



Extreme Weather Events in Chile: From long-duration droughts to major floods

2017 APEC Climate Symposium
Punta Arenas, Chile

Pathway to Sustainable Growth under a Changing Climate: Enhancing
interaction between climate science and society

José Vicencio Veloso

(jose.vicencio@meteo Chile.gob.cl)

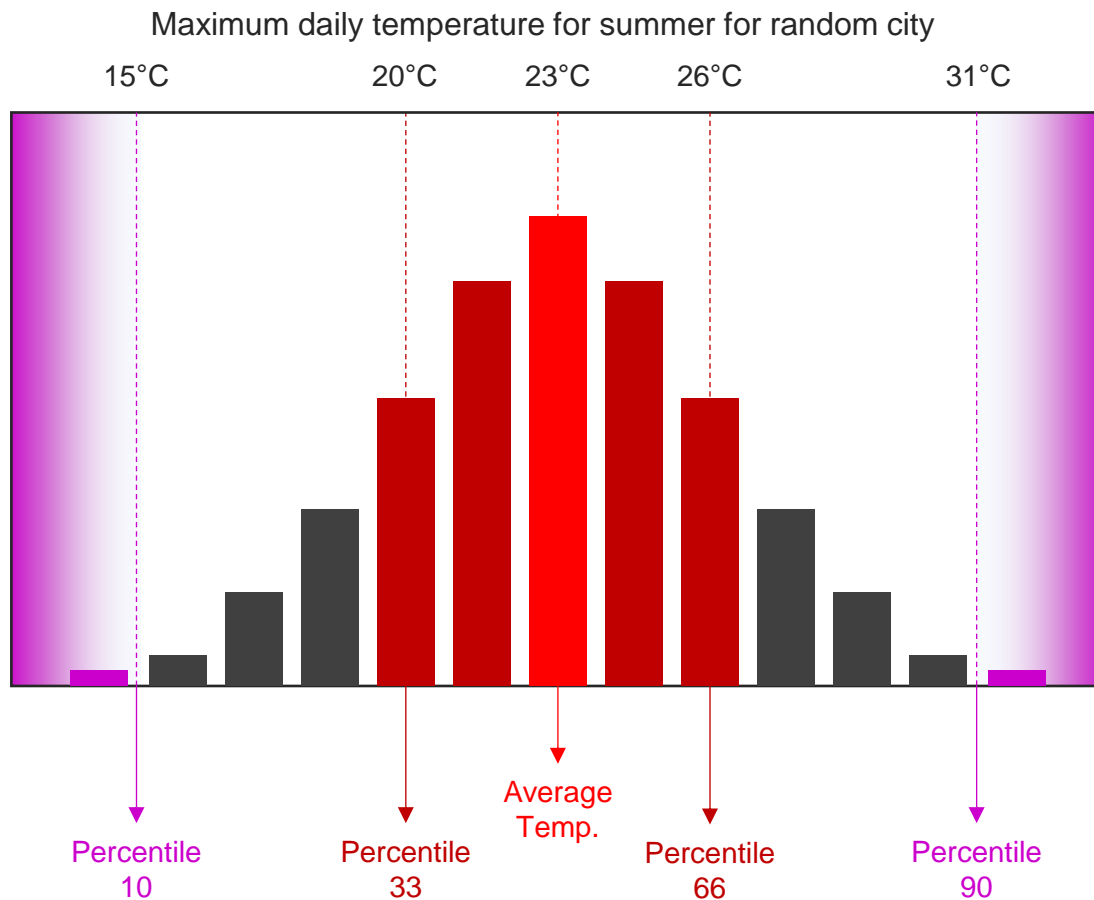
Meteorólogo

Sección Climatología

Dirección Meteorológica de Chile

What is a meteorological extreme event?

- Geophysical variables tends to behave as normal distribution.
- In meteorology, we used to define events according to percentile of distribution.
- Every meteorological variable has its own extreme value, usually above or below percentile 90 or 10.



- ! Not all extreme meteorological values can be considered as a extreme meteorological events producing negative impact on population.
- The impact on society or environment it's important to define a relevant extreme meteorological event.

What kind of extreme weather events?

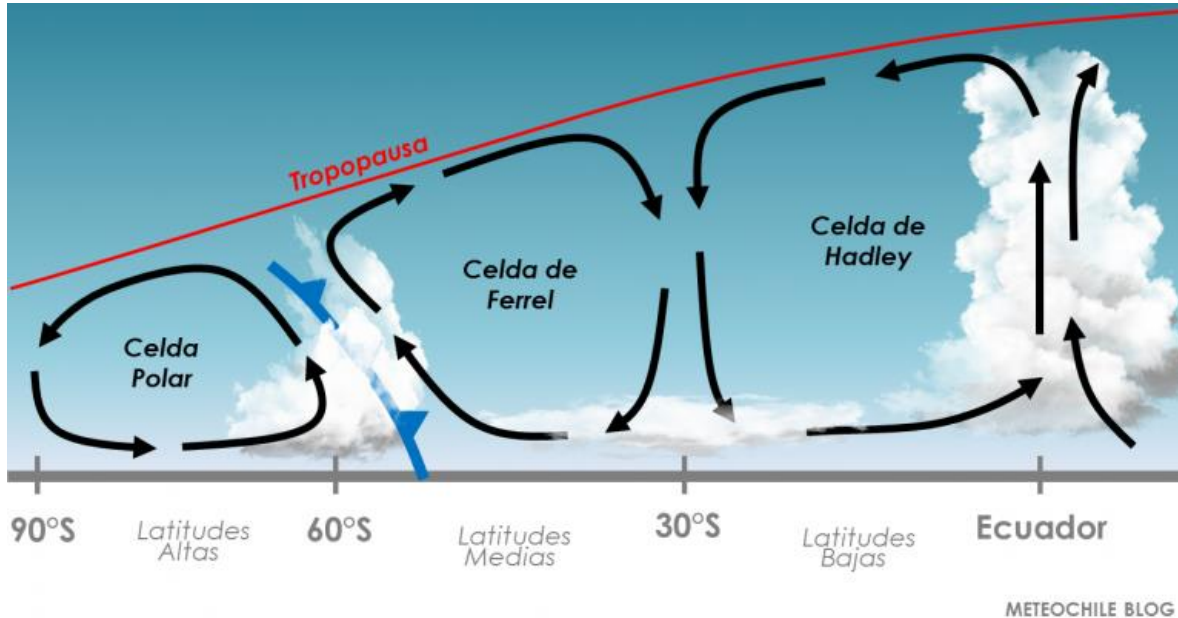
Fast and violent
extreme weather events

- Mass removal processes: Debris flood, mud flood, landslide, flash-floods and others.
- Forest fires and “fire storms”.
- Violent storms: Tornadoes.

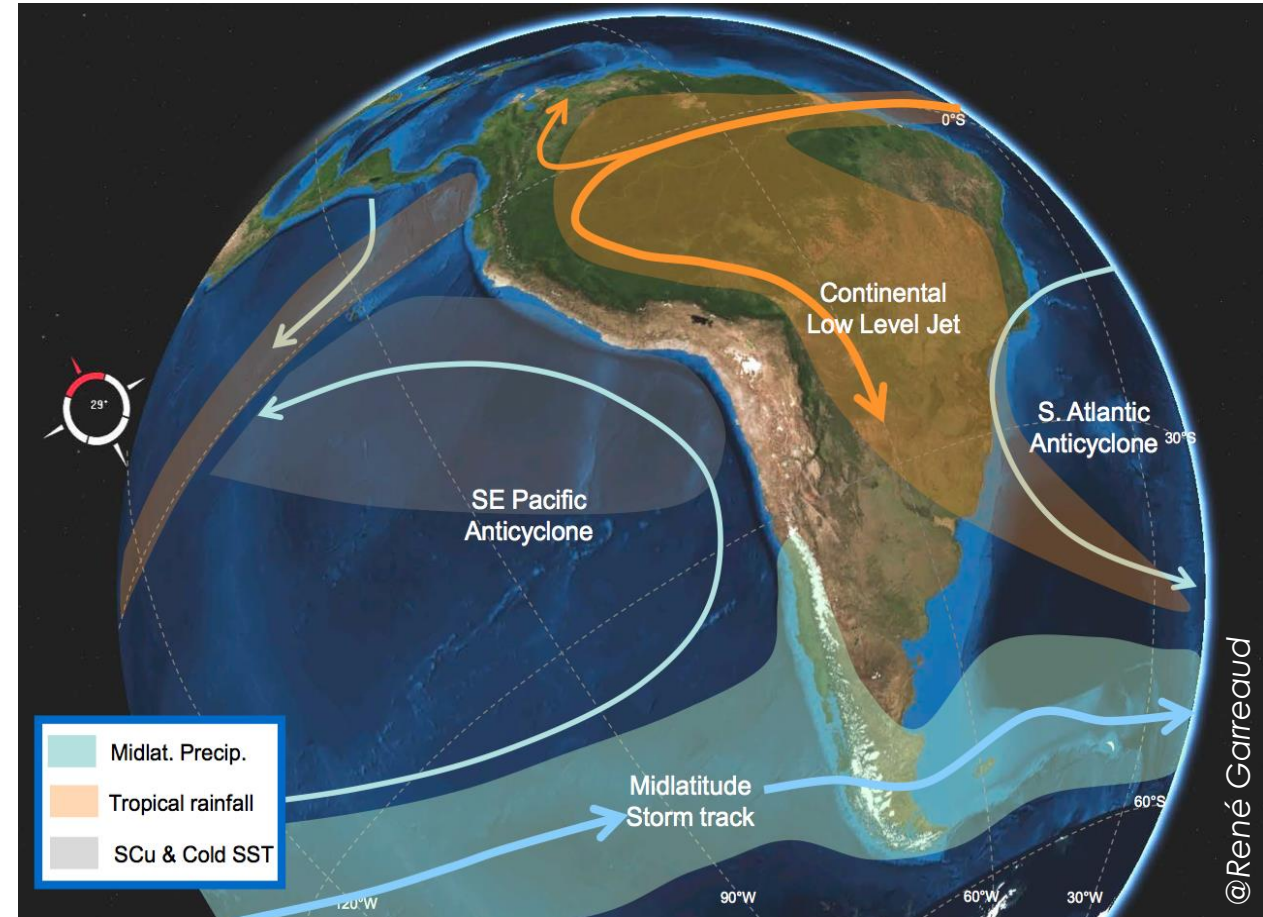
Slow extreme weather
events

- Heat waves.
- Droughts.

The Big Picture: General Circulation



- Chile is a long north-to-south strip of land.
- Key factors: Anticyclone, storm track



1) March 2015: Rain over The Atacama Desert



How much rain over Northern Chile?

Busan, South Korea

1.500 mm/year

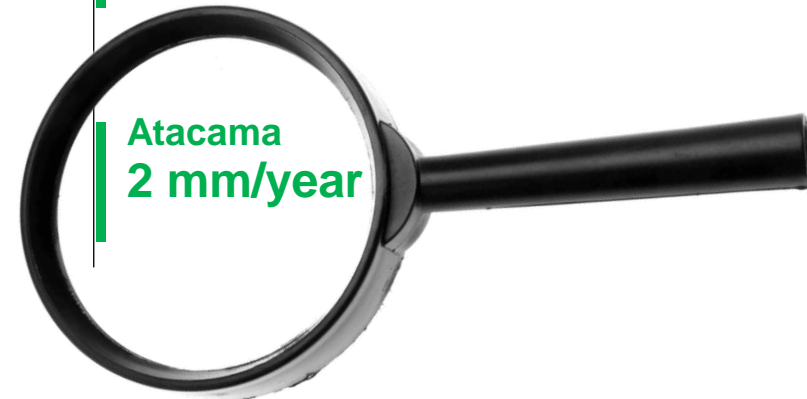
Punta Arenas

300 mm/year

Calama

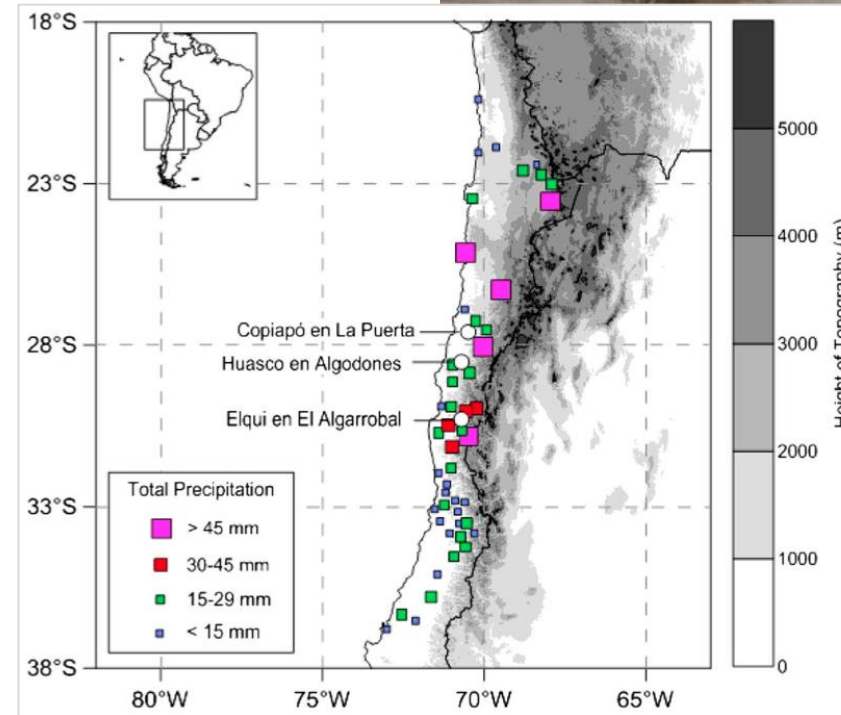
15 mm/year

Atacama
2 mm/year



1) March 2015: Rain over The Atacama Desert

- During March 24 to 26, an extreme rainfall event affected Northern Chile.
- Many years worth of rainfall in a 48 hrs period (Wilcox et al., 2016)
- Towns were destroyed and partially affected: Taltal, El Salvador, Diego de Almagro and Chañaral.

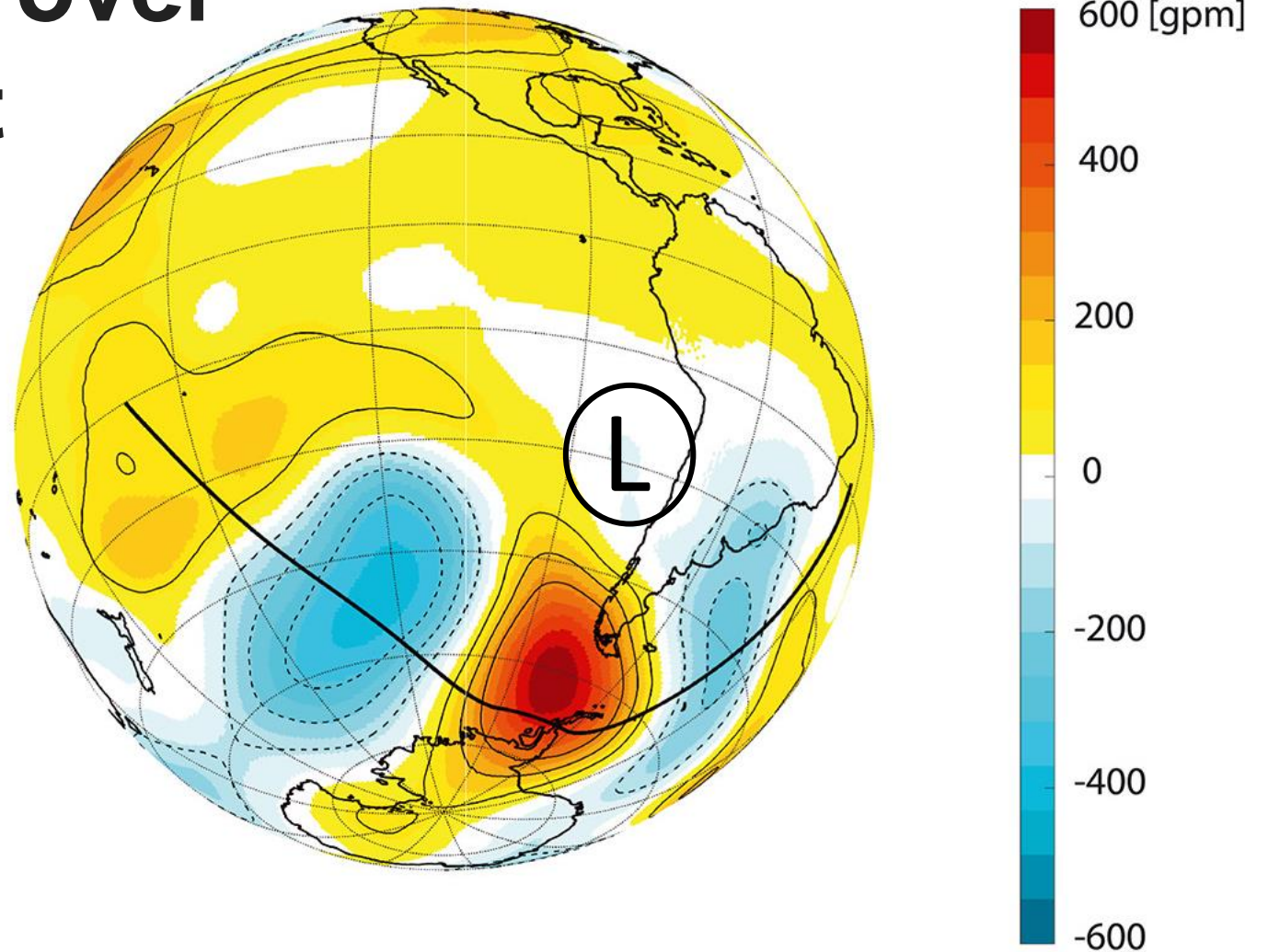


31 deaths
16 missing
~160k affected

Barrett, B. S., D. A. Campos, J. Vicencio Veloso, and R. Rondanelli (2016), Extreme temperature and precipitation events in March 2015 in central and northern Chile, J. Geophys. Res. Atmos.

1) March 2015: Rain over The Atacama Desert

- According to *Rondanelli et al. (2019)*, a strong MJO event over Tropical Western Pacific trigger a Planetary wave.
- This wave (Rossby wave) propagated toward the pole and the east.
- A mixture of warmer than usual sea surface temperature at Chilean Coast, high level of humidity and a quasi-stationary upper-level low, triggered the devastating event.
- High temperature in southern Chile and Antarctica: Record Temperature in Base Esperanza.



DMC role in Extreme Weather Events

Prior and during the event:

- Forecasting within 1 to 5 days: Warning to population and authorities.

After the event

- To analyze meteorological conditions.
- Publish official data.
- Communicate what happened from a climatological perspective.

Objectives:

- To describe the event
- To produce a first report on why this event happened

Eventos de nieva en Santiago de Chile

- Contexto general de la nevada el 15 de julio de 2017.
- Frecuencia, recurrencia e intensidad de las nevadas históricas.
- Patrón sinóptico asociado a las nevadas entre 1948 y 2017
- Relación con el ciclo El Niño/La Niña.



Las Condes - 2017



Subdepartamento de Meteorología

EL DÍA Viernes 28 de junio de 2019 / Las Últimas Noticias

Hubo reportes de 7 tornados, pero sólo pudieron comprobarse los de Los Ángeles y Concepción

Informe de los tornados del Biobío

El fenómeno en Los Angeles registró vientos de hasta 218 km/h. "Fue mucho más intenso que el de Concepción", dice el meteorólogo José Vicencio.

JULIO MARTUS V.

Si bien son fenómenos poco frecuentes en nuestro país, pueden producir grandes daños y se vuelven una amenaza importante para la población", sostiene la Dirección Meteorológica de Chile en su informe científico especial "Tornados en la Región del Biobío", que elaboraron ocho profesionales de la sección climatología.

A pesar de que se reportaron siete tornados en la zona, el 30 y 31 de mayo, según el meteorólogo José Vicencio solamente "hay dos confirmados oficialmente", que son los de Los Ángeles y Concepción.

Para los especialistas, si bien había registros de fenómenos similares, como en 1934, es la primera vez que se aprecia algo de esta intensidad, tan cerca y en lugares densamente poblados.

Según Vicencio, el primer tornado, el de Los Ángeles, fue EF2, de acuerdo con la Escala de Fujita modificada, con vientos de entre 179 y 218 km/h, provocando los daños registrados en calle Las Industrias. "Fue mucho más intenso que el de Concepción, porque levantó y voló vehículos con carga, destruyó edificaciones por completo", dice.

Sin embargo, el segundo, en Concepción, se pudo medir con instrumentos: pasó a menos de un kilómetro de las estaciones meteorológicas de la Armada, Enap y del aeropuerto de Carriel Sur. Marcó vientos de entre 138 y 178 km/h y destruyó el sector Brisas del Sol.

Ambos fenómenos tuvieron características "saltatorias" (skipping tornado, en inglés), es decir, se saltaron algunos puntos por donde pasaron. Se puede apreciar que había lugares en que hubo daños y en otros no. "El embudo toca tierra, se debilita porque la rotación de los vientos no es tan intensa, se eleva, se fortalece y vuelve a tocar tierra".

También fueron multivórtices, es decir, se presentaron ver dos o más columnas de aire girando en torno a un centro común al interior de la masa de aire. Este fenómeno es habitual en tornados muy intensos, con humedad y velocidades diferentes. "Dentro del mismo tornado hay como pequeños tornaditos que si le pegan a una casa, la van a destruir; y a las que no, aunque estén al lado, quedan sin daños", explica.

Los Ángeles
30 de mayo de 2019

Categoría **EF2**

Distancia recorrida **5 km**

Velocidad del viento **179 - 218 km/h**

Duración **8 minutos**

Talcahuano - Concepción
31 de mayo de 2019

Categoría **EF1**

Distancia recorrida **17,7 km**

Velocidad del viento **138 - 178 km/h**

Duración **15 minutos**

Fuente: José Vicencio (DMC)

Escala modificada de Fujita

Categoría	Velocidad del viento	Daños
EFO	105-137 Km/h	Leves
EF1	138-178 Km/h	Moderados
EF2	179-218 Km/h	Considerables
EF3	219-266 Km/h	Graves
EF4	267-322 Km/h	Devastadores
EF5	323 Km/h y más	Increíbles

Multivórtice

Ambos tornados se manifestaron con la presencia de pequeños tornados girando en torno a un eje común dentro de la masa de aire. Esta cualidad lo hace más destructivo frente a las casas que toca.



100 - 200 metros
llegó a medir la base del embudo

FOTO: MAF, MANUEL COPELO

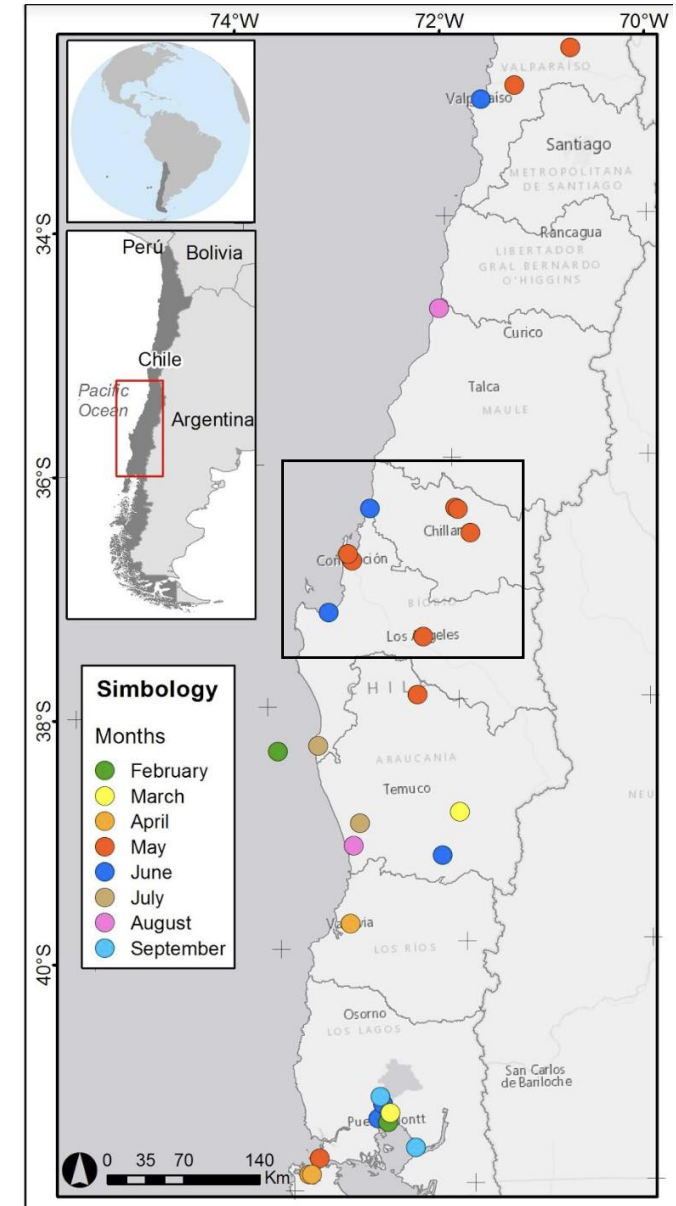
2) Tornadoes!

- At least two tornadoes were reported between May 30 and May 31/2019 in Concepción and Los Ángeles.
- DMC Meteorologist's Team travel to affected cities and determined that both tornadoes reached EF-1 and EF-2 intensity.
- Historical tornadoes tend to form during autumn and mostly concentrated between Biobío and Los Lagos.

1 death
30 injured
~100 houses affected

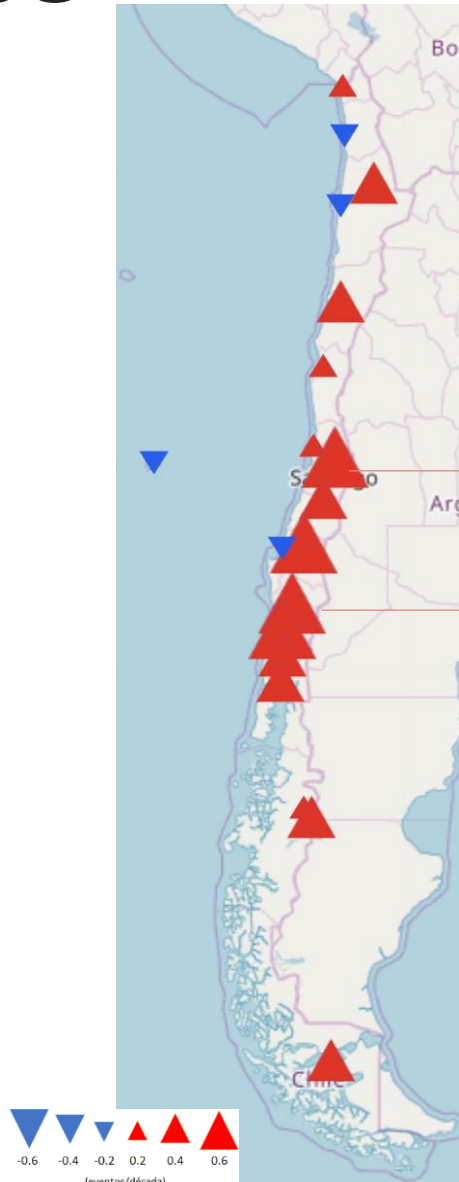


Historical Tornadoes (1800 to now)



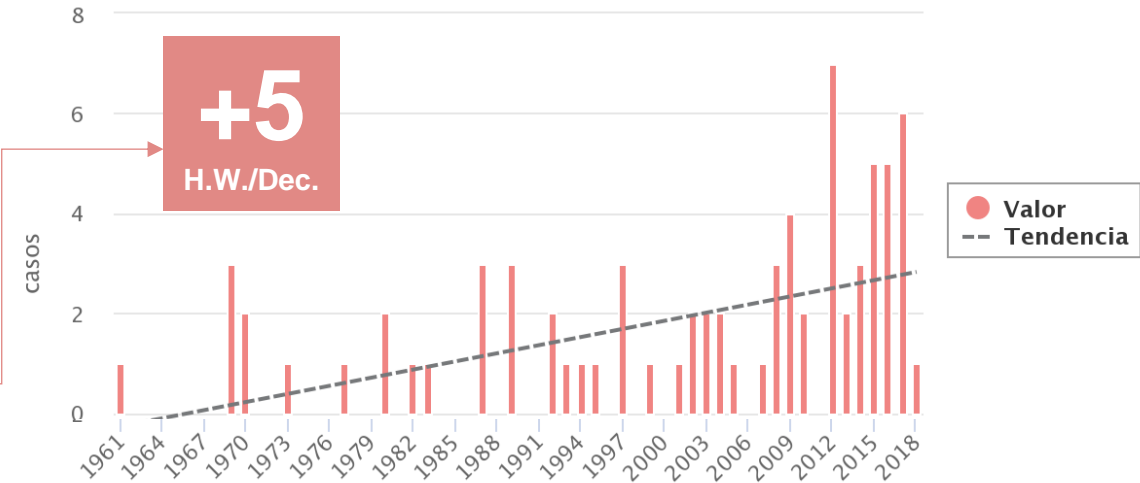
3.1) Heat Waves

- Temperature are increasing, both maximum and minimum.
- A heat wave, considered as continuing three day maximum temperature above historical 90th percentile, are increasing in all Chile, except the northern coast.
- Trends in central and southern Chile varies from +1 to +5 heat waves per decade.
- Heat waves can be extremely dangerous (by example, European Heat Wave of 2003). *Do we have numbers of people affected?*

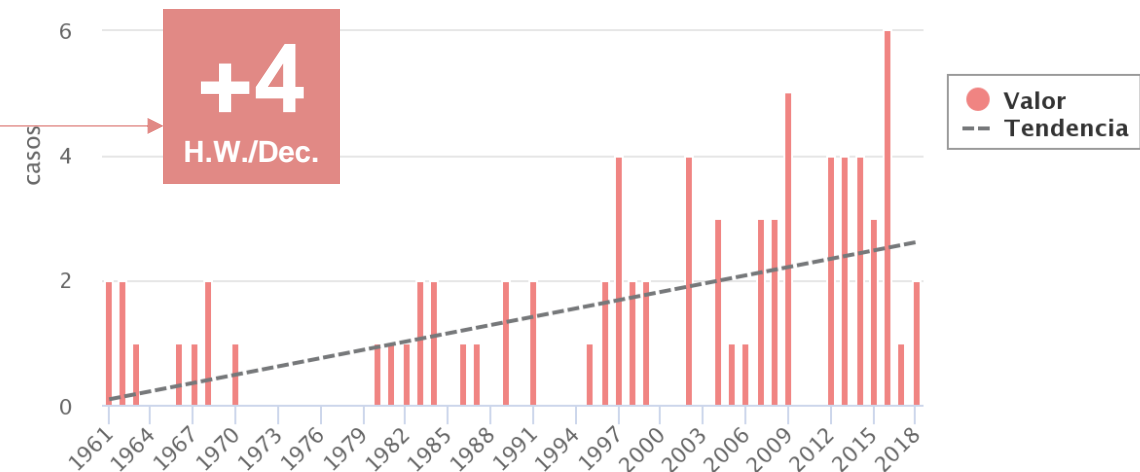


Trend in annual* heat waves

Santiago de Chile



Temuco – Araucanía



3.2) 2017: A devastating summer

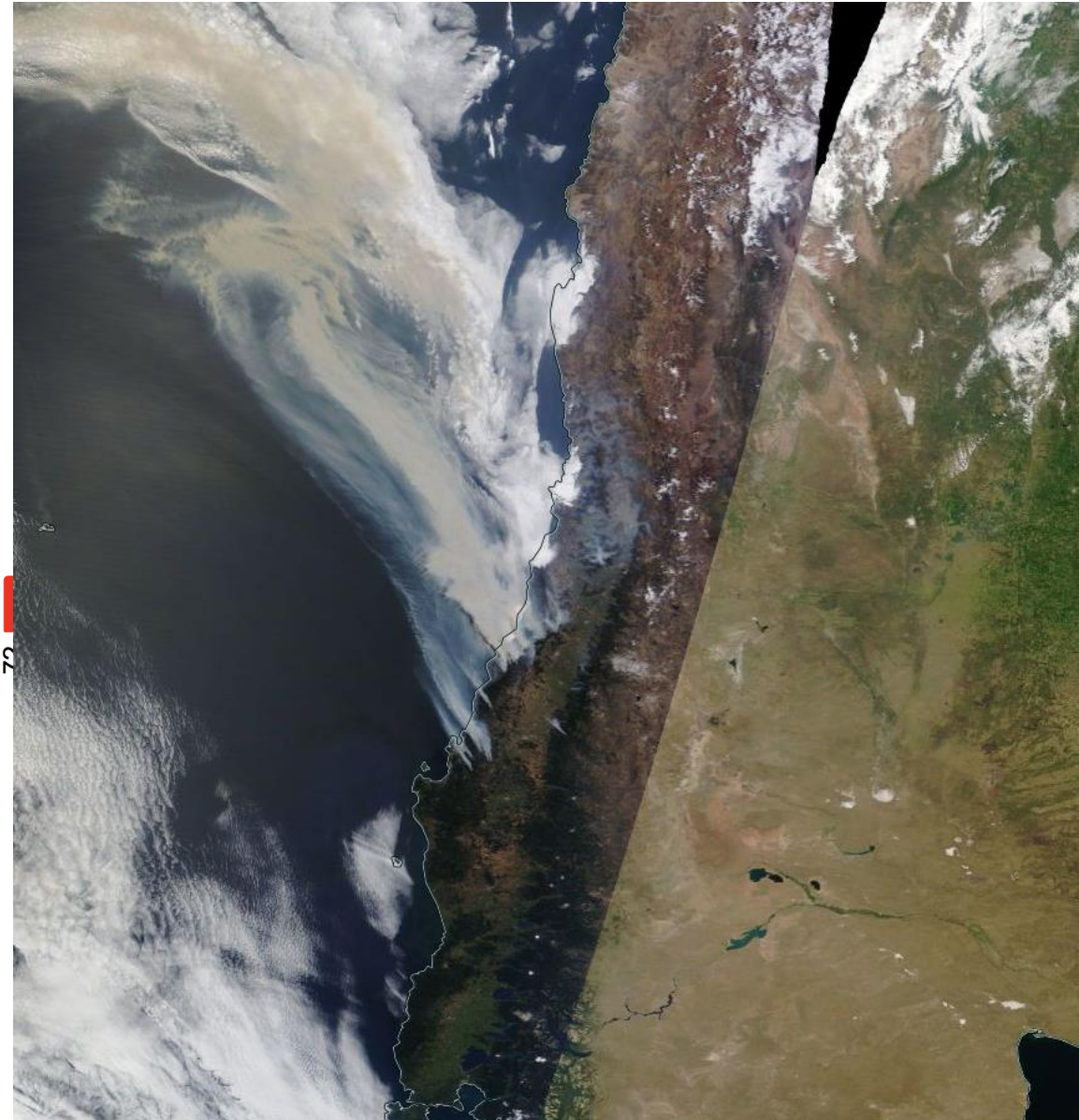
- Unprecedented temperatures in most part of Chile during the second half of January and first week of February.
- Violent forest fires: 5.000 Km² burned.
- Santa Olga destroyed.

X 7 New York

30 deaths

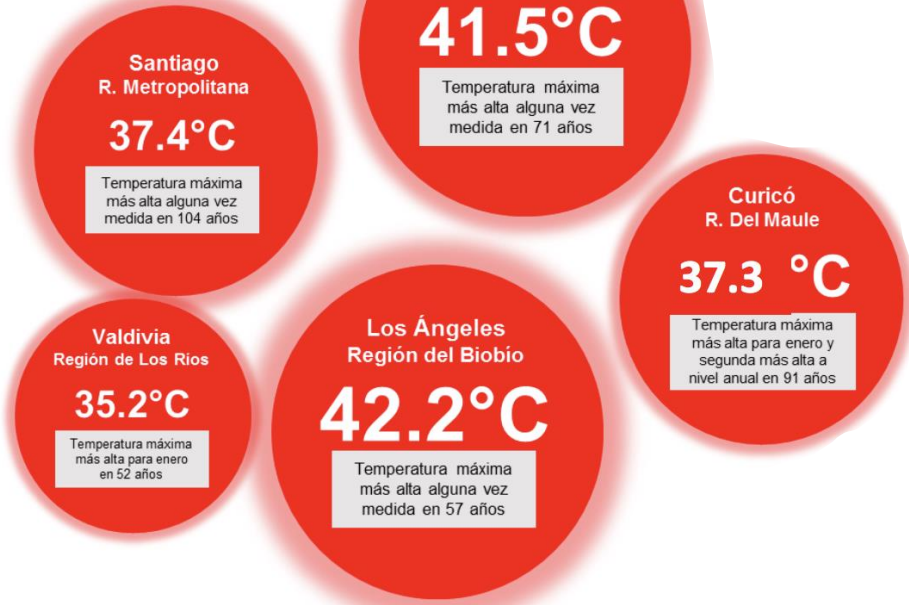
~10 million affected

~2k houses affected

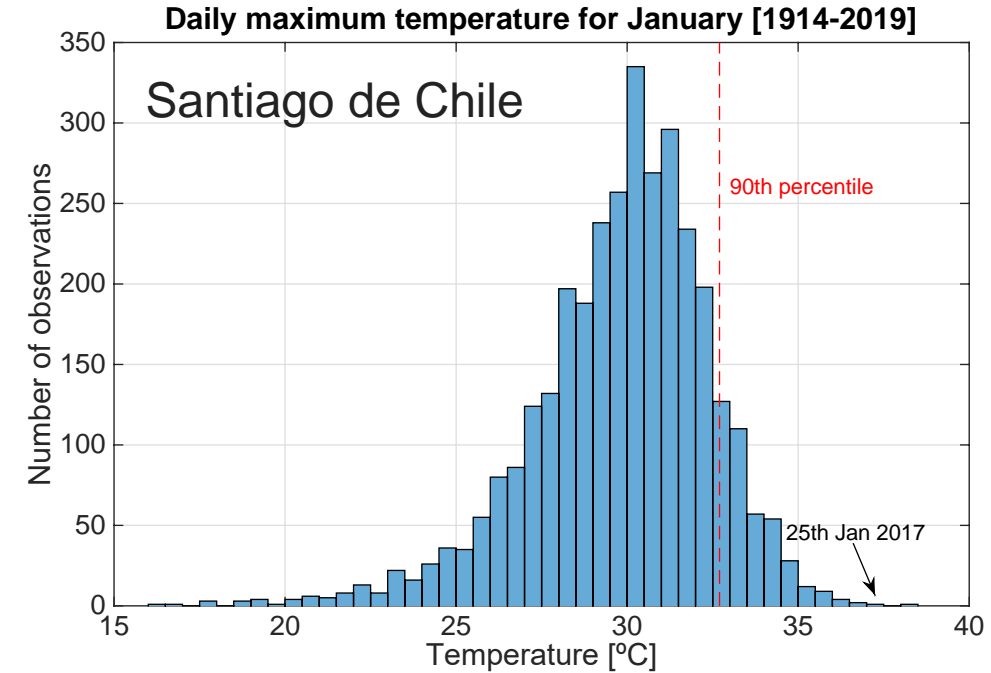
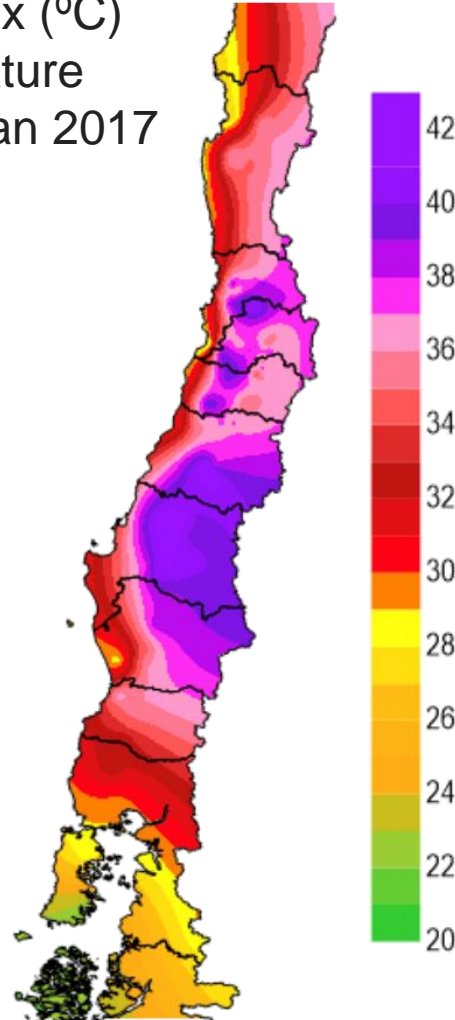


3.2) 2017: A devastating summer

Record temperature

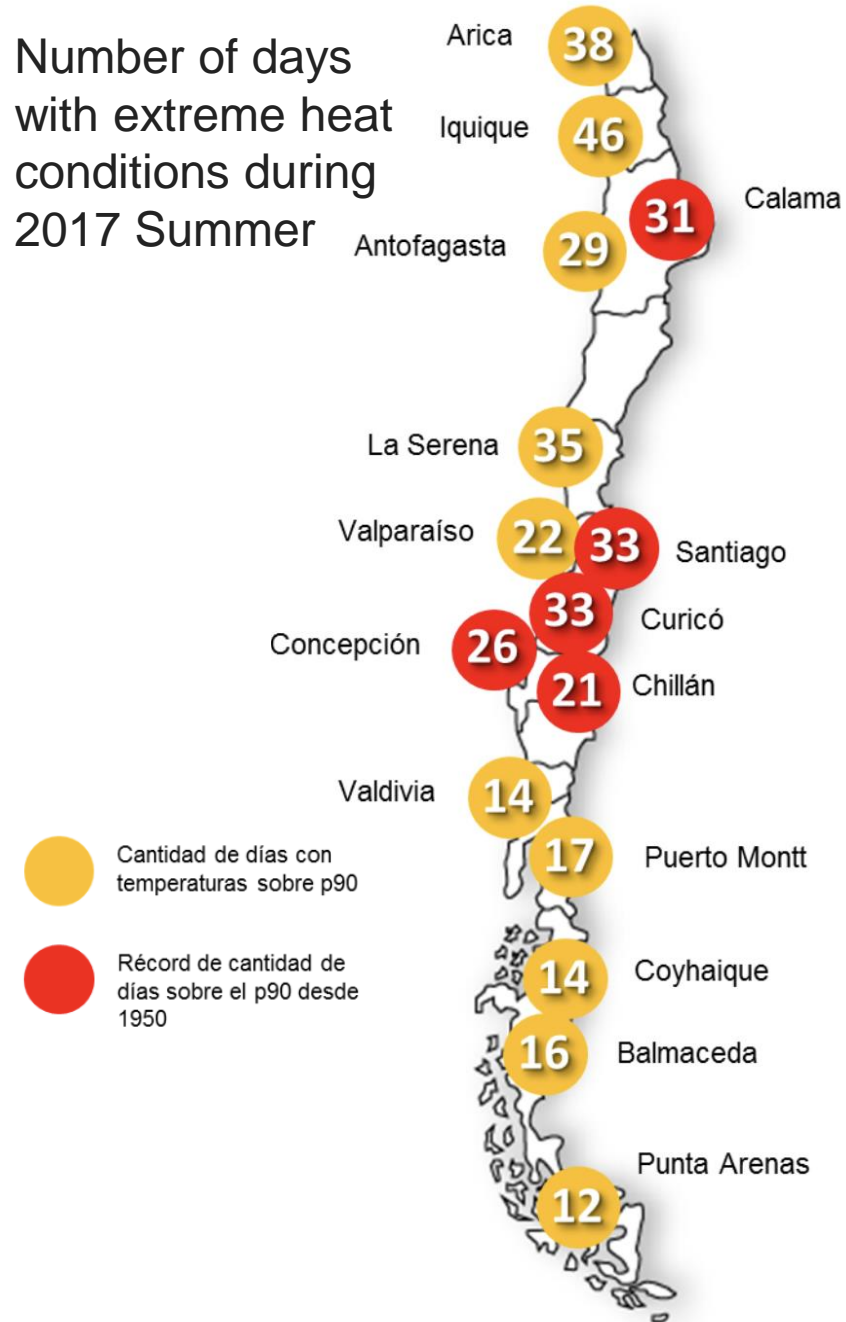


Daily Max (°C)
Temperature during Jan 2017

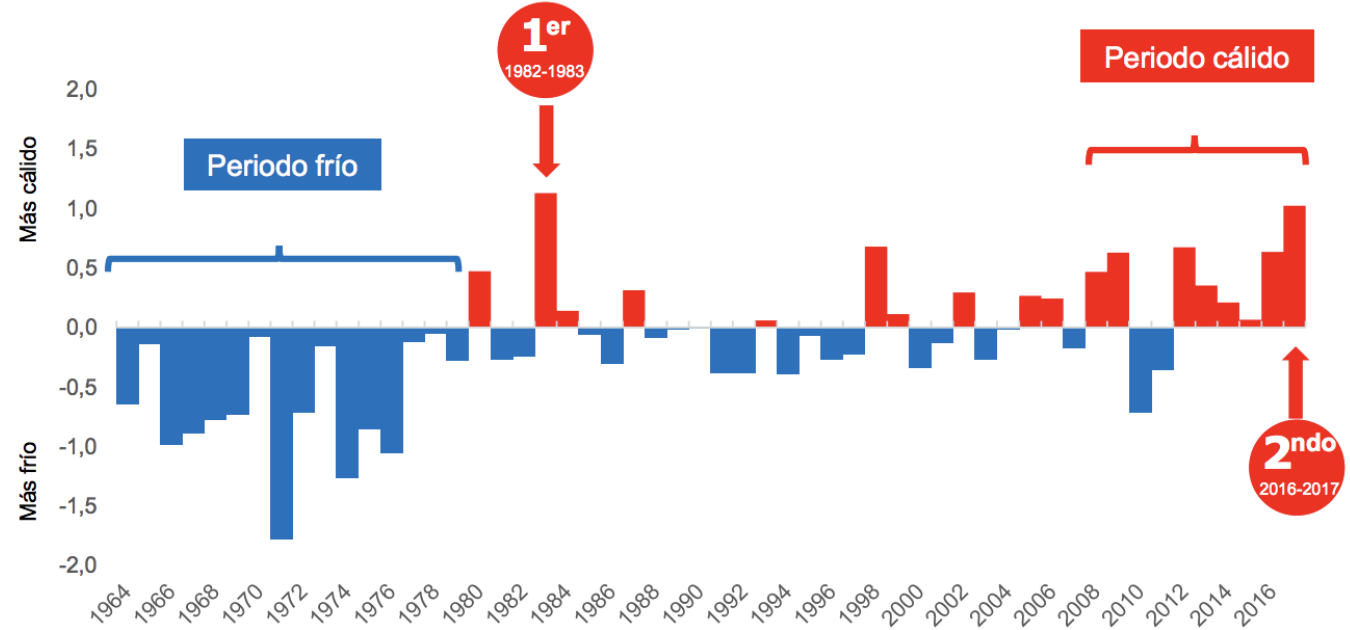


Cardenas L., **J. Vicencio Veloso**, D. Campos Díaz, C. Cortés [IN PROCESS]: Heat Waves as Human Stressing Factors defined by WBGT in outdoor space, Santiago, Chile

Number of days with extreme heat conditions during 2017 Summer



National summer temperature index since 1964



Total coast of summer fires (fighting, reconstruction and others)

CLP \$242.000.000.000
USD 339.417.100

Source: CONAF

3.2) 2017: A devastating summer

Classification scale for forest fires

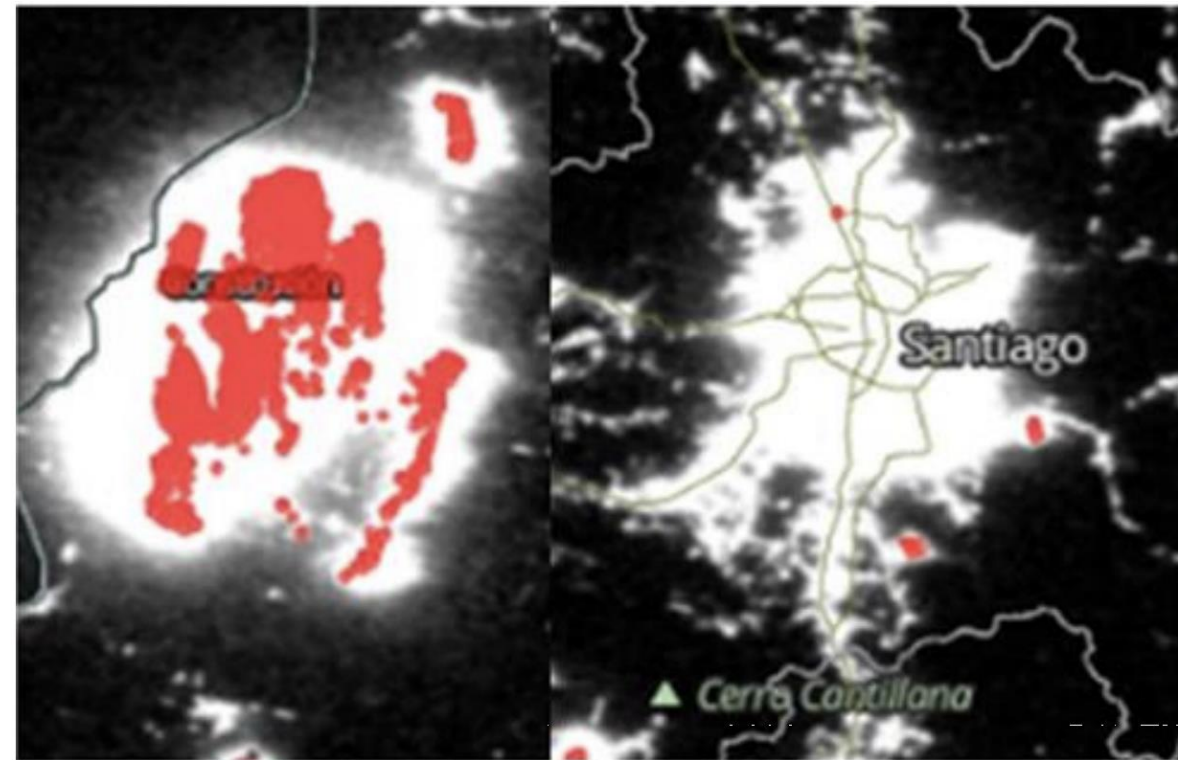
Escala	Intensidad (kW/ m) / disponibilidad	Dificultad de Supresión / Descripción del Fuego
1	< 500	Las fuentes de ignición son auto extingüibles. Fuego superficial suave. Ataque del fuego con herramientas manuales y agua.
2	500 – 2.000	Categoría de quemas controladas; Pequeñas brasas, intensidad < 1000 kW/m (Gould et al. 2007). Comienza la producción de brasas y pavesas.
3	2.000 – 4.000	Apoyo de brigadistas con aeronaves y maquinaria pesada junto a reglas de despacho automático para su apoyo (Canadá)
4	4.000 – 10.000	Intensidad de 4.000 kW/m, umbral aprox. para el ataque con bulldozers, tanques de tierra y aviones de combate. Control extremadamente difícil y existe probabilidad que el control directo falle.
5	10.000 – 30.000	10.000 kW/m de umbral para el fuego continuo en copas de los árboles. Potencial de un dramático incremento en la intensidad del fuego, consumiendo por completo las copas de los árboles. Esto produciría un incremento relacionado de brasas y pavesas.

Escala de medición de incendios en el mundo de 1° a 5° generación. La tormenta de fuego inicia en Chile y el mundo incendios de "sexta generación" (Sistema de Protección Civil de la Unión Europea).



6	> 30.000	<p>Línea de fuego con intensidad > 30.000kW/m entendido como intensidad de incendio tipo "blow-up" o "conflagración".</p> <ul style="list-style-type: none"> • CHILE "TORMENTA DE FUEGO" 18 AL 5 DE FEB 2017 <ul style="list-style-type: none"> • 114.000 ha en 14 horas • Intensidad > 60.000 kW/m hora • Velocidad de propagación > 6 km/h
---	----------	--

Size of major forest fires



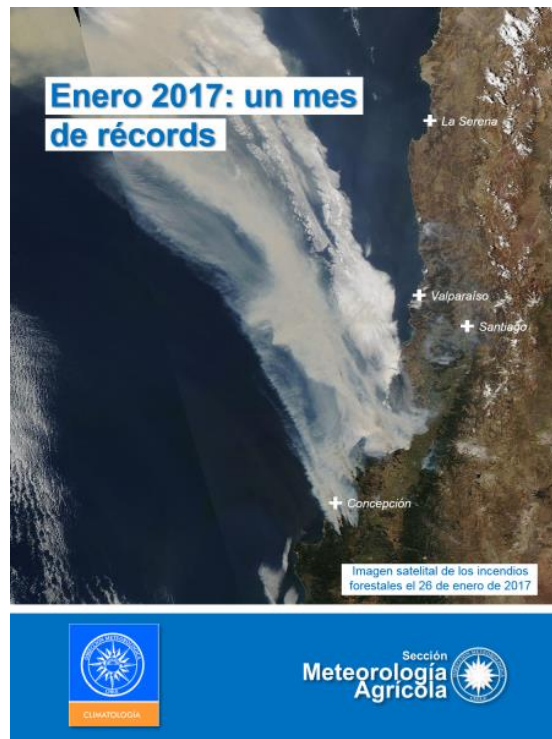
Complejo Las Máquinas

26/01/2017

Source: CONAF / DESCRIPCIÓN Y EFECTOS «TORMENTA DE FUEGO»

DMC role in Extreme Weather Events

- Producing relevant information about extreme weather event, we ensure the understanding of these event to communicate to people and other public institutions



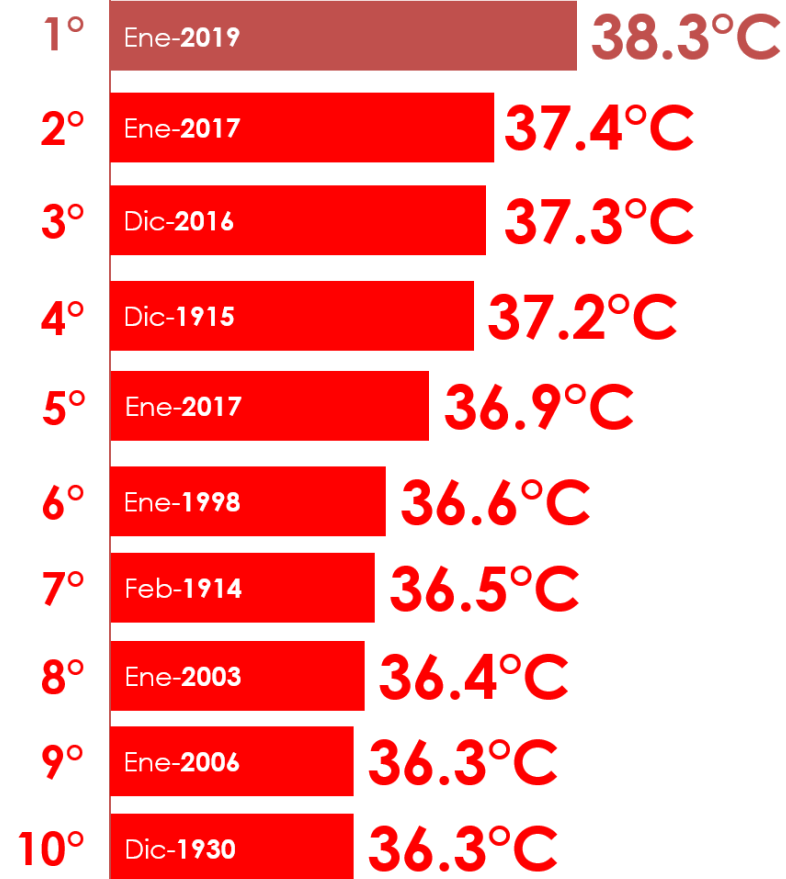
3.3) Central Chile Heat Wave 2019

- Located and concentrated heat wave affected more of 7 million people.
- Santiago, Quinta Normal weather station recorded 38.3°C, an unprecedented temperature in a weather station with records since 1860.
- What were the effects on inhabitants, electric networks, river and water supplies and farming?
- The problem again: We don't really know.

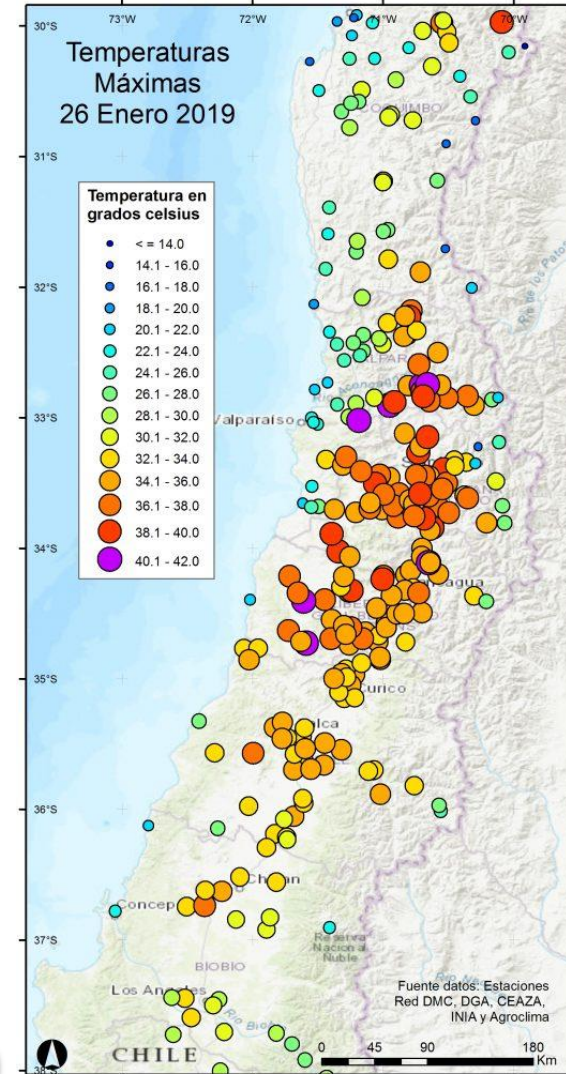
Actualizado Enero de 2019

Temperaturas máximas absolutas en Santiago en los últimos 108 años (1912-2019)

Estación Quinta Normal



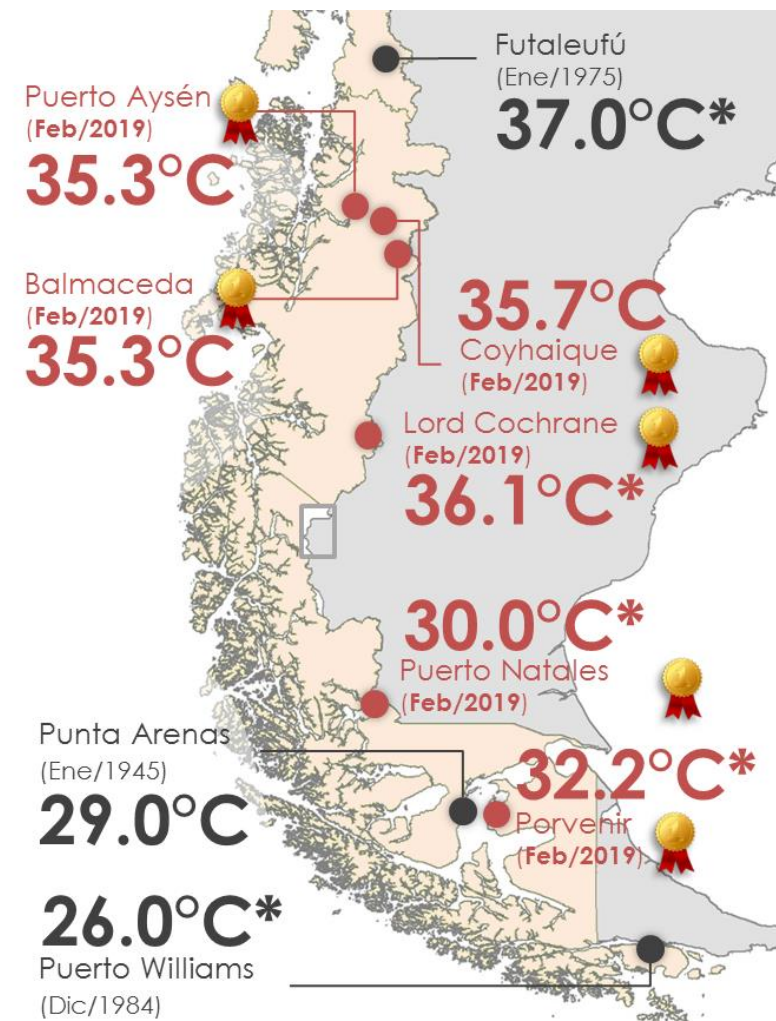
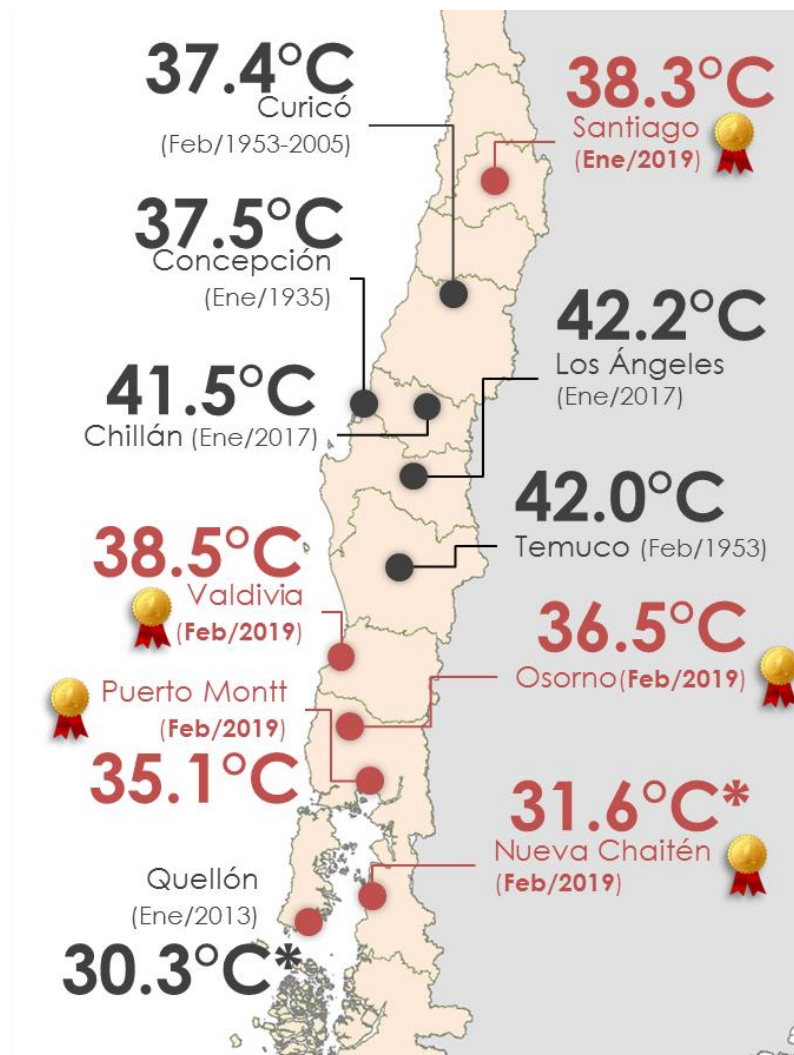
Sección Climatología
Oficina de Servicios Climatológicos
Dirección Meteorológica de Chile



3.4) Patagonia Heat Wave of 2019

- During the first week of February, scorching heat spread in Patagonia.
- New record temperature in most of weather stations.
- First time temperature over 30°C in Tierra del Fuego.
- Melting ice and forest fires in Aysén Region.

New Maximum Temperature Record (Red) during 2019 summer



DMC role in Extreme Weather Events



CÁPSULAS 28/01/2019

40 grados y contando: La histórica ola



CÁPSULAS 04/02/2019

El calor sigue batiendo récord



CÁPSULAS 29/01/2019

El suelo está que arde: Patrones térmicos vistos desde el satélite

¿Quién no ha llegado a saltitos hasta la orilla del mar,



ARTÍCULOS 08/02/2019

Un activo verano en el Cono Sur

El 2019 va a toda velocidad en términos meteorológicos: pasamos de un frío inicio de enero

<http://blog.meteochile.gob.cl>

Las Últimas Noticias

www.lun.com • \$400 • Regiones I, II, XI, XII y XV: \$500 • Año CXVII • N° 39.093 • Sábado 9 de febrero de 2019

Brasil en seco, Argentina con ola de calor y el altiplano inundado

Mapa del duro verano que afecta a toda Sudamérica

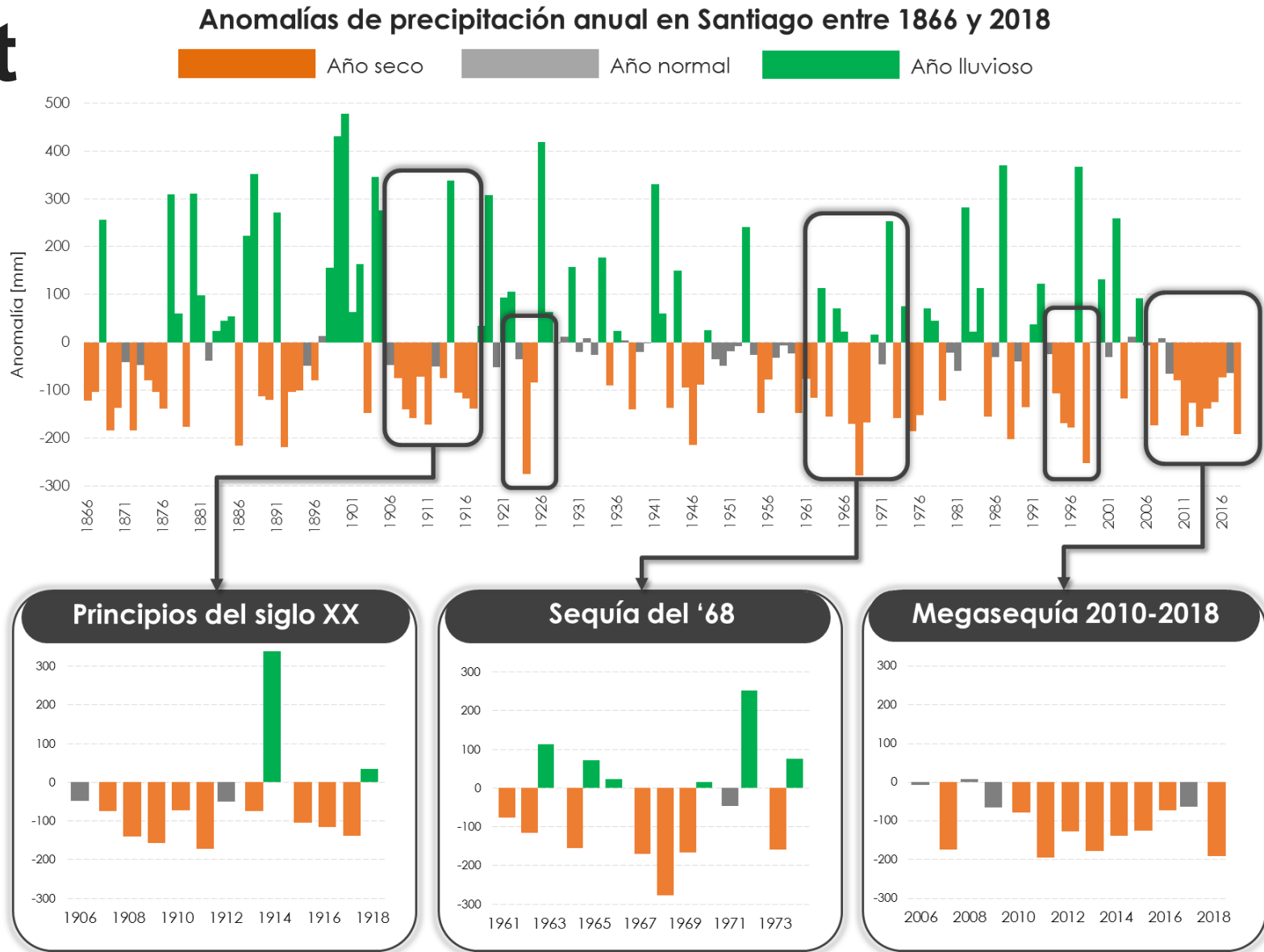
Caluroso y muy húmedo
Muy seco
Inundaciones y tormentas
Ola de calor
Calor extremo

Este chileno de 2,11 metros lidera ranking entre 5 mil basquetbolistas gringos 28

El Instagram de Evo Morales: ideal para celulares y un pelín vanidoso 20

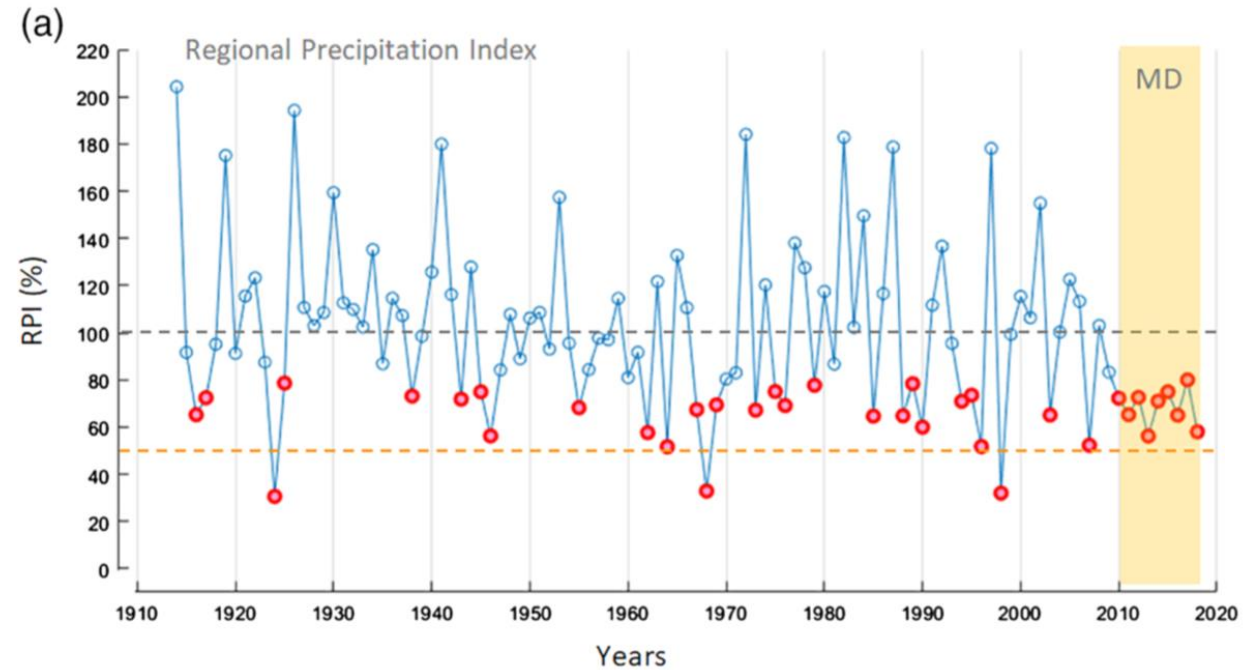
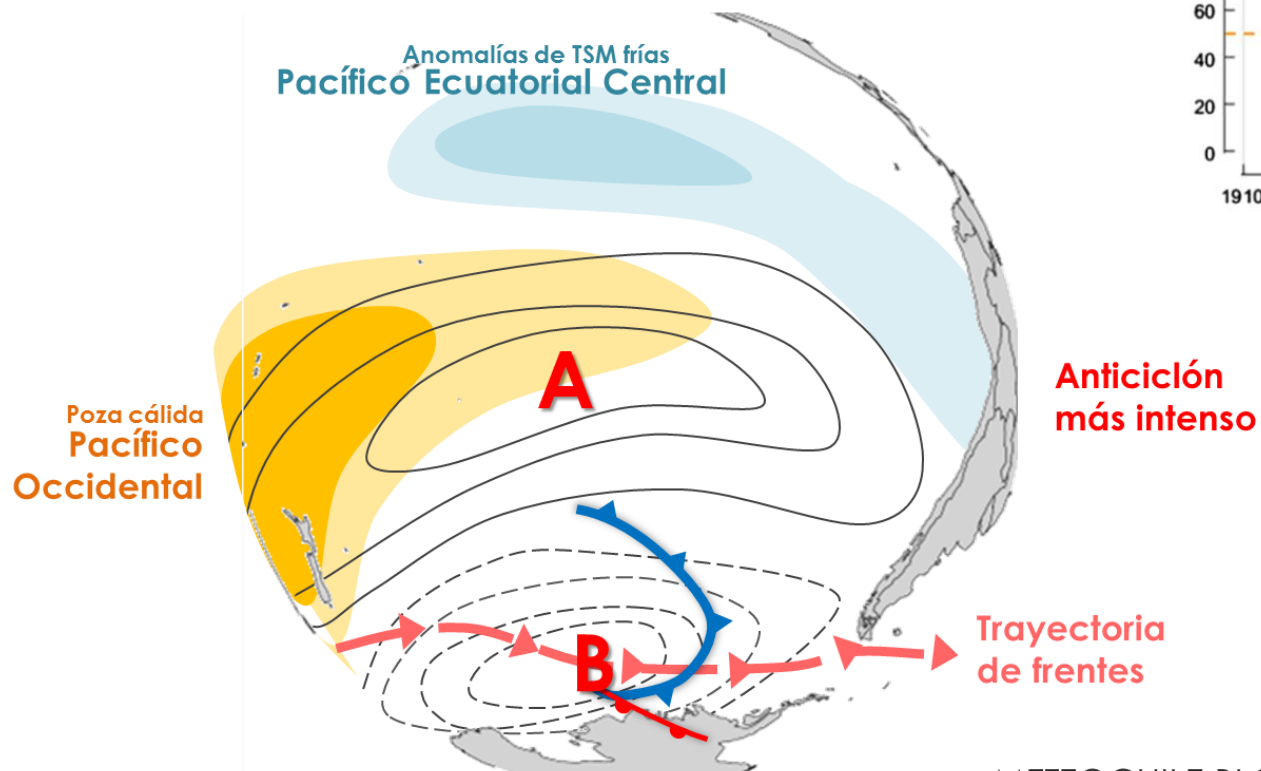
4) Mega-Drought

- From 2010 to ... *now?*, an extended period of rainfall deficit up to 20 to 40%.
- Extension: Coquimbo Region to Los Lagos Region. Most populated area of the country.
- Negative trends in annual rainfall reach near 80 mm/decade.
- Unprecedented continuity of dry years.



4) Mega-Drought

- Near 20% of intensity could be related to Climate Change (Boisier et al., 2016).
- Strongly associated to a positive trend of SAM, storm track poleward displaced.



GARREAUD 2019

METEOCHILE BLOG

DMC role in Extreme Weather Events

- Communicate people what is happening and how serious is the mega-drought.
- Constantly monitoring drought conditions.



CÁPSULAS 01/08/2019

Reporte de mitad de año: Camino al décimo invierno de mega-sequía

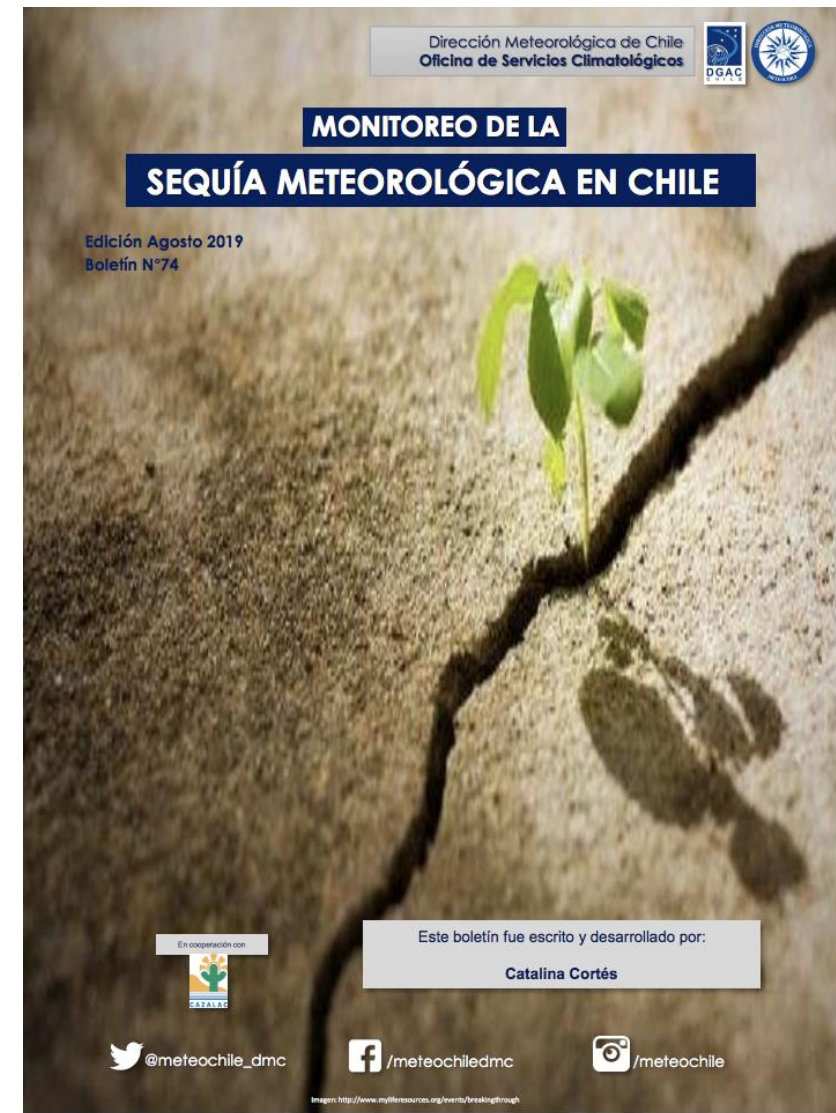
"El viejo invierno ya no es lo que era". No es un misterio que este año hemos registrado pocos eventos de precipitación en la zona central. De hecho, la lluvia acumulada en gran parte de las ciudades entre La Serena y Talca equivale a apenas un tercio de lo que deberíamos llevar, ¿qué está pasando? ¿cómo nos está afectando este nuevo año de sequía? ¿vamos por un décimo año de mega-sequía? Aquí, te presentamos algunas claves en este reporte de mitad de año.



CÁPSULAS 14/09/2018

Biobío: Epicentro de la sequía meteorológica este invierno

Ya terminó el invierno meteorológico y nuevamente los meteorólogos estamos decepcionados: el trimestre climatológicamente más lluvioso ha sido más seco de



Conclusion

- To understand our risks, we must start recognizing our treats.
- DMC and Climatology Section in constantly analyzing and monitoring extreme weather events.
- We publish technical reports, we collaborate, co-author and lead scientific papers.
- We put emphasis in communicate science and disseminate information to people, media and government agencies (Meteochile Blog and Technical Reports).
- The work of DMC will be continuing analyzing and put in context extreme weather events in the future.



Extreme Weather Events in Chile: From long-duration droughts to major floods

2017 APEC Climate Symposium
Punta Arenas, Chile

Pathway to Sustainable Growth under a Changing Climate: Enhancing
interaction between climate science and society

José Vicencio Veloso

(jose.vicencio@meteo Chile.gob.cl)

Meteorólogo

Sección Climatología

Dirección Meteorológica de Chile