S

# Modelos dinámicos

WMO Lead Centre for Sub-seasonal forecast multi-model ensemble

Home / WMO lead centre for subseasonal forecast

Search products...

Product types

- Probabilities
- Ensemble means

Models

- Beijing
- ECMWF
- Exeter
- Montreal
- Seoul
- [Customizable] Multi-Model
- Tokyo
- Toulouse
- Washington

Parameters

- 2m temperature
- 500hPa geopotential
- 850hPa temperature
- Mean sea level pressure
- Precipitation
- Sea surface temperature

Subseasonal forecast

Beijing: 2m temperature probability terciles

These products are based on the S2S archive. \*\*They are under construction and are not fully ...\*\*

Subseasonal forecast

Beijing: 2m temperature weekly mean anomalies

These products are based on the S2S archive. \*\*They are under construction and are not fully ...\*\*

Subseasonal forecast

Beijing: 500hPa geopotential probability terciles

These products are based on the S2S archive. \*\*They are under construction and are not fully ...\*\*

Subseasonal forecast

Beijing: 500hPa geopotential weekly mean anomalies

These products are based on the S2S archive. \*\*They are under construction and are not fully ...\*\*

Subseasonal forecast

Beijing: 850hPa temperature probability terciles

These products are based on the S2S archive. \*\*They are under construction and are not fully ...\*\*

Subseasonal forecast

Beijing: 850hPa temperature weekly mean anomalies

These products are based on the S2S archive. \*\*They are under construction and are not fully ...\*\*

Modelos que formaran parte de WMO-LC-S2S (detalles en [link](#))

Weather Prediction  
Initial Conditions  
Data Assimilation

# Bridging Weather and Climate: Subseasonal-to-Seasonal (S2S) Prediction

Climate Prediction  
Boundary Conditions  
Coupled Earth System

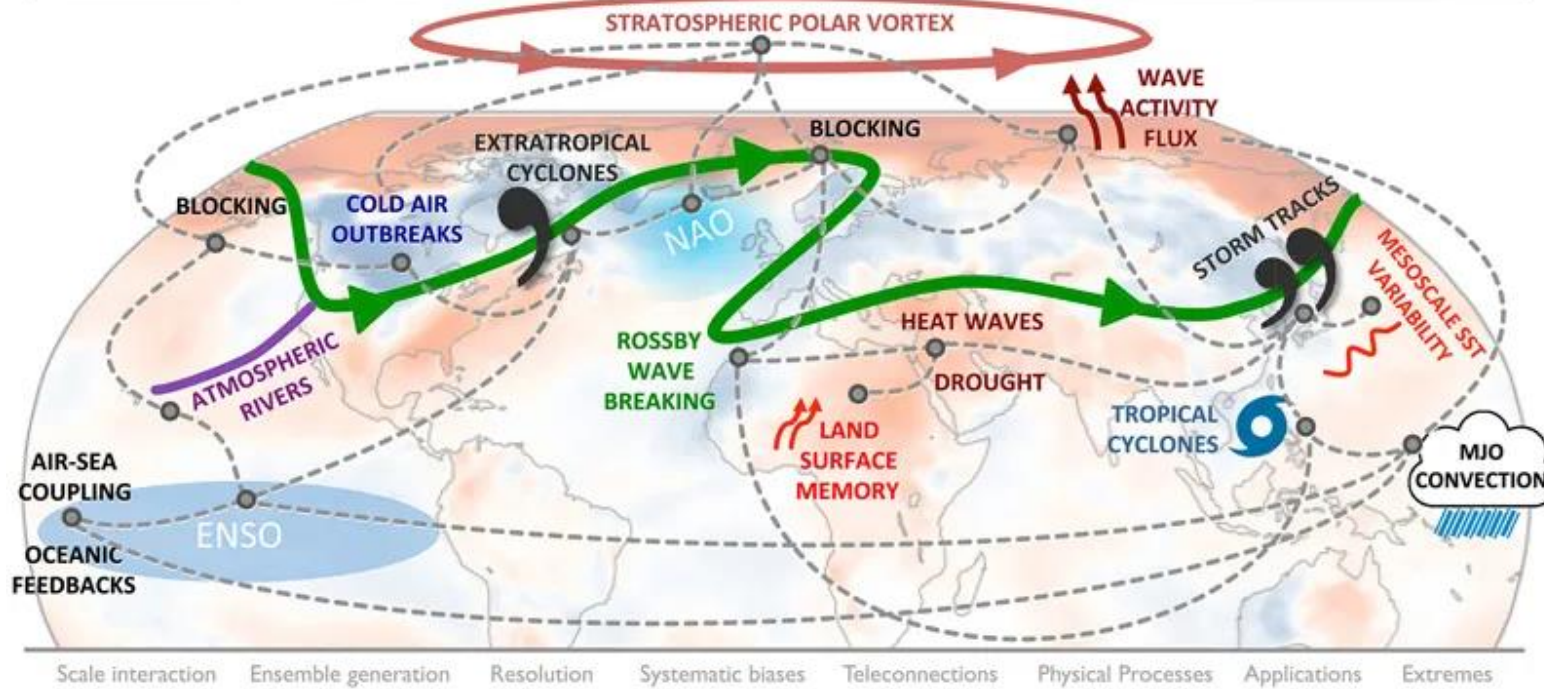
← Day

Week

Month

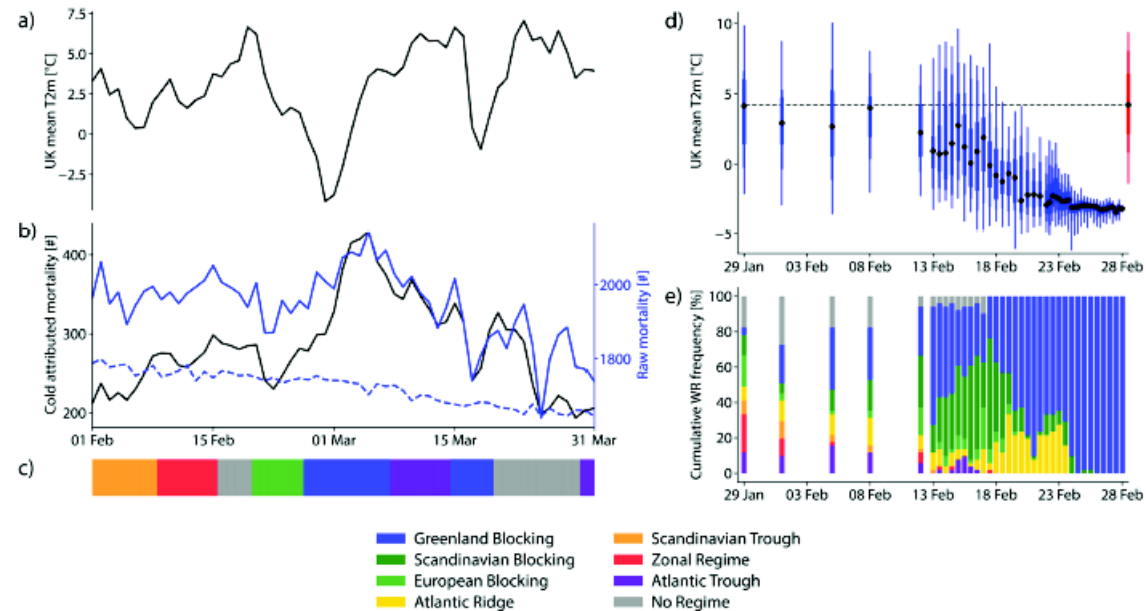
Season

Year →



# Cómo es utilizado el pronóstico sub-estacional?

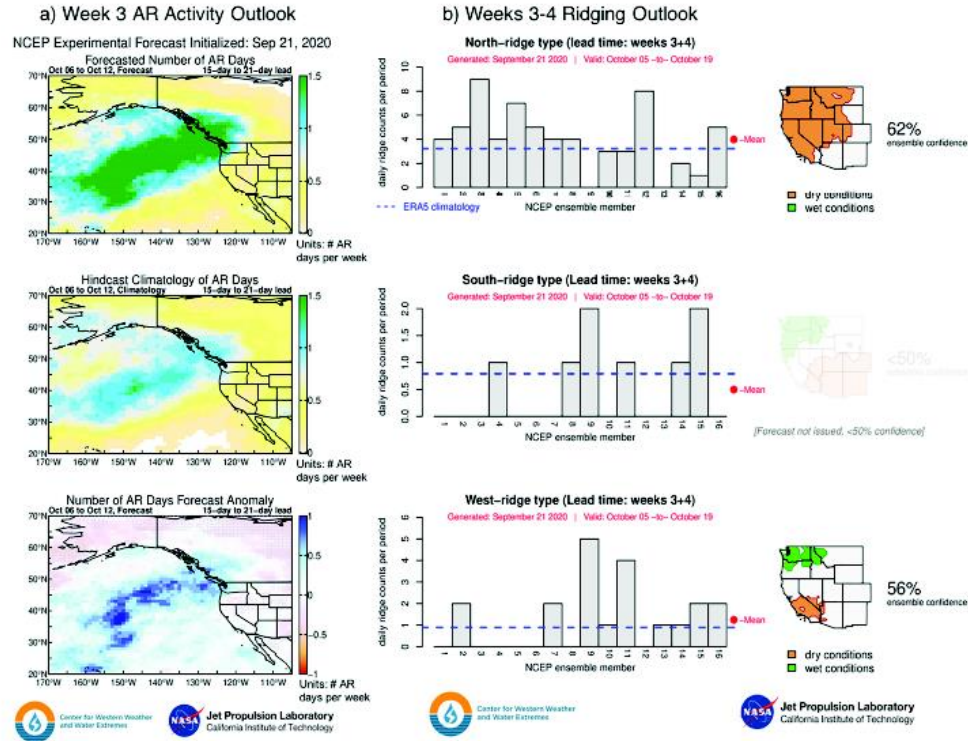
Ej: pronóstico para prevenir la mortalidad asociada a bajas temperatura en UK



White et al. (2022)

# Cómo es utilizado el pronóstico sub-estacional?

Ej: pronóstico de ríos atmosféricos para el manejo del agua en la costa oeste de Estados Unidos

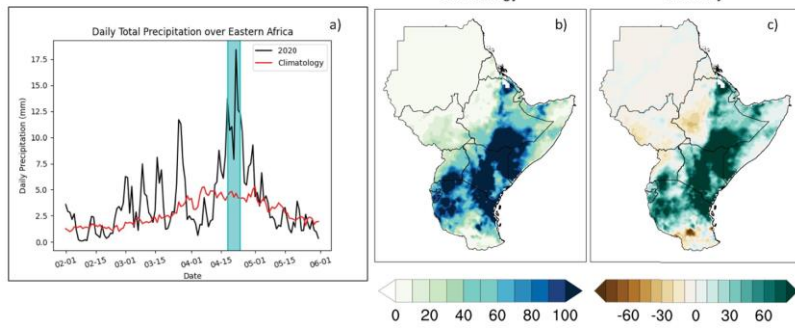
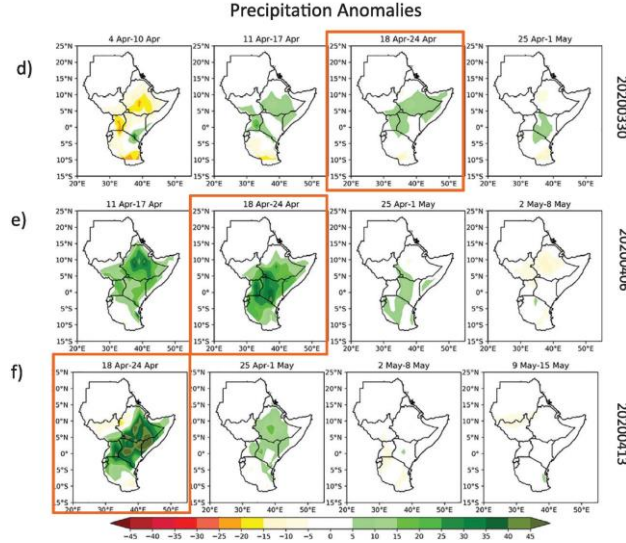
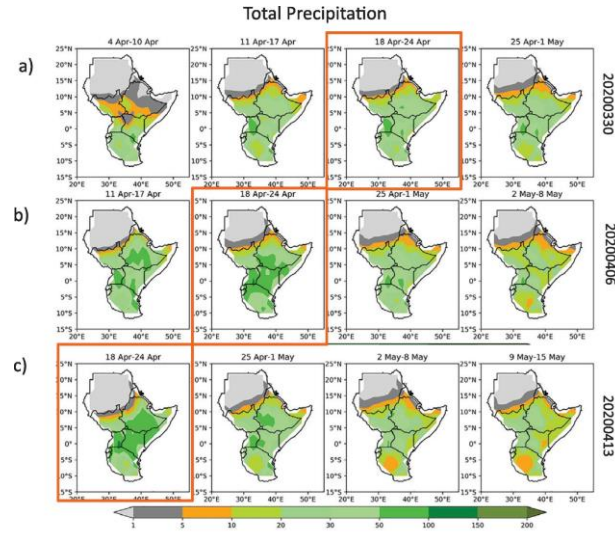
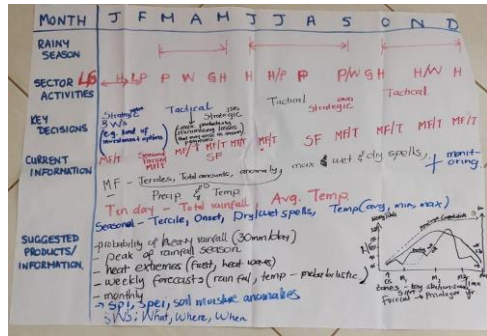


White et al. (2022)



# Cómo es utilizado el pronóstico sub-estacional?

Ej: manejo de las actividades agrícolas durante la temporada lluviosa en el este de África



Gudoshawa et al. (2022)



# Referencias

•Assessment of Intraseasonal to Interannual Climate Prediction and Predictability. Committee on Assessment of Intraseasonal to Interannual Climate Prediction and Predictability; National Research Council. <http://www.nap.edu/catalog/12878.html>

•Barnett y Preisendorfer (1987). Origin and Levels of Monthly and Seasonal Forecast Skill for United States Surface Air Temperatures Determined by Canonical Correlation Analysis. Monthly Weather Review. 115: 1825-1850.

•Gudoshava, M. and co-authors (2022). Application of real time S2S forecasts over Eastern Africa in the co-production of climate services. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2022.100319>.

•Kumar (2018). Research Needs for Advancing Operational S2D Forecasting Infrastructure. International Conference on Subseasonal to Decadal Prediction

•Lang, A. L., Pegion, K., & Barnes, E. A. (2020). Introduction to special collection: “Bridging weather and climate: Subseasonal-to-seasonal (S2S) prediction”. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 125, e2019JD031833. <https://doi.org/10.1029/2019JD031833>

•de Rosnay P. y co-autores (2018). Towards coupled assimilation in operational systems. ECMWF Annual Seminar 2018.

•White, C and co-authors (2022). Advances in the Application and Utility of Subseasonal-to-Seasonal Predictions.

¡Gracias!