



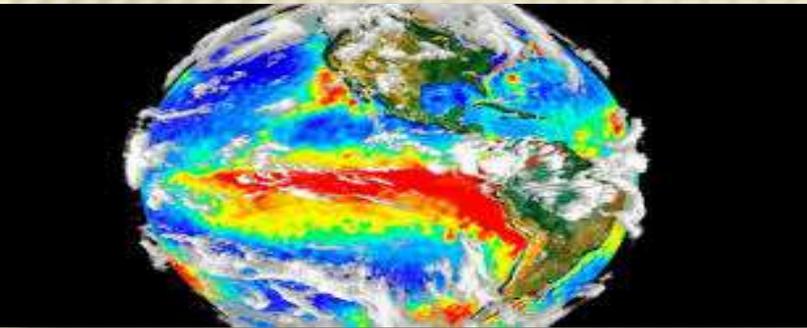
Variabilidad y Cambio Climático

Cátedra de Agroclimatología. Facultad de Ciencias Agrarias.
Universidad Nacional de Jujuy.

Los elementos del **TIEMPO** y del **CLIMA** tienen



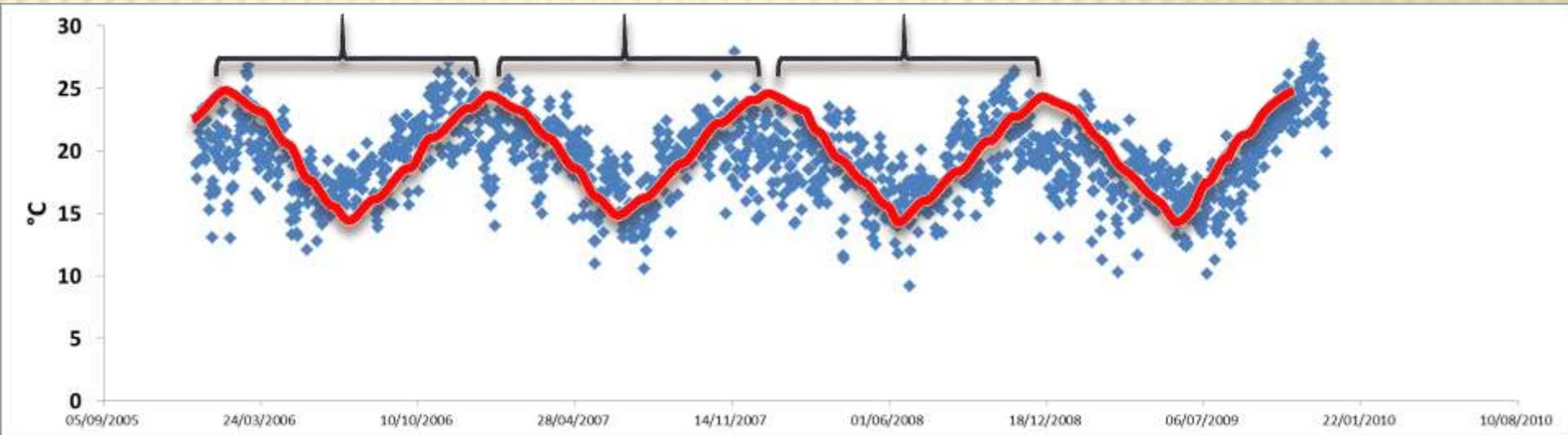
Una **variabilidad Natural** en el tiempo y en el **espacio**



..... **Y otra provocada** por el hombre

Las variaciones naturales se pueden clasificar

Duración y Recurrencia



Variaciones

Periódicas



Cuasi-periódicas



No periódicas
(aleatorias)



Persistentes
(tendencias)



FORZANTES

Naturales

- Astronómicos - Orbitales
- Geológicos - Volcánicos
- Internas - El Niño

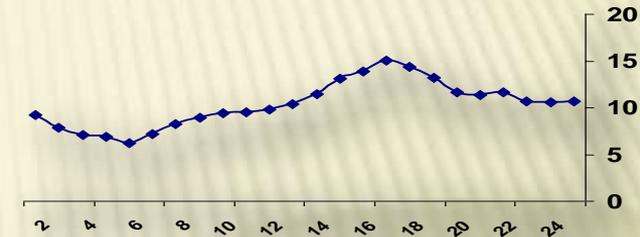
ANTROPOGÉNICO

- Alteración de la composición química de la atmósfera

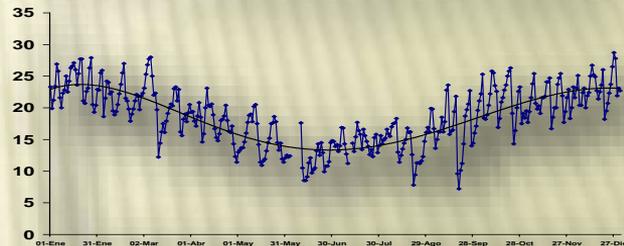


VARIACIONES PERIÓDICAS

CICLO DIURNO (24 hs)



CICLO ANUAL (365 días)



“MANCHAS” SOLARES (11 años)



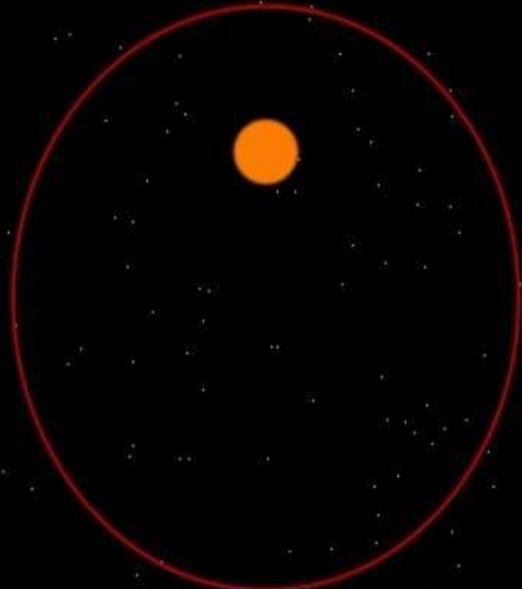
Precesión de los EQUINOCCIOS (21.000 años)
Inclinación DEL EJE TERRESTRE (42.000 años)
Excentricidad de la ÓRBITA (95.000 años)

Ciclo de Milancovich

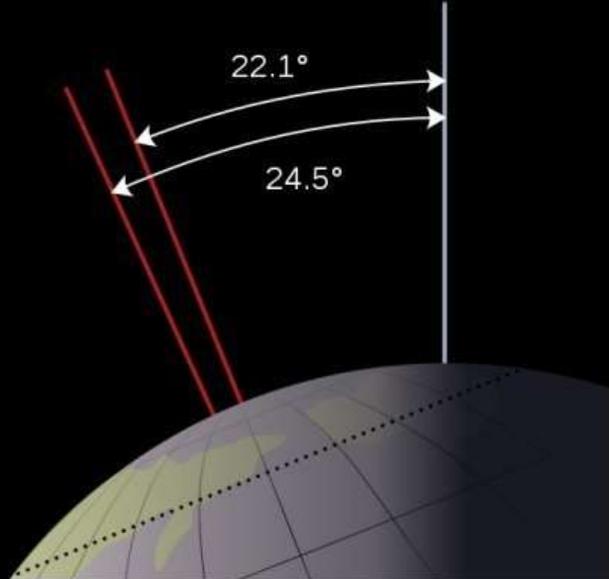


Excentricidad de la ÓRBITA

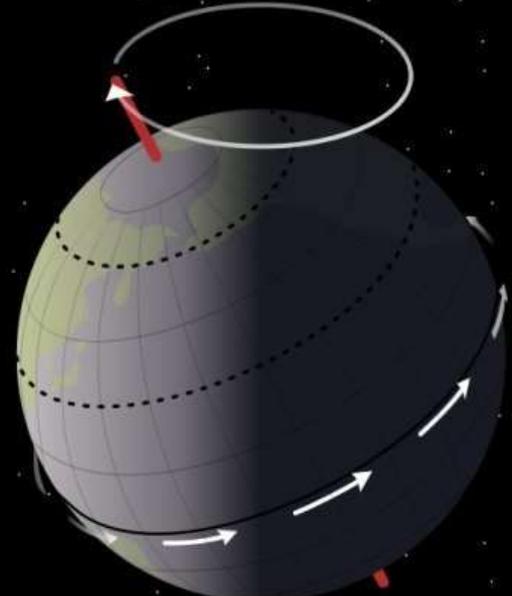
Precesión de los EQUINOCCIOS



95.000 años



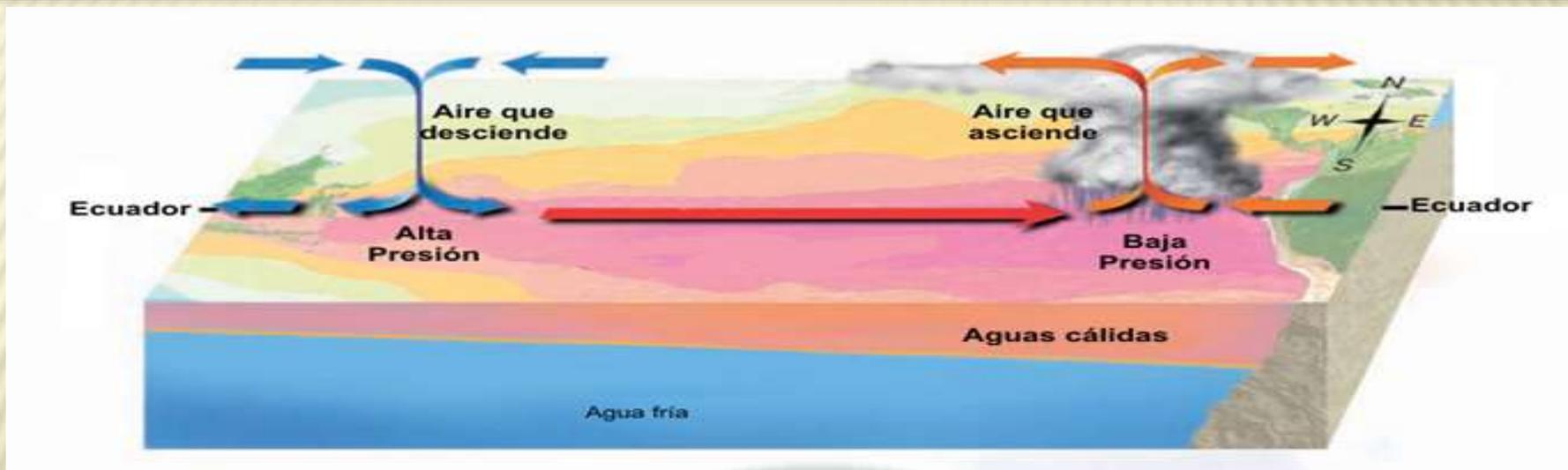
42.000 años



21.000 años

Inclinación DEL EJE TERRESTRE

El Niño - Oscilación del Sur



Componente **OCEÁNICA** → **El Niño** → Temp. Superficial del mar
Componente **ATMOSFÉRICA** → **Oscilación del Sur** → Presión atmosférica

ENOS / ENSO

FASES del ENOS

- **La Niña – FASE FRÍA**

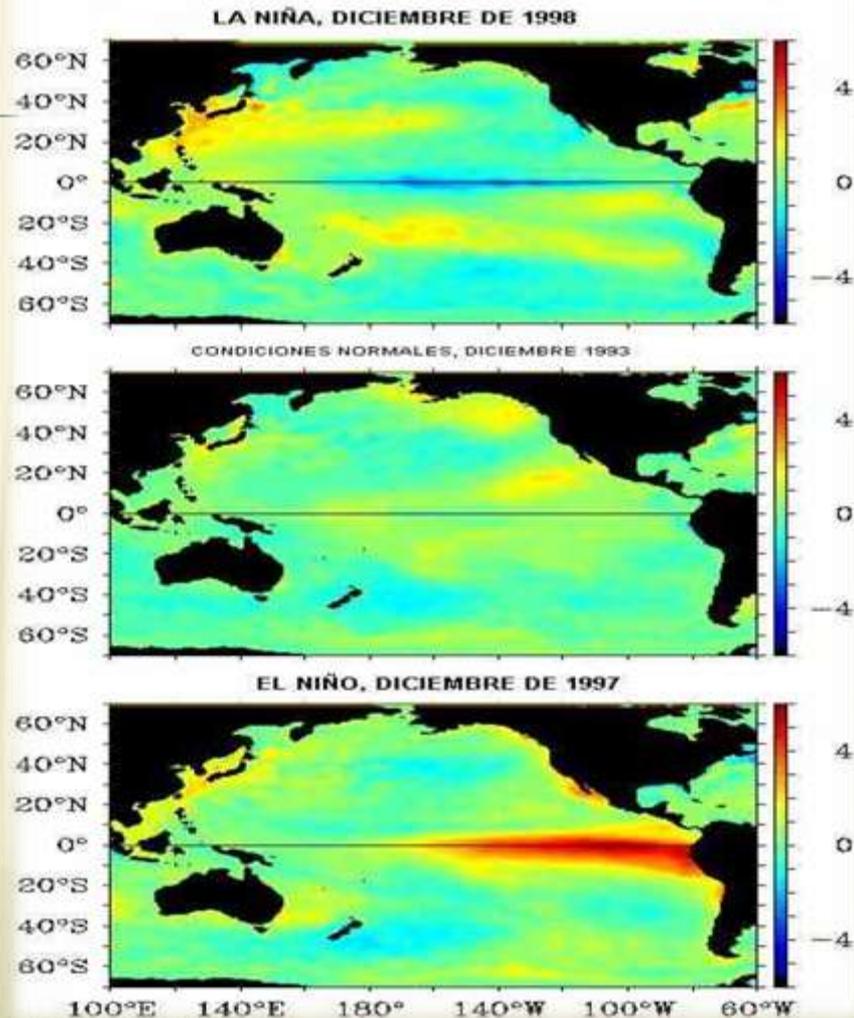
(enfriamiento anormal de las mismas aguas)

- **NEUTRA**

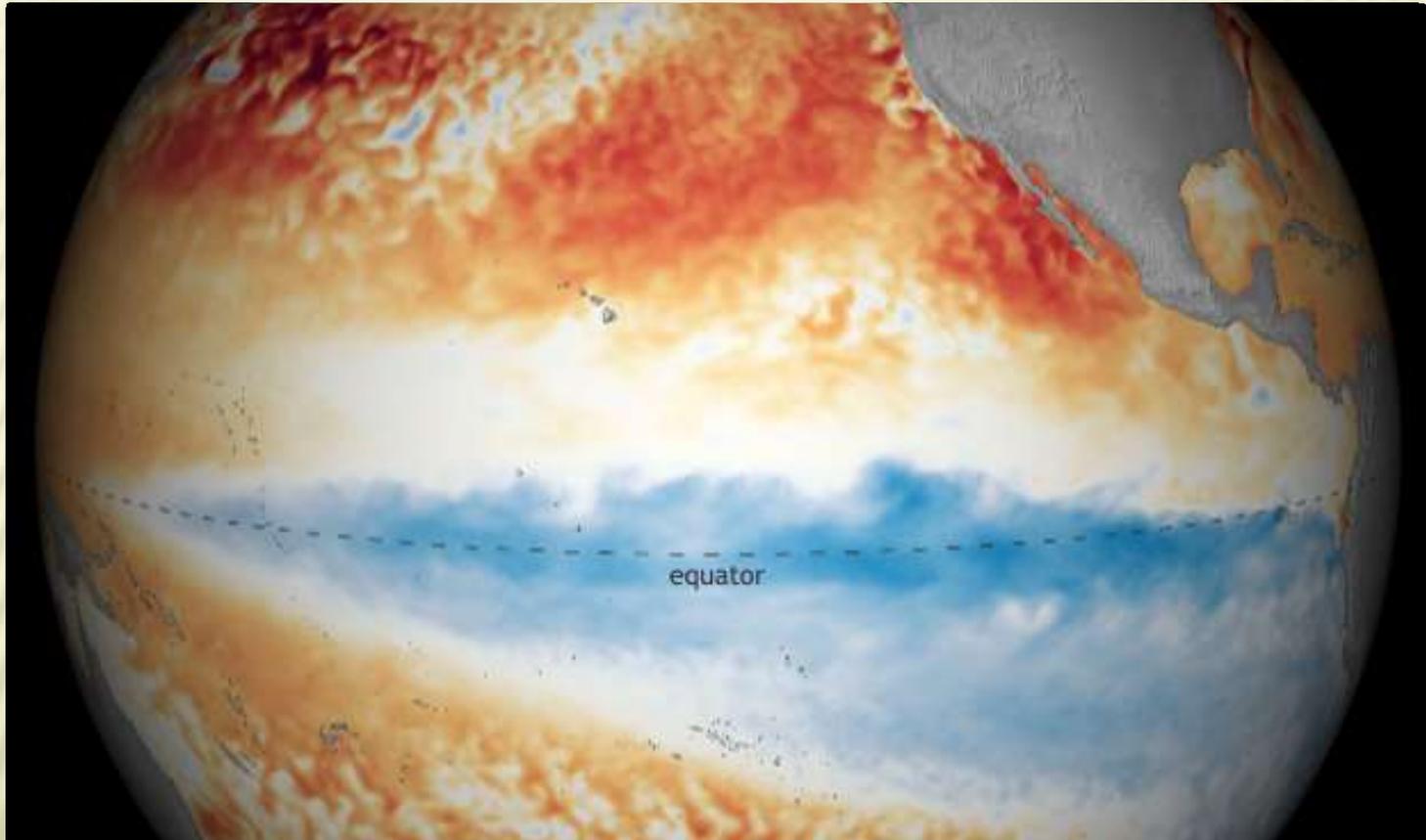
(condiciones normales de temperatura del agua)

- **El Niño – FASE CÁLIDA**

(calentamiento anormal de aguas del Pacífico ecuatorial)



Anomalías de la TSM



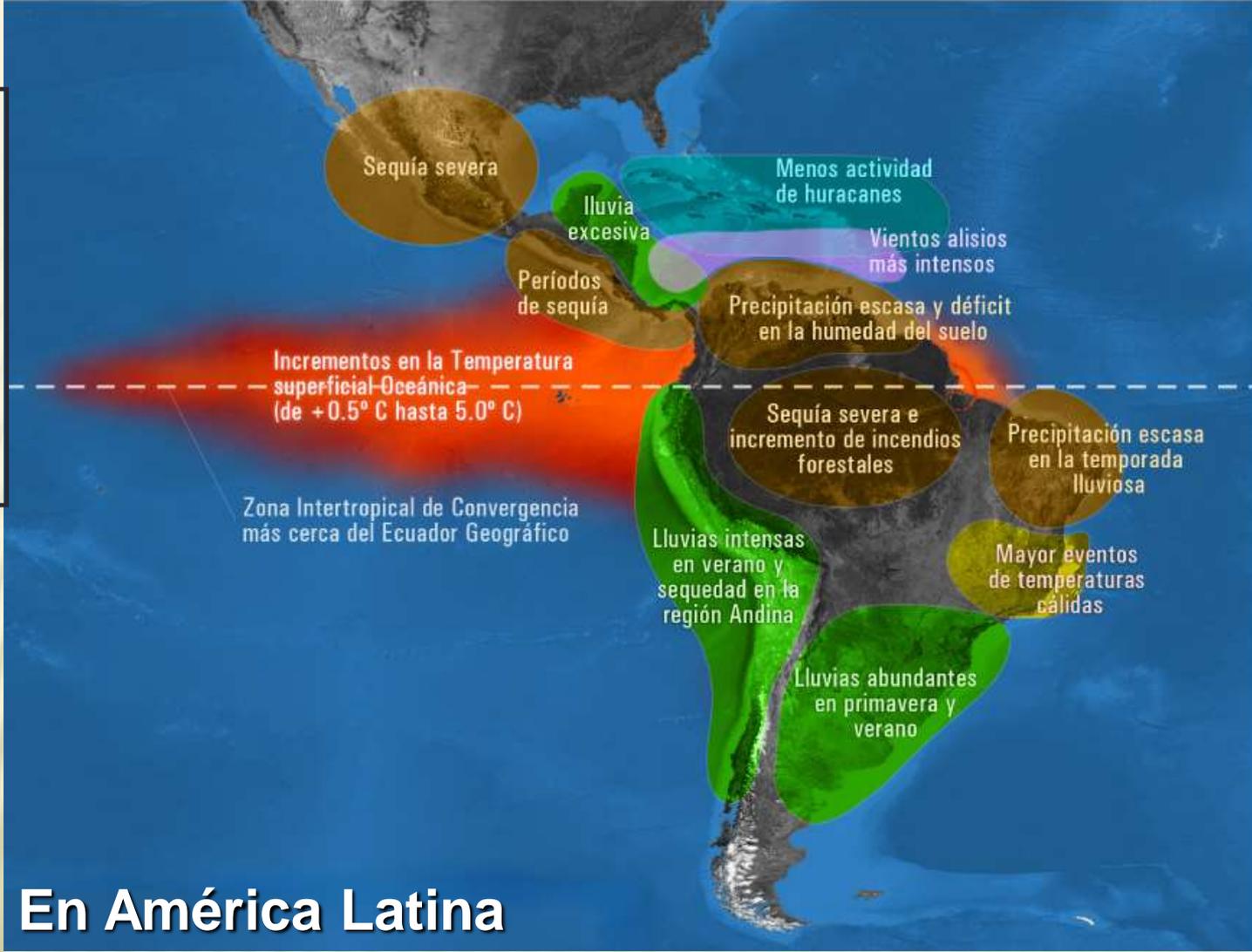
October 2020
compared to 1981-2010

Difference from average temperature (°F)



Climate.gov/NNVL
Data: Geo-Polar SST

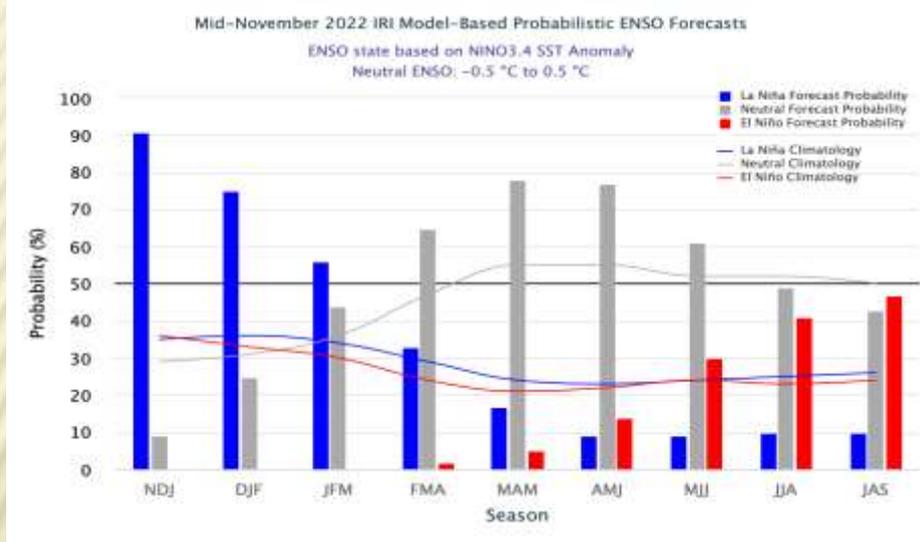
IMPACTOS DE “EL NIÑO” A NIVEL REGIONAL



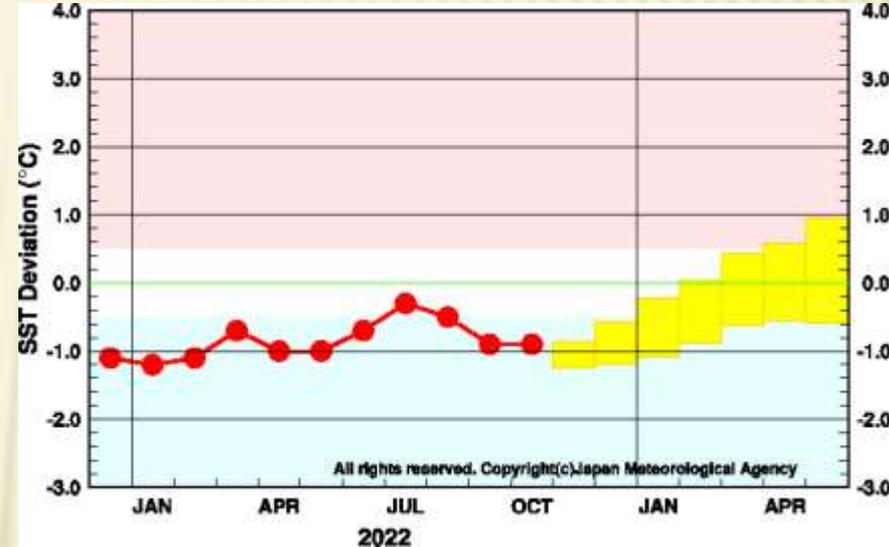
En América Latina

El ENOS se puede predecir

<https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/>

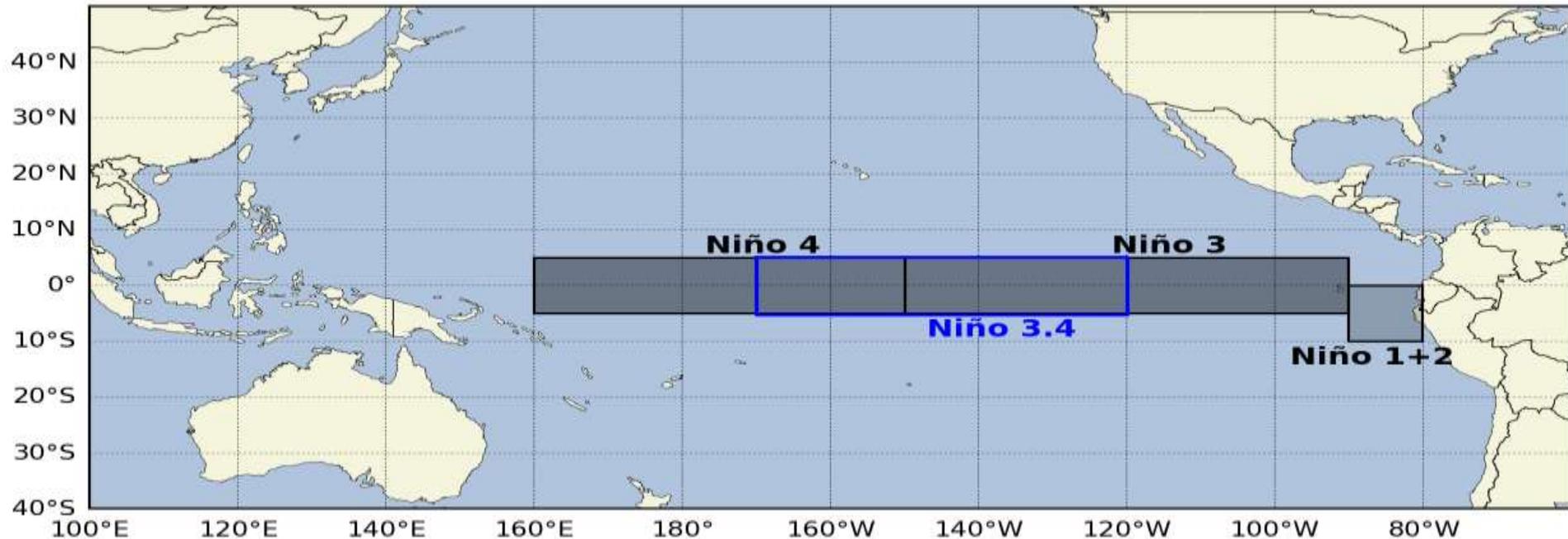


<https://ds.data.jma.go.jp/tcc/tcc/products/elnino/index.html>



<http://www.bom.gov.au/climate/enso/outlook/>

REGIONES DE MONITOREO

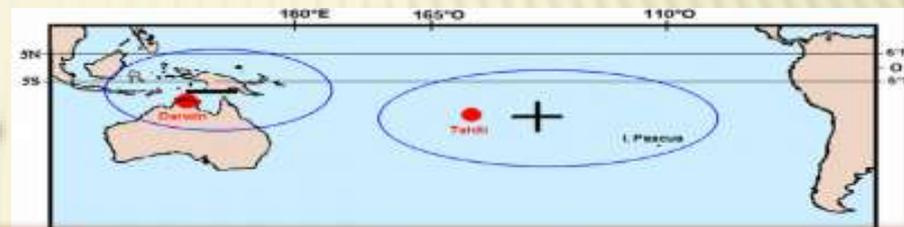


Índices de monitoreo del ENOS



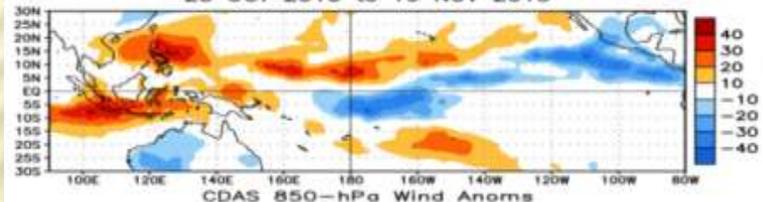
Temperatura de la superficie del mar (SST)

Diferencia en las presiones (SOI)

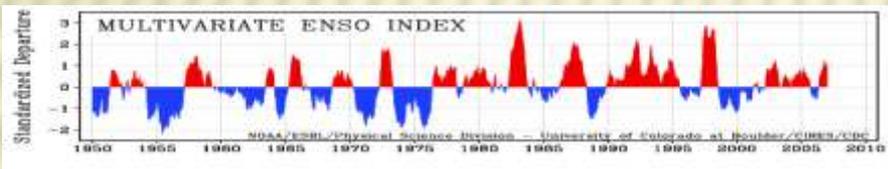


OLR Anomalies

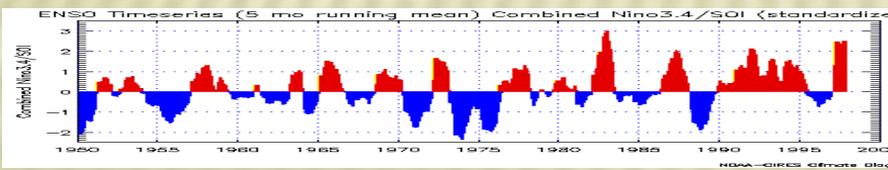
25 OCT 2015 to 19 NOV 2015



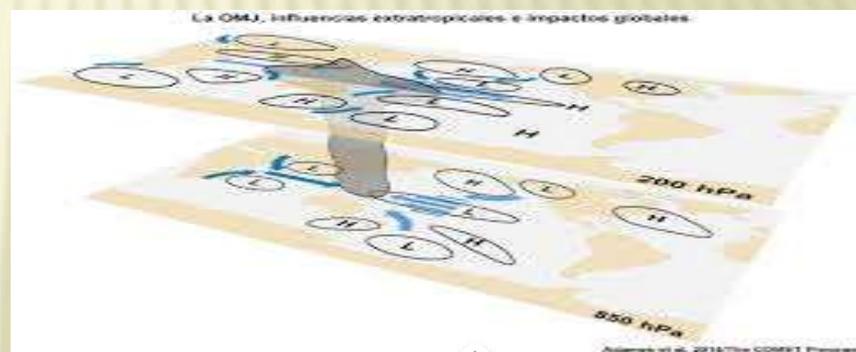
OLR



MEI



BEST



Anomalías del viento a 850 y 200 hPa

VARIACION DE LA PRECIPITACION EN DICIEMBRE

ONI

EVENTO CÁLIDO

«El Niño»



VARIACION DE LA PRECIPITACION EN DICIEMBRE

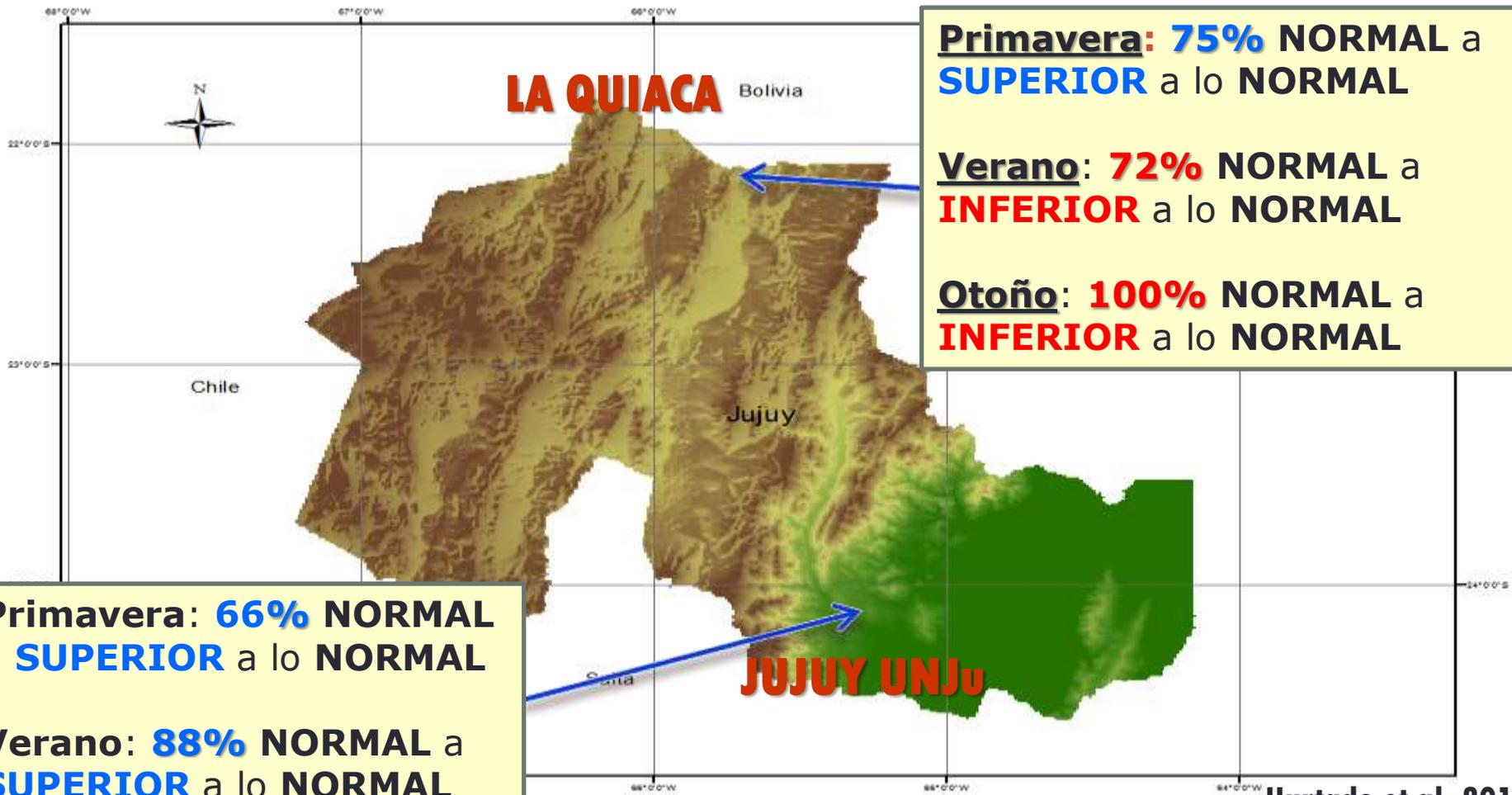
ONI

EVENTO FRÍO

«La Niña»

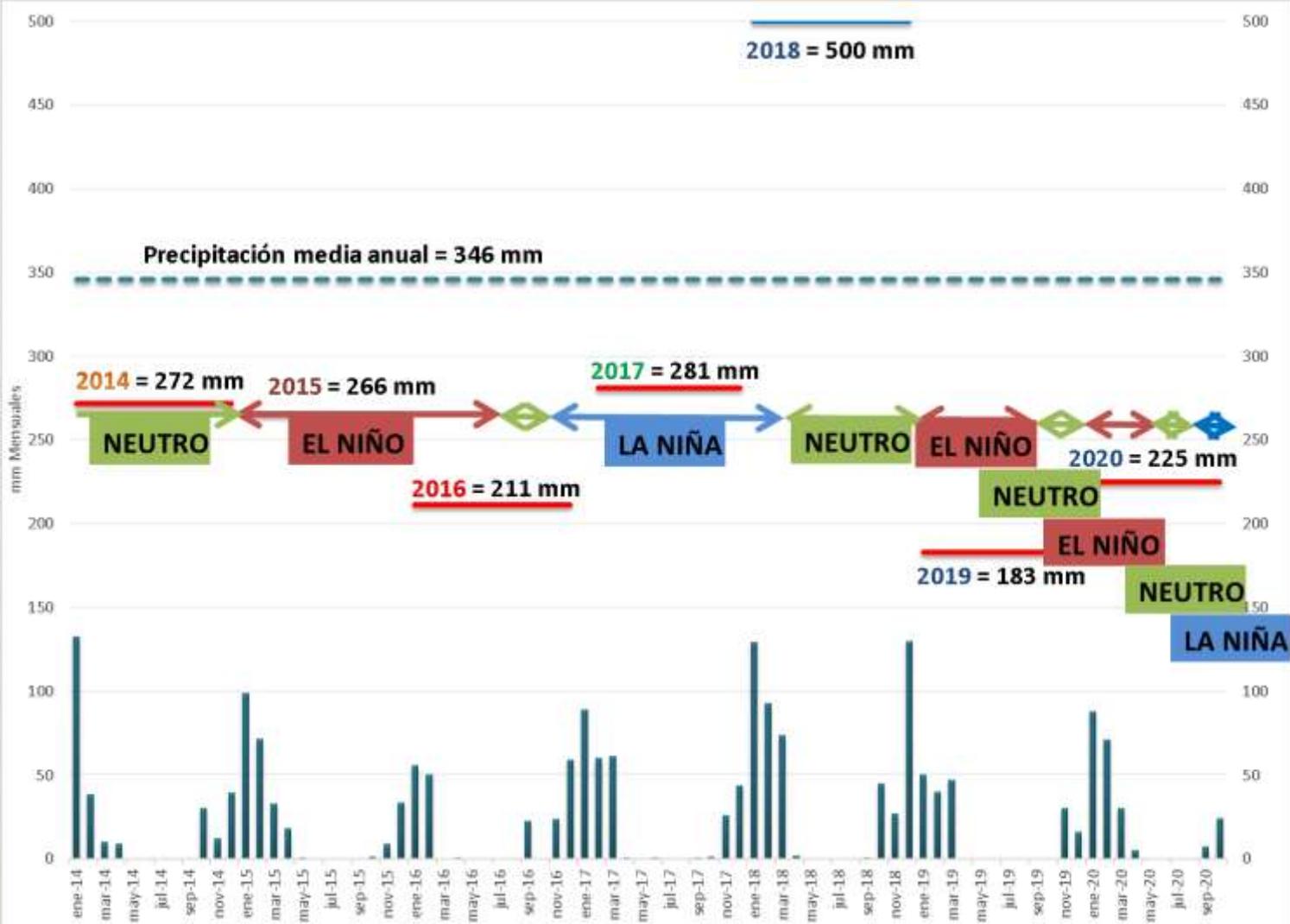


Ocurrencias de las PRECIPITACIONES durante un EVENTO CÁLIDO: EL NIÑO



Ocurrencias de las PRECIPITACIONES durante un EVENTO FRÍO: LA NIÑA





La SEÑAL encontrada **NO** es un

PRONÓSTICO EXACTO



Sirve como una herramienta más para la

PREDICCIÓN

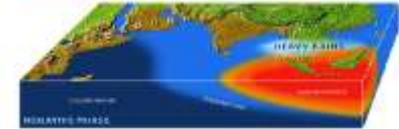
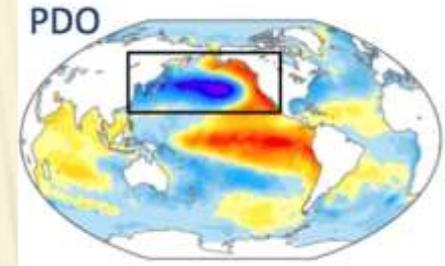


OTROS FENOMENOS DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA

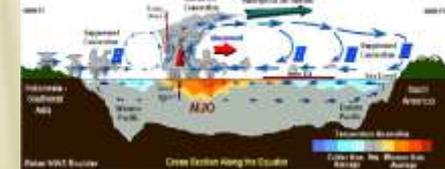
Oscilación decadal del pacifico (PDO)

Dipolo del Océano Indico (IOD)

Oscilación Madden Julian (MJO)

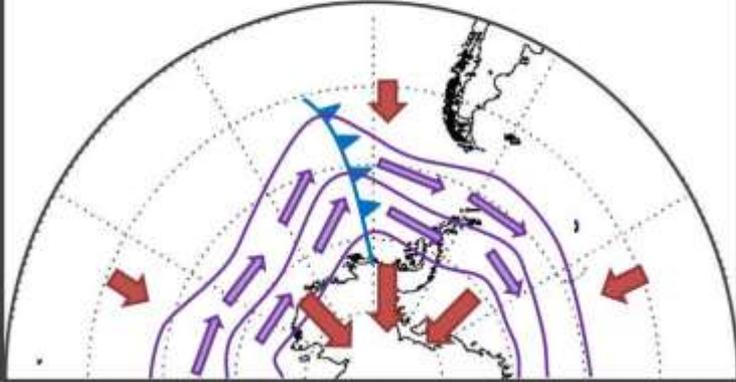


Madden-Julian Oscillation (MJO)
in the Tropical Pacific Ocean



OTROS FENOMENOS DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA

SAM
fase positiva



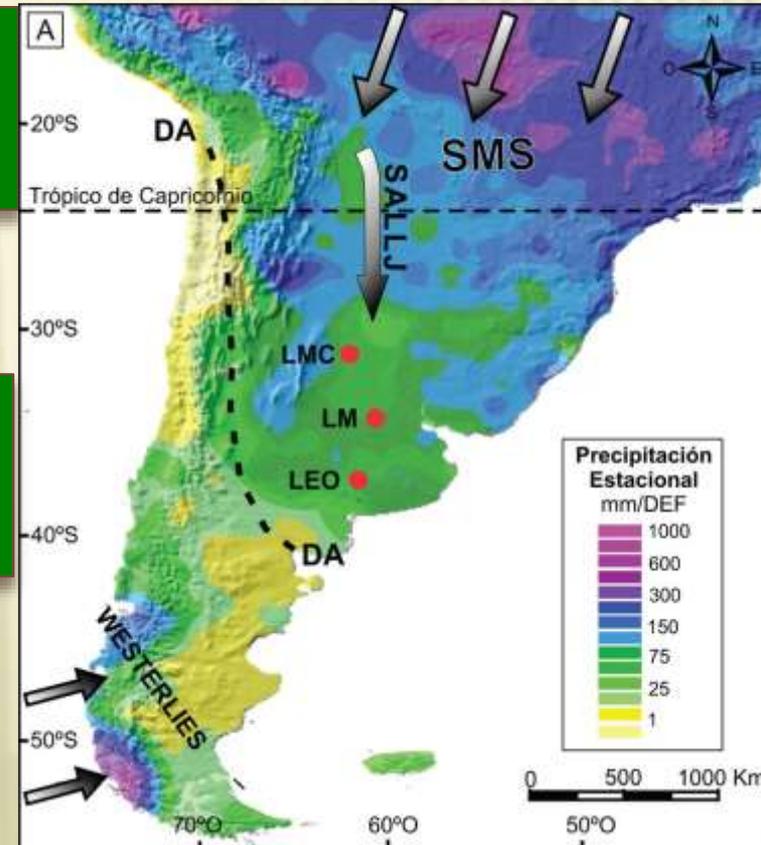
Cómo la
**Oscilación
Antártica**
influye en tu día a día



OTROS FENOMENOS DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Sistema Monzónico
Sudamericano (SMS)

Corriente en Choro de Capa Baja
(SALLJ)





Buscar ubicación...



Inicio



Radar, rayos



Viento



Rachas de viento



Lluvia, truenos



Temperatura



Nubes



Olas



Más capas...



850hPa
1500m 5000ft

animación de partícula presión

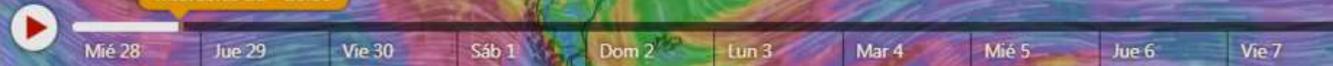


Más capas...

ECMWF9km GFS22km

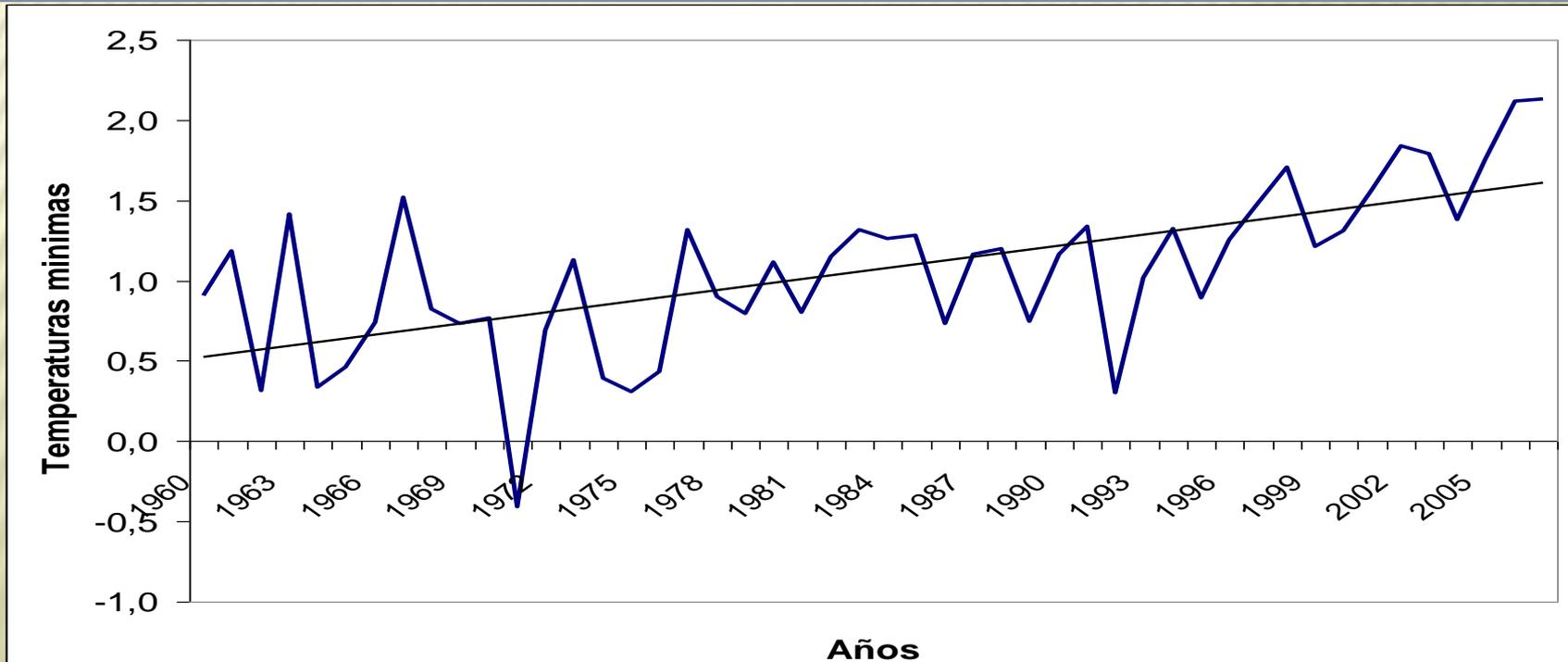
kt 0 5 10 20 30 40 60

Miércoles 28 - 20:00



VARIACIONES PERSISTENTES:

.... cuando la **variación** de los **elementos del clima** se **mantienen** o **persisten** en el tiempo, decimos que ha ocurrido un **CAMBIO CLIMÁTICO**

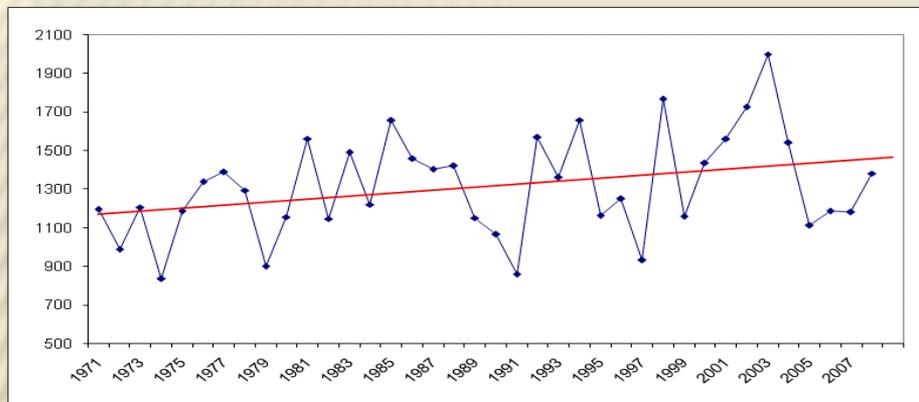


CMNUCC



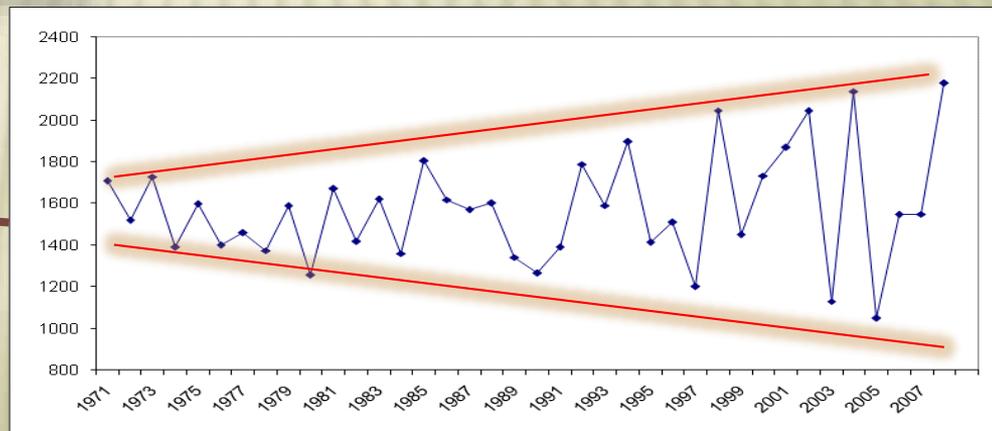
..... cambio del clima atribuido **directa o indirectamente** a la **actividad humana**, que altera la composición de la atmósfera mundial (ONU)

¿CÓMO PUEDE CAMBIAR EL CLIMA?

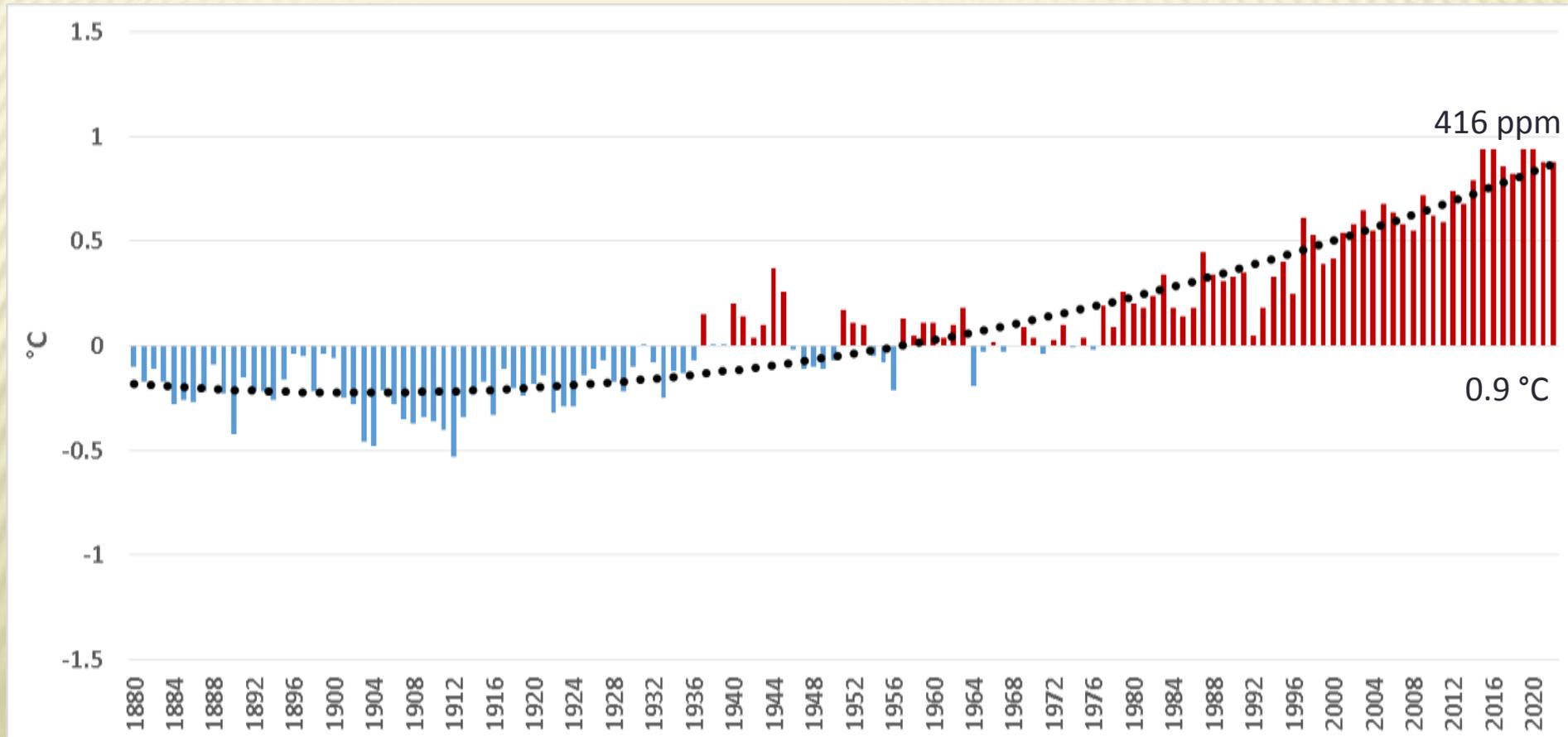


Cambios en el
PROMEDIO

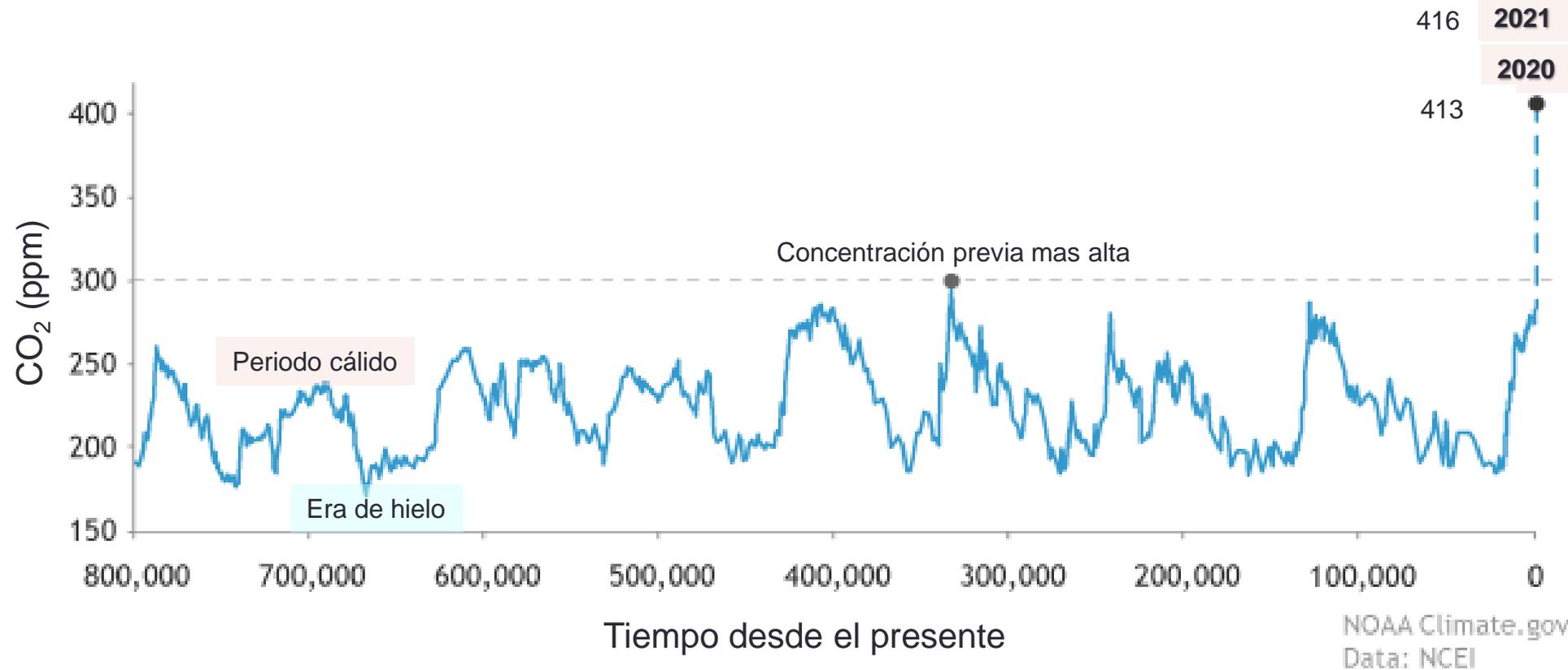
Cambios en la
VARIABILIDAD



Concentración atmosférica actual: 508 ppm (la mayor de los últimos **800.000** años)



Paleo Clima



NOAA Climate.gov
Data: NCEI

Fuentes Antropogénicas de GEI

CO₂:

- Combustibles fósiles (energía y transporte)
- Cambios de uso del suelo (deforestación)
- Producción de cemento
- Procesos industriales

CH₄:

- Agricultura (producción de arroz)
- Ganadería (fermentación entérica)
- Rellenos sanitarios
- Explotación petrolera

N₂O:

- Agricultura (fertilización con N)



Porcentaje de emisión de GEI por sector

35%



Sector Energético

24%



Agricultura, Forestación, Cambio en el uso de suelo, etc.

21%



Industria

14%



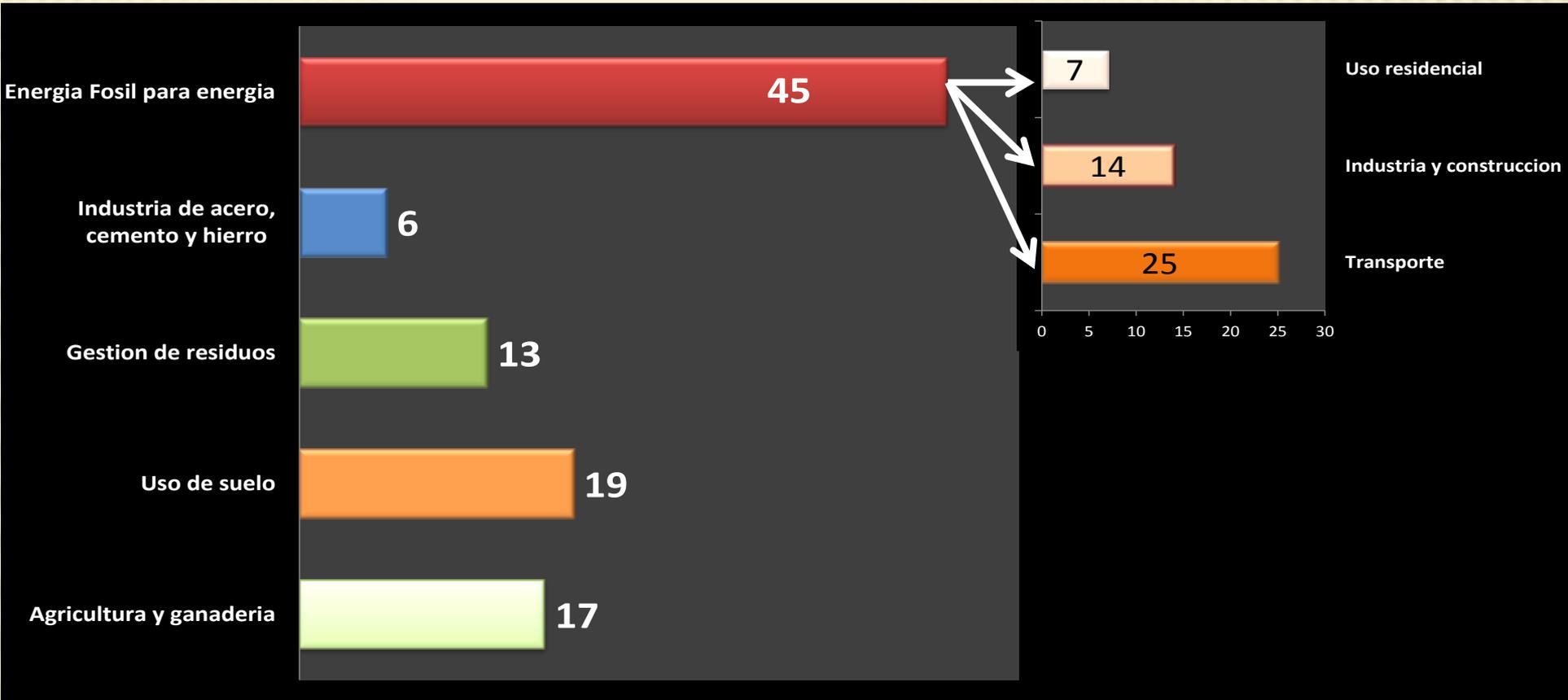
Transporte

6,4%

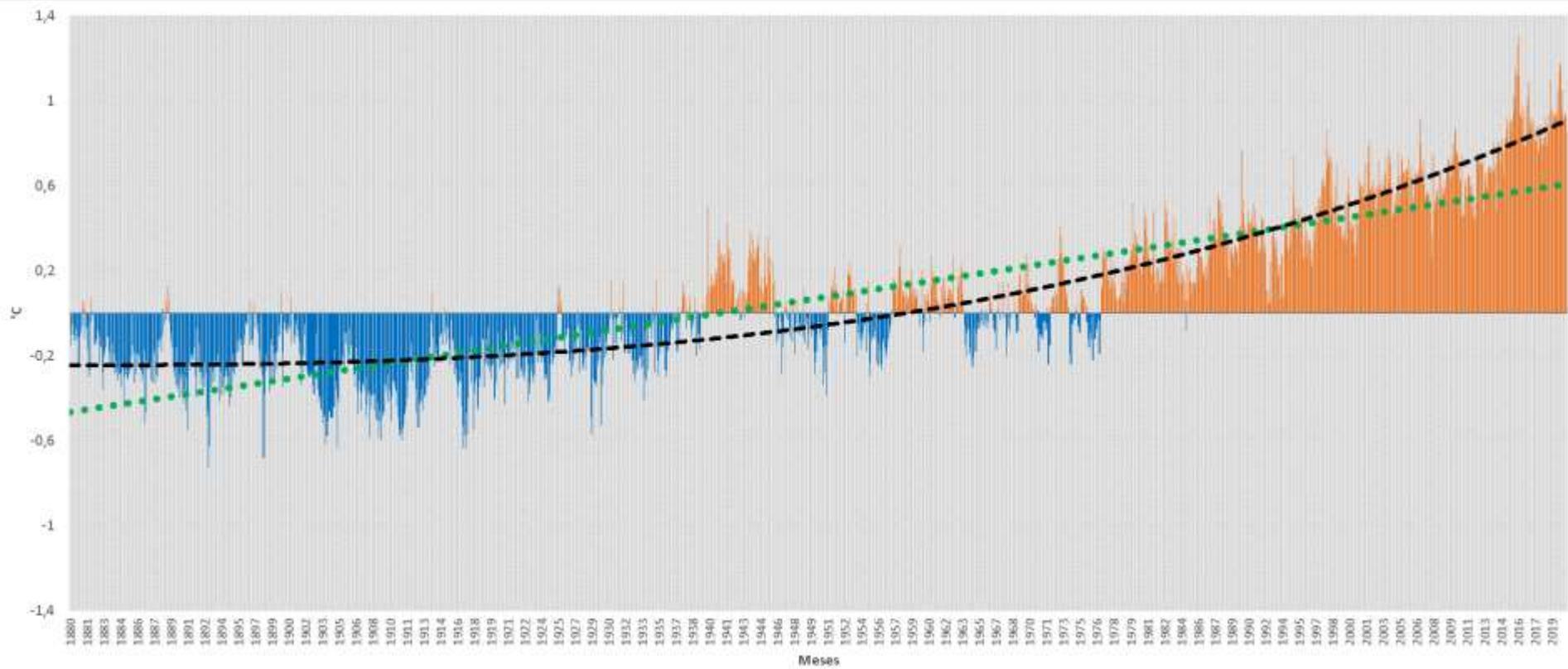


Sector de la construcción

EMISIONES TOTALES DE CO₂ EN JUJUY

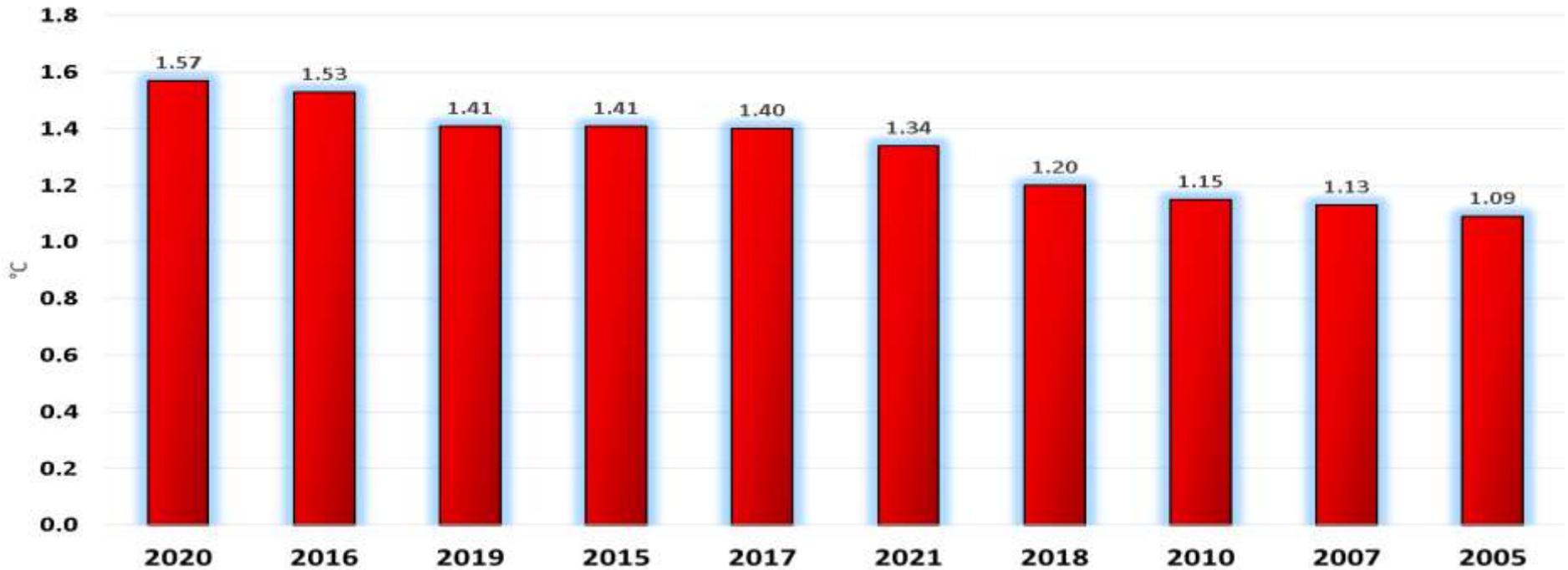


ANOMALÍAS DE LA TEMPERATURA ANUAL GLOBAL desde 1880 a nov-2020 (1901-2000)



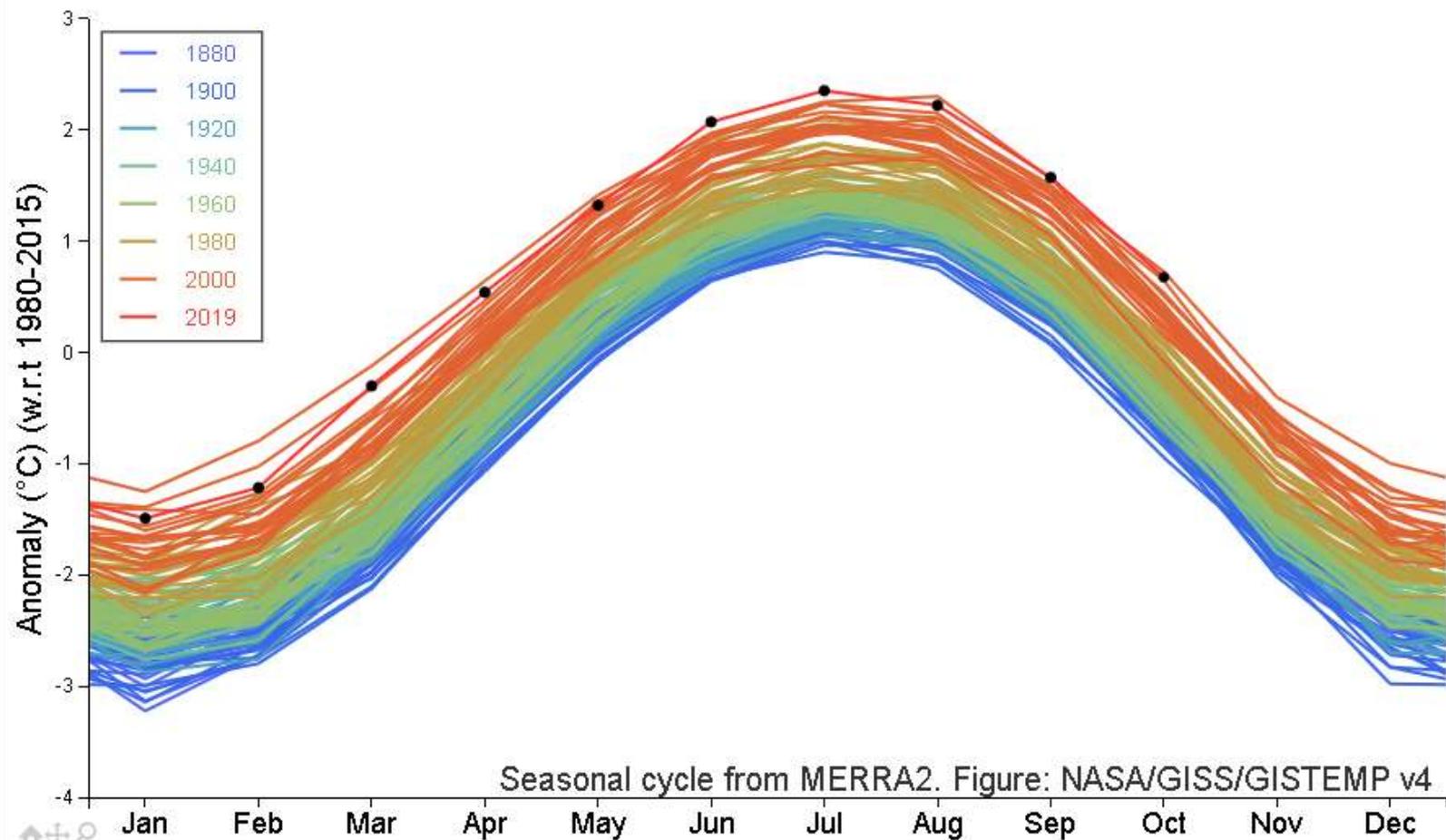
Basado en datos de: <http://climate.nasa.gov/>

Los 10 años más cálidos



- Entre los **5** primeros, 5 > 2015
- Entre los **10** primeros, 8 > 2010
- Entre los **10** primeros, 10 > 2005

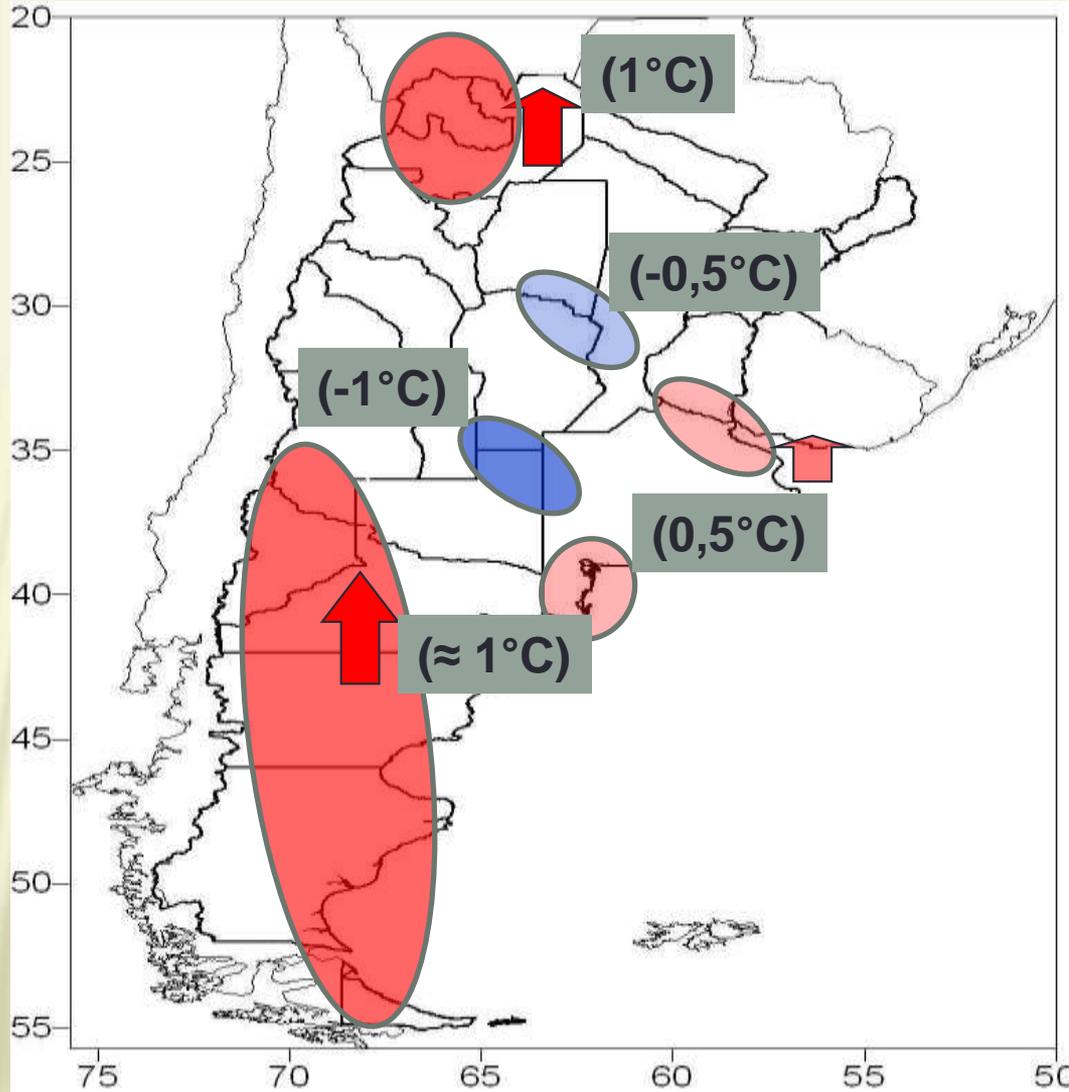
GISTEMP Seasonal Cycle since 1880



Seasonal cycle from MERRA2. Figure: NASA/GISS/GISTEMP v4

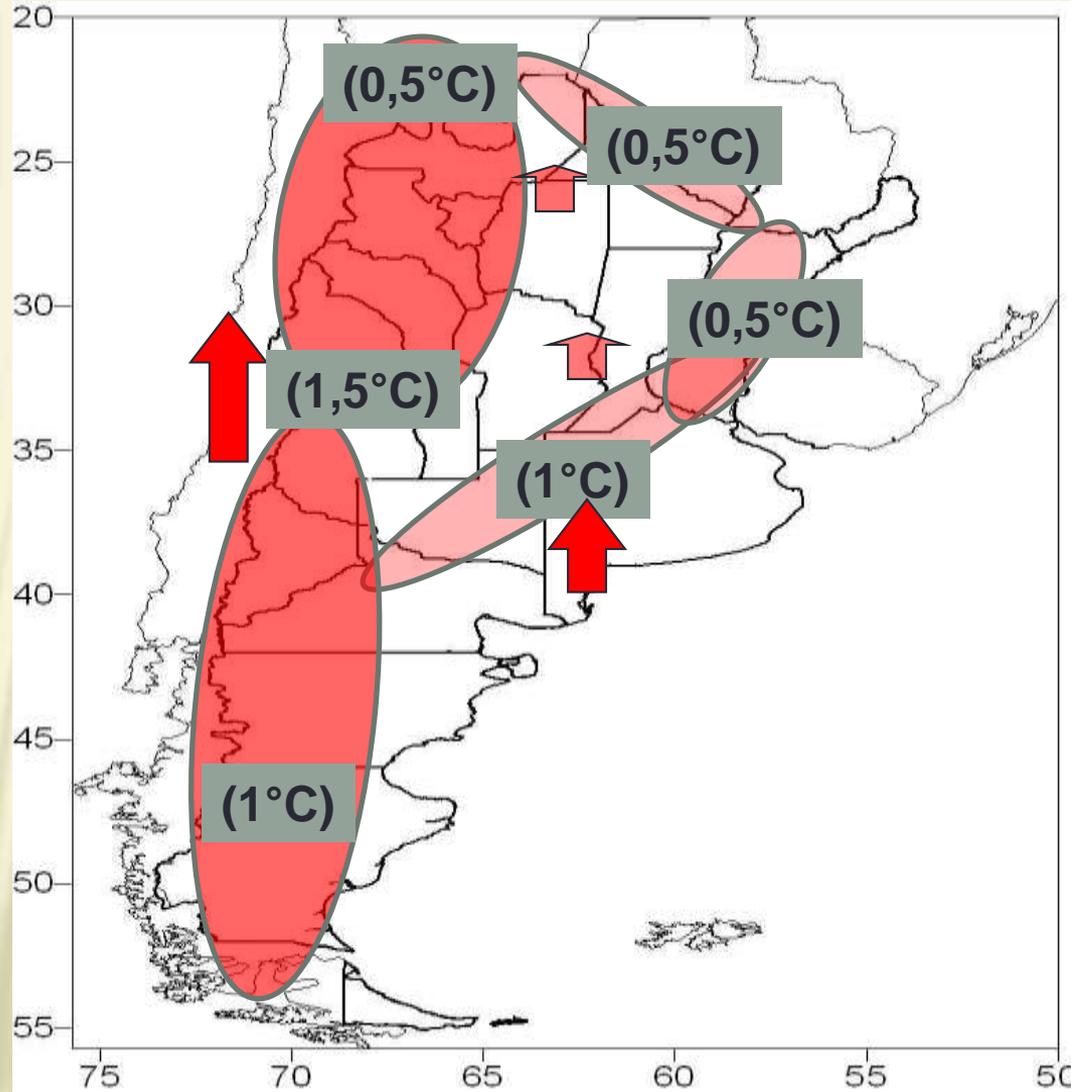
Cambios observados en Argentina

Temperaturas **máximas medias**
(1960-2010)



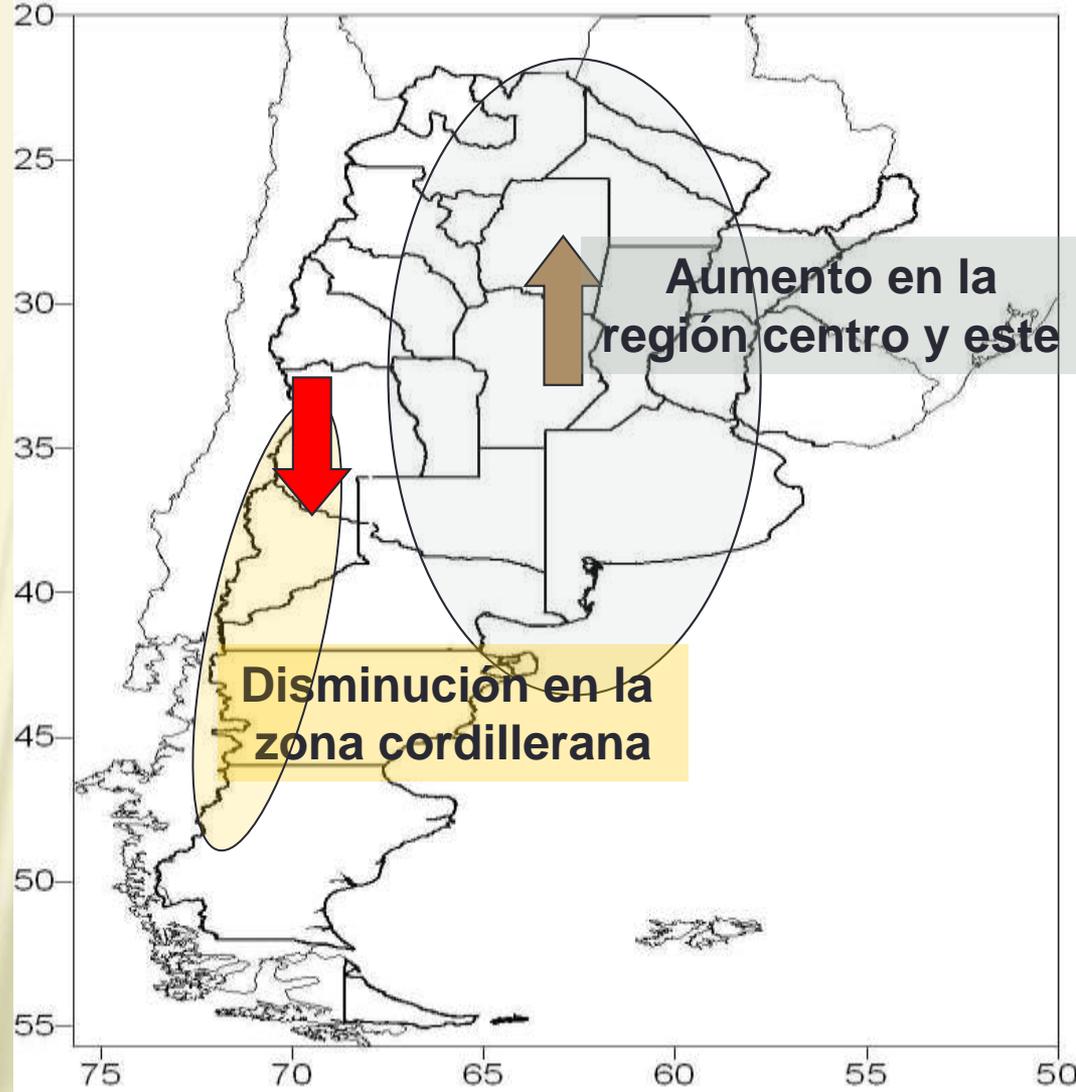
Cambios observados en Argentina

Temperaturas **mínimas medias**
(1960-2010)



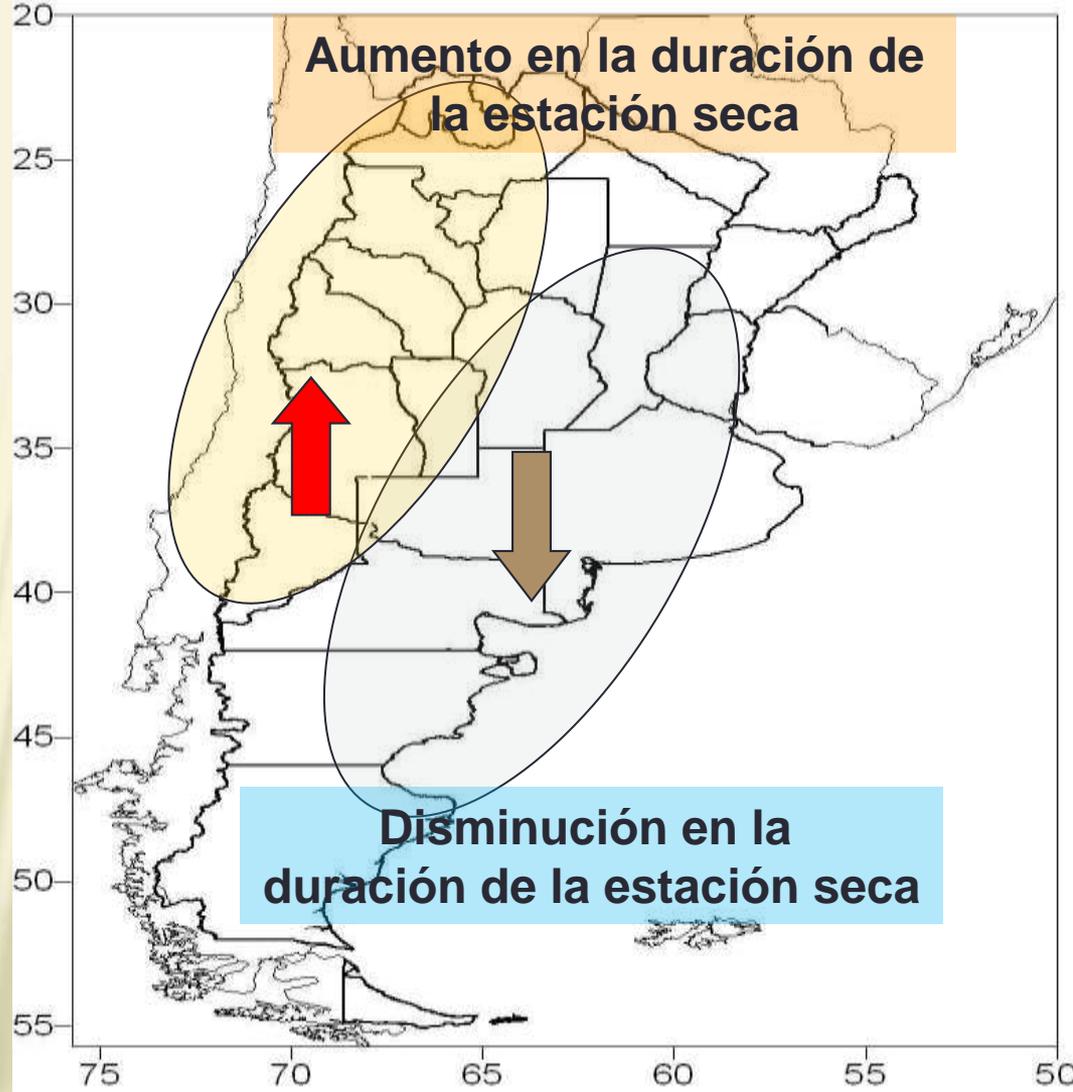
Cambios observados en Argentina

PRECIPITACIONES



Cambios observados en Argentina

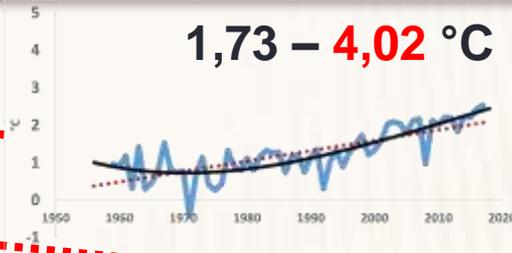
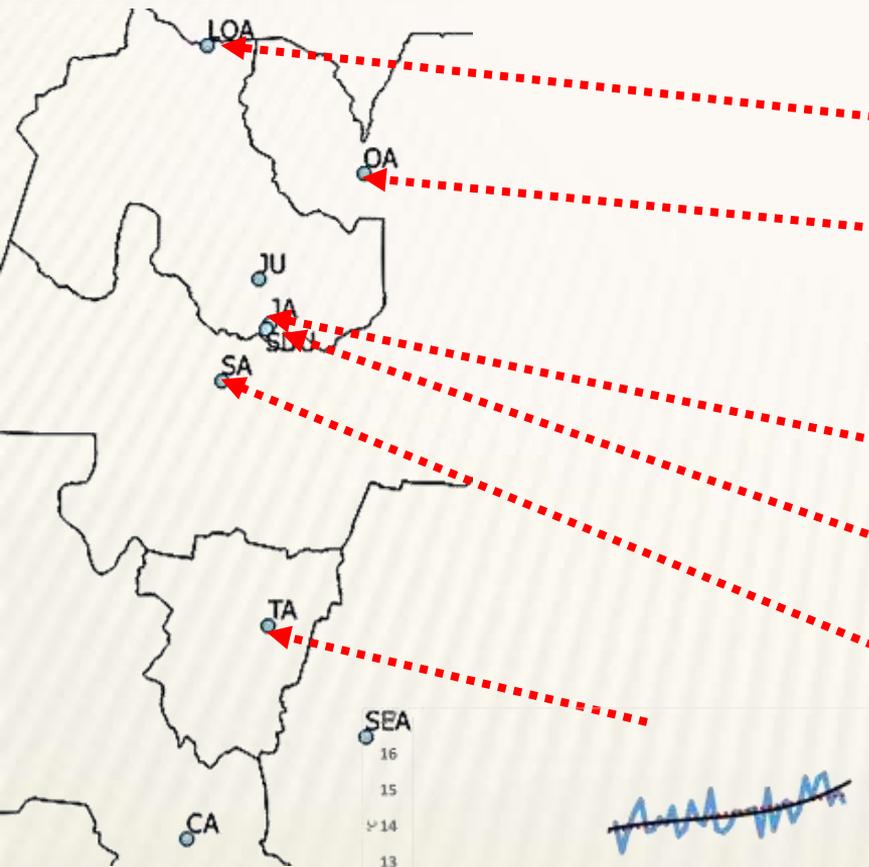
Número máximo de días consecutivos con **precipitación** < 1 mm



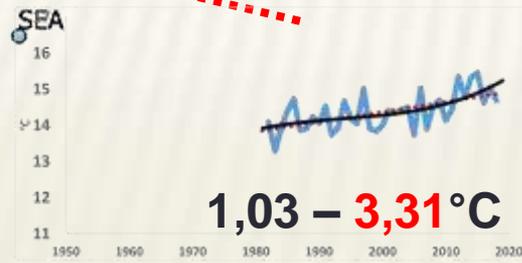
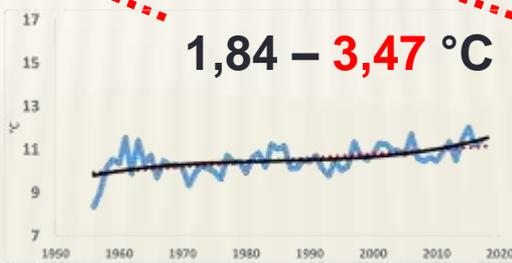
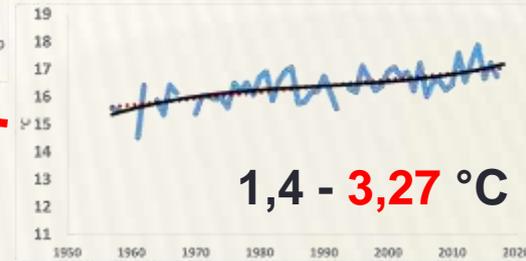
Otros cambios observados en Argentina (siglo XX)

- **Retraimiento** de casi todos los **GLACIARES DE MONTAÑA**.
- **Disminución** de la frecuencia de **DÍAS CON HELADAS** y en la longitud del **PERÍODO CON HELADAS**.
- **Retraso** en la fecha media de primera helada (FMPH) y **adelanto** en la de última helada (FMUH).
- **Aumento** en el número de casos de **eventos extremos: GRANIZO**

CAMBIOS OBSERVADOS EN EL NOA

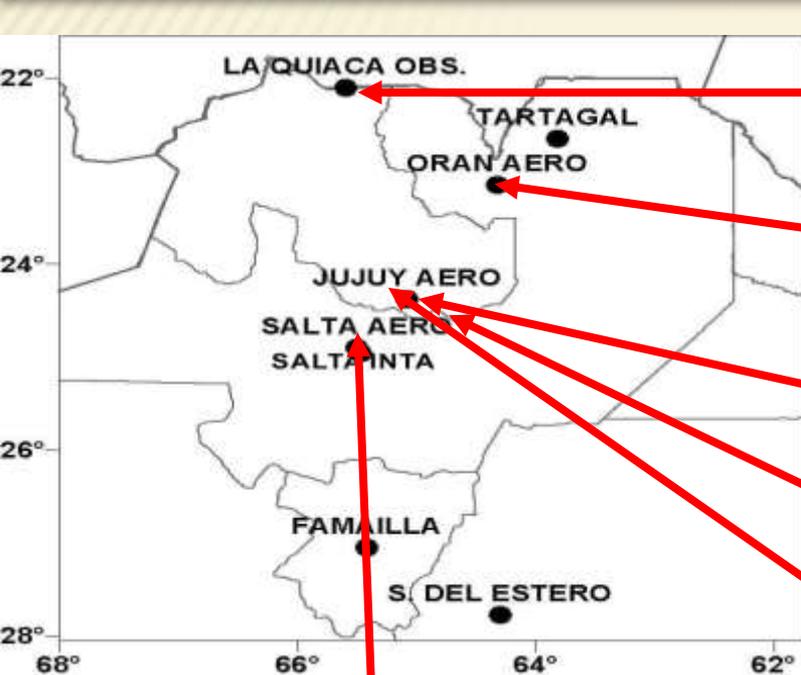


**Temperatura
Mínima**



SEA
CA

CAMBIOS OBSERVADOS EN EL NOA



1,89 / 4,39 °C



**Temperatura
Máxima**

0,32 / 0,76 °C



Jujuy Aero

0,34 / 1,0 °C



Jujuy UNJu

1,02 / 3,72 °C

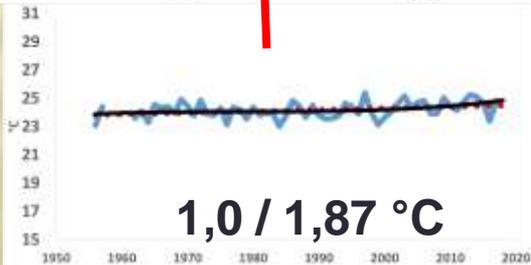


Sto Domingo

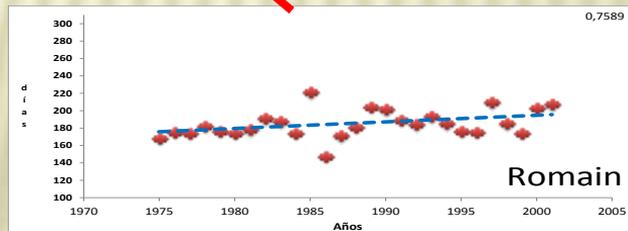
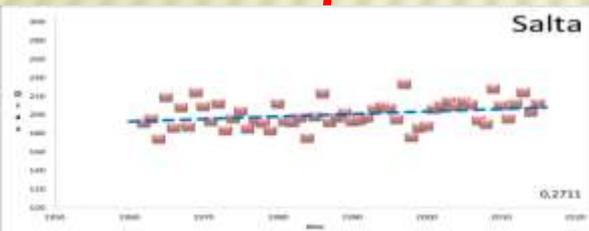
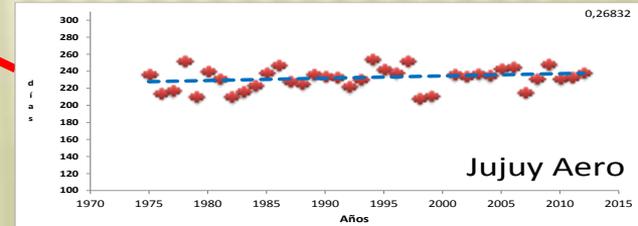
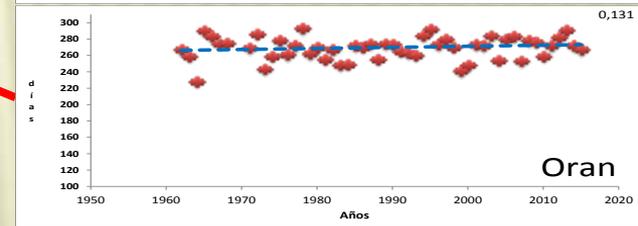
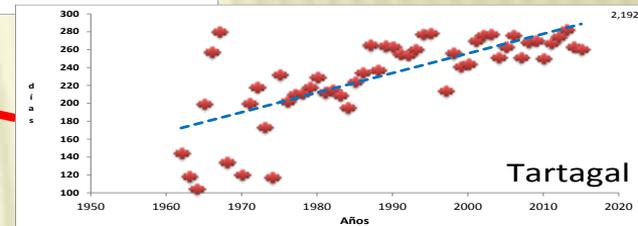
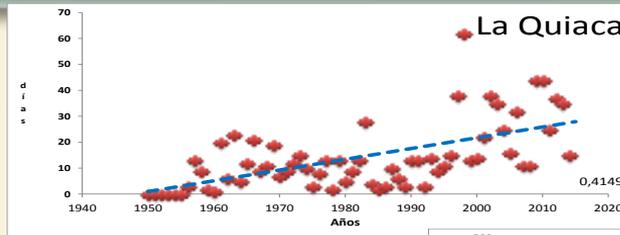
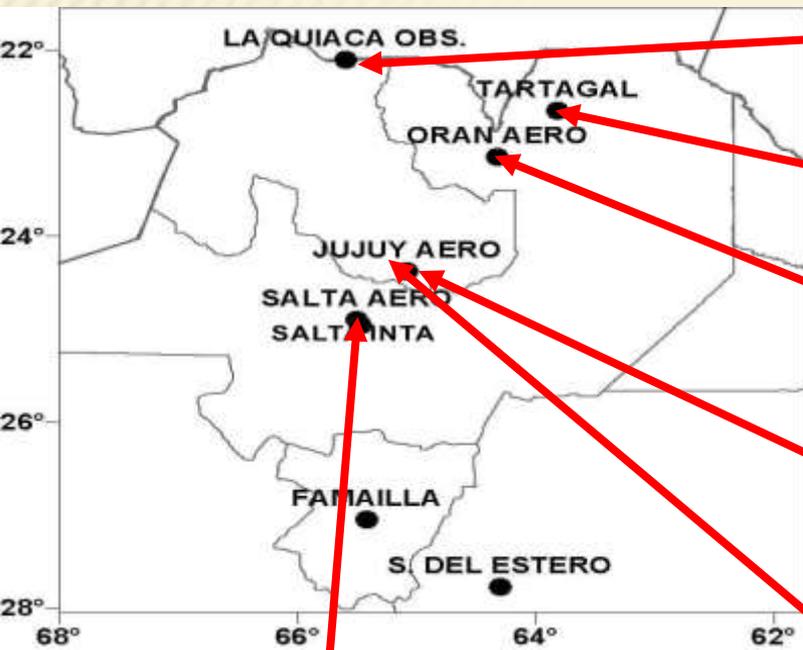
0,55 / 1,61 °C



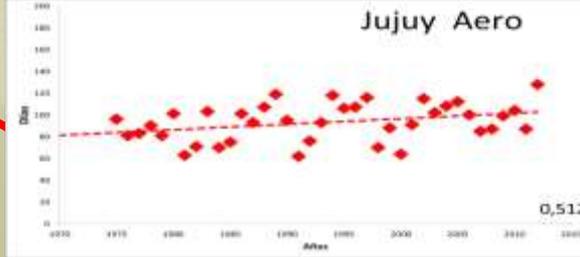
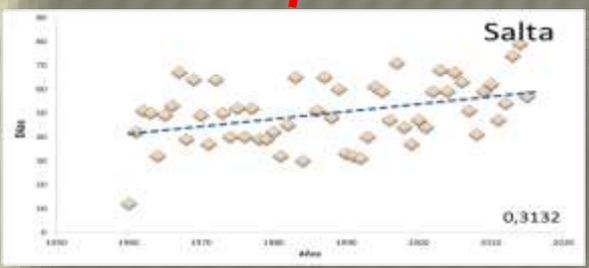
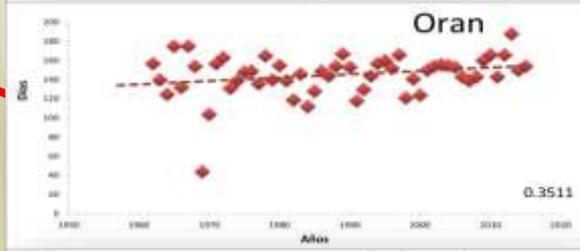
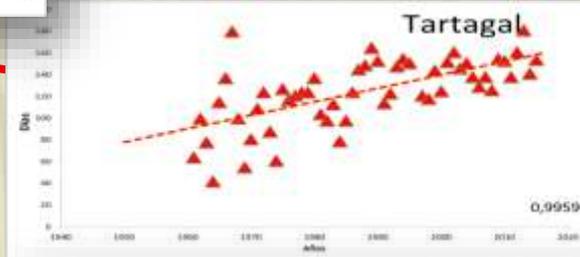
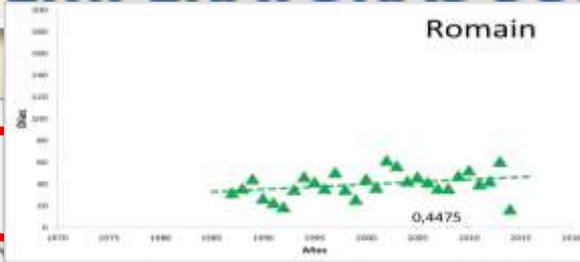
1,0 / 1,87 °C



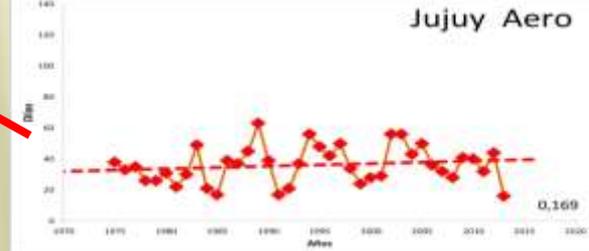
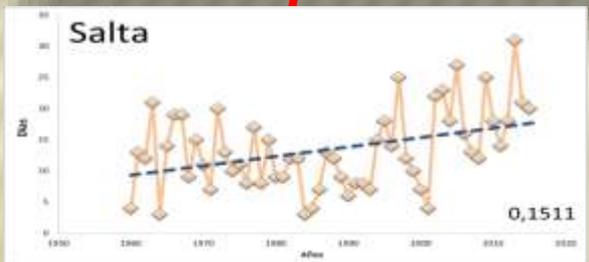
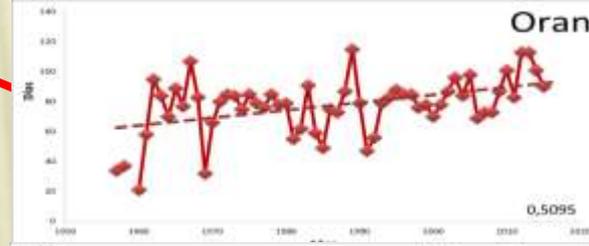
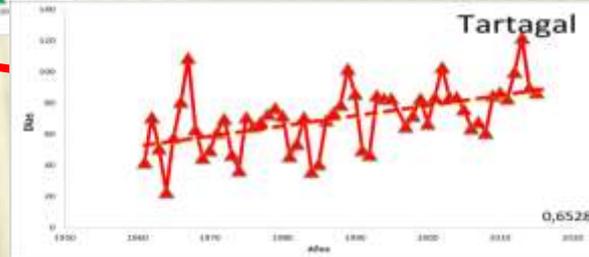
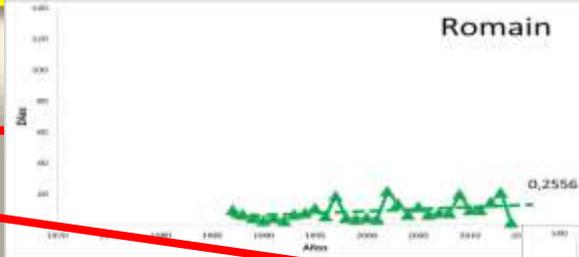
NUMERO DE DÍAS CON TEMPERATURAS SUPERIORES A 24°C



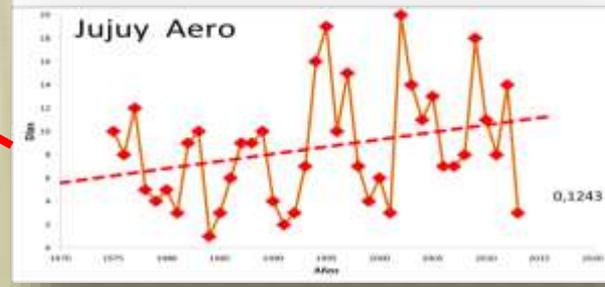
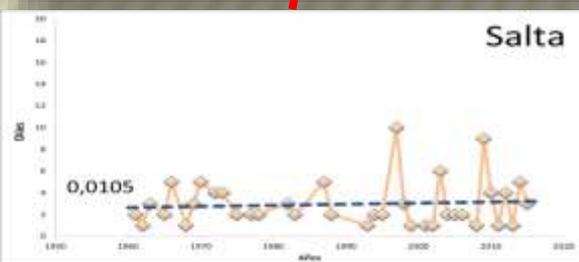
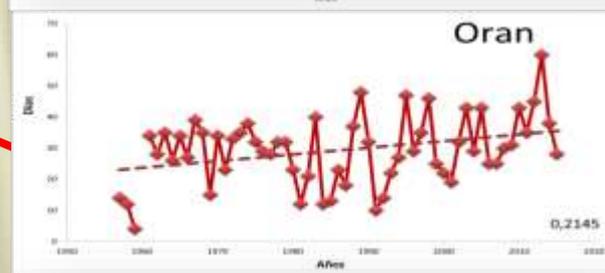
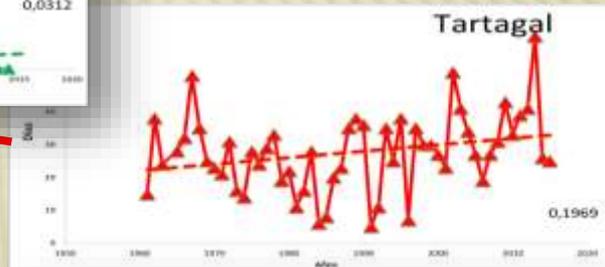
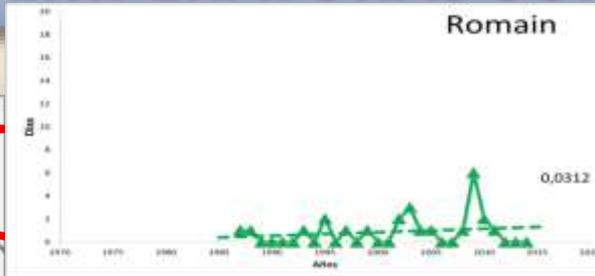
NUMERO DE DÍAS CON TEMPERATURAS SUPERIORES A 30°C



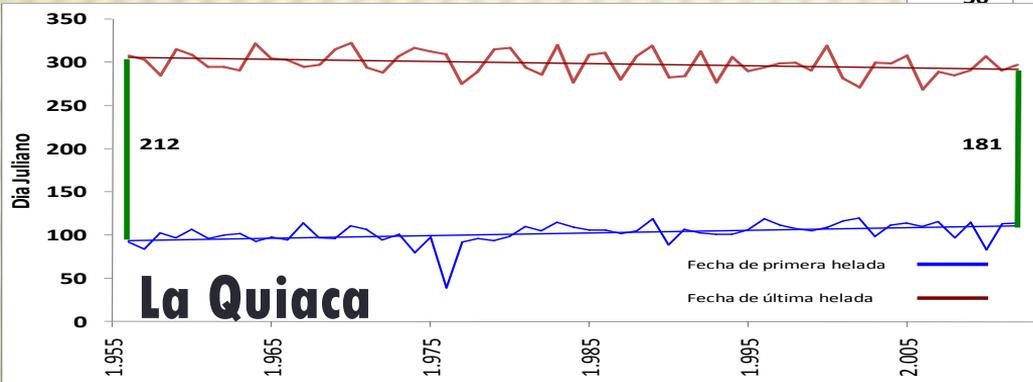
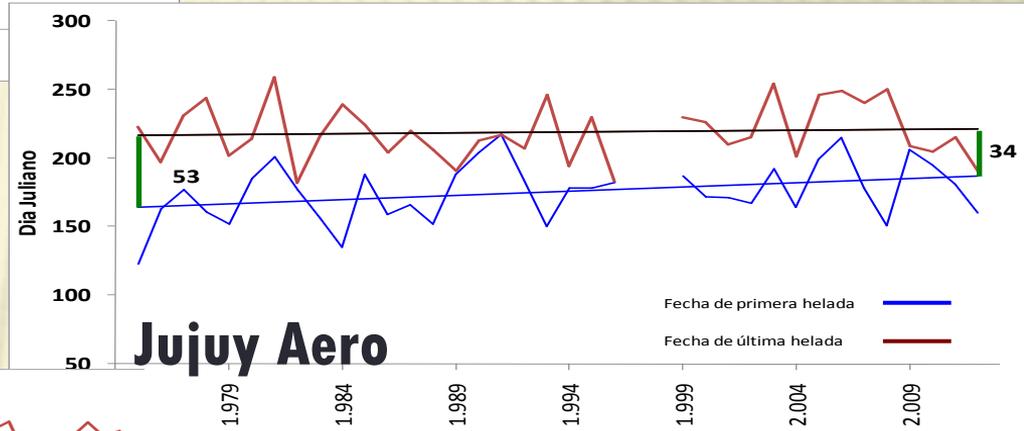
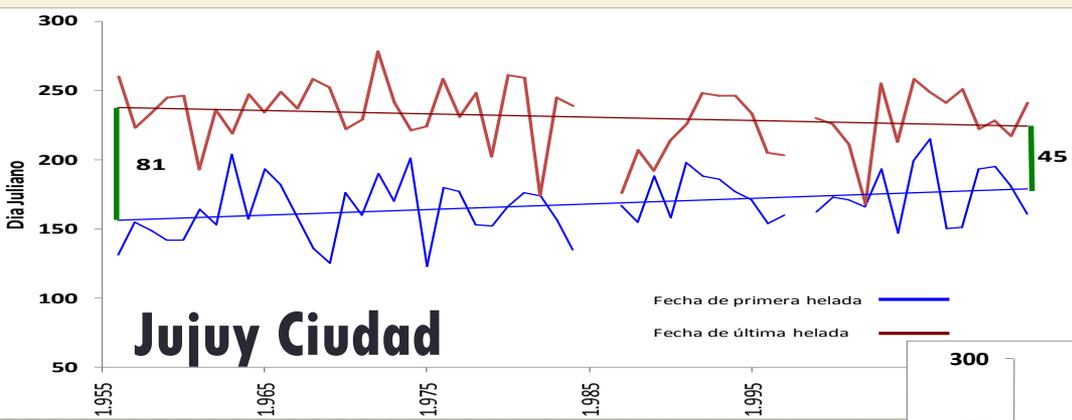
NUMERO DE DÍAS CON TEMPERATURAS SUPERIORES A 33°C



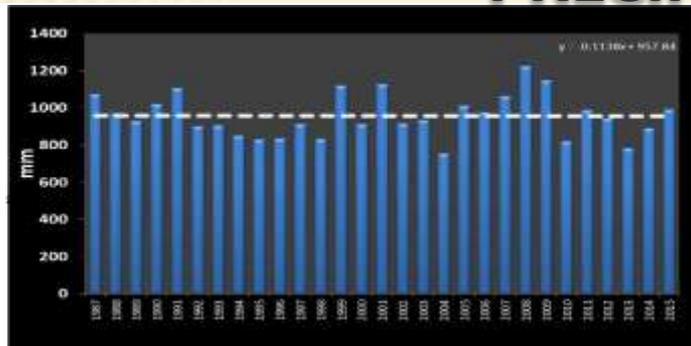
NUMERO DE DÍAS CON TEMPERATURAS SUPERIORES A 36°C



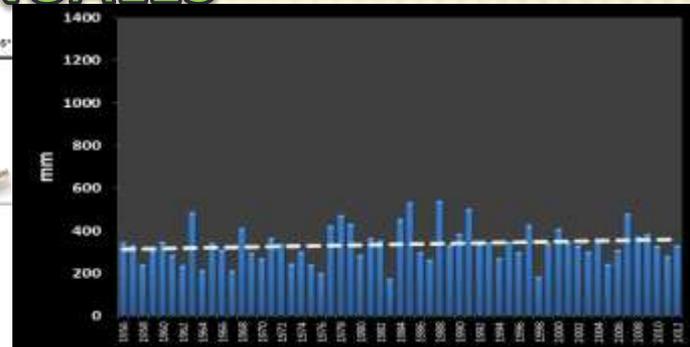
Las Heladas



PRECIPITACIONES ANUALES



JUJUY UNJU



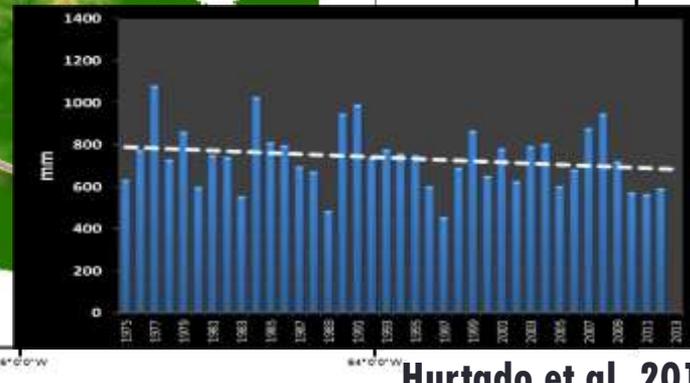
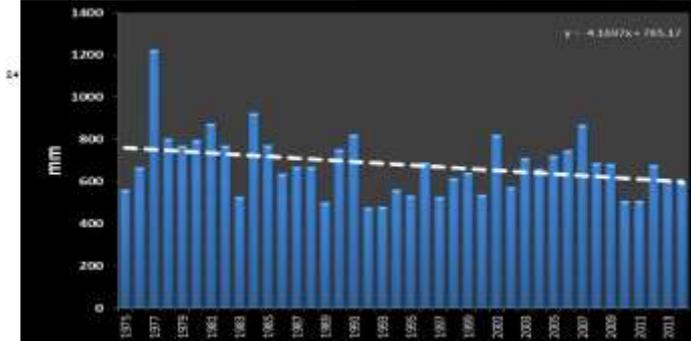
LA QUIACA



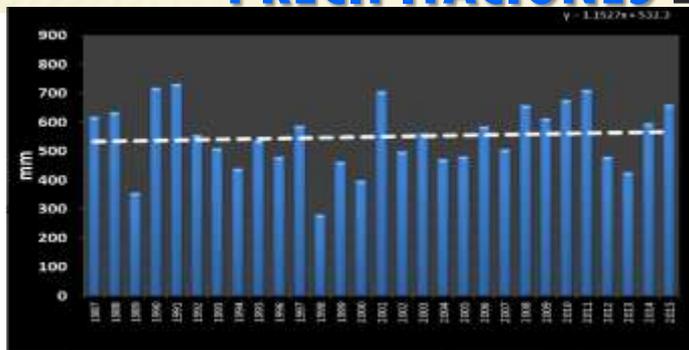
STO DOMINGO



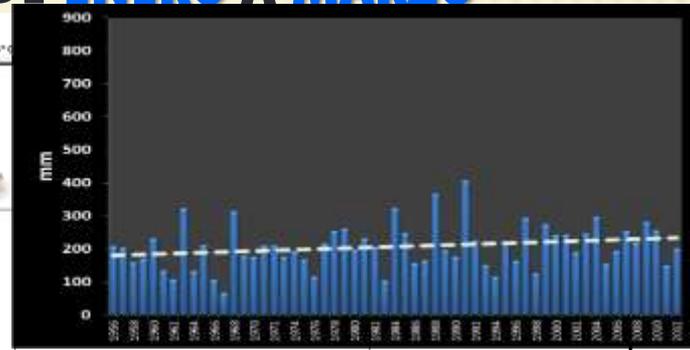
JUJUY AERO



PRECIPITACIONES ENTRE LOS MESES DE ENERO A MARZO



JUJUY UNJU



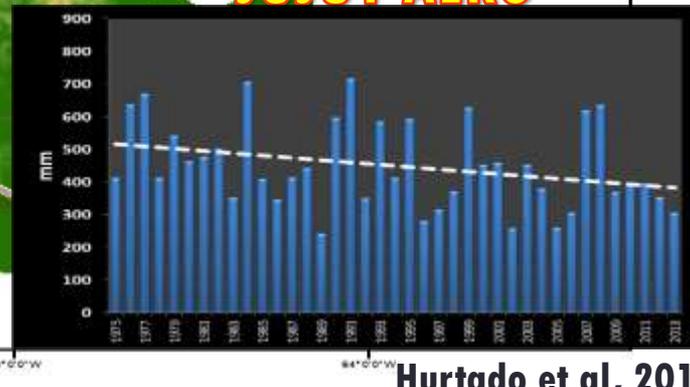
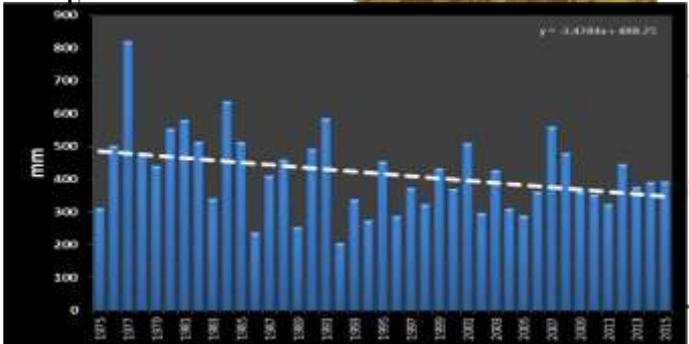
LA QUIACA



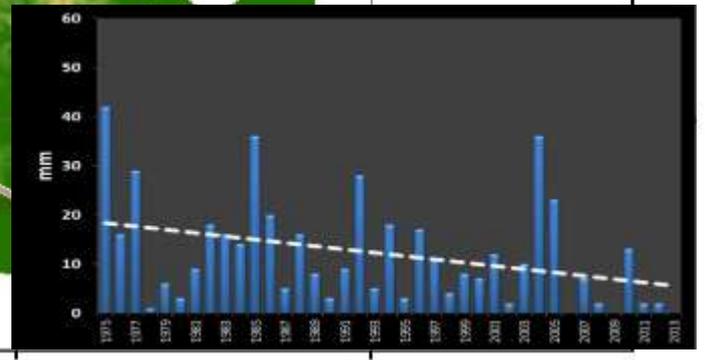
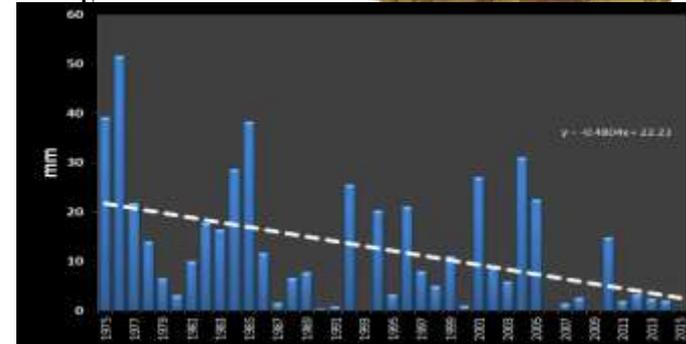
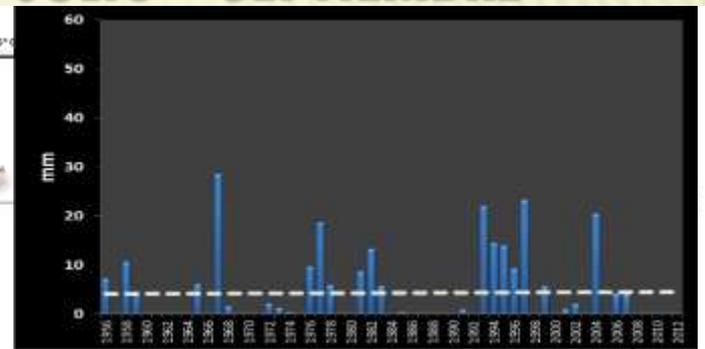
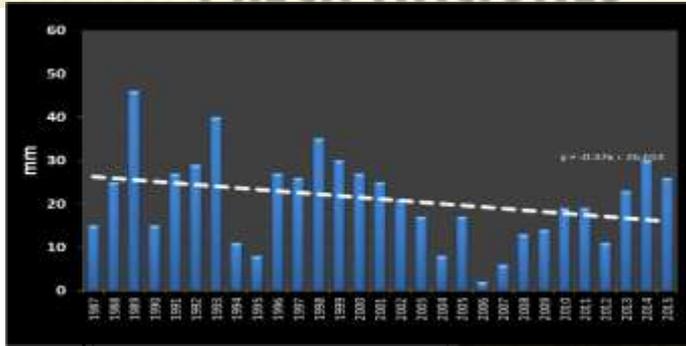
STO DOMINGO



JUJUY AERO



PRECIPITACIONES ENTRE LOS MESES DE JULIO A SEPTIEMBRE



**LA DENSIDAD DE
INFORMACION ES MUY
BAJA**

Prueba Contundente del Calentamiento Global



Curva de regresión

Siglo XVIII

1900

1950

1970

1980

1990

2006

2050 2100

Muchas Gracias