

Índice Climático Actuarial Español



Instituto de
Actuarios Españoles
COLEGIO PROFESIONAL

28 de abril de 2025



Índice

1

Introducción al Índice Climático Actuarial

2

Estado de Situación

3

Siguientes pasos

4

Posibles usos



Índice

1

Introducción al Índice Climático Actuarial

2

Estado de Situación

3

Siguientes pasos

4

Posibles usos



1

Introducción al Índice Climático Actuarial

¿Qué es un índice climático actuarial?

- Métricas diseñadas **para cuantificar y evaluar el impacto del cambio climático** y eventos climáticos extremos en el sector financiero y asegurador.
- Índice de **medición de anomalías extremas** ya que mide la desviación de condiciones normales en variables climáticas. Cómo y cuánto varían los valores respecto a un periodo de referencia.
- Índice sintético que **combina múltiples peligros** en una sola métrica.

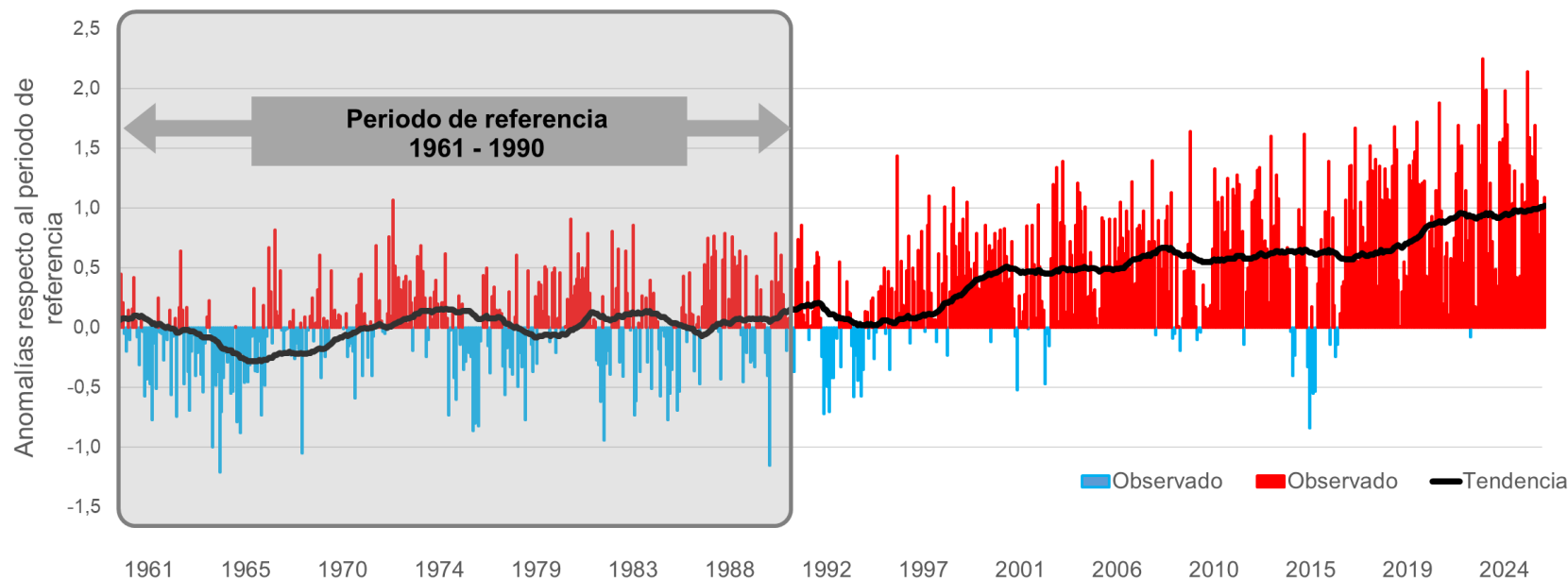
¿Para qué sirven los índices climáticos actuariales?

- **Evaluación del riesgo** asociados al clima en seguros.
- **Desarrollo de productos** aseguradores e inversiones sostenibles.
- Fuente de información **para la sociedad**.



1 Introducción al Índice Climático Actuarial

ACI - Índice Climático Actuarial para USA y Canadá



- Disponible únicamente para USA, Canadá y Australia.
- España en construcción.
- Recoge eventos asociados a:
 - Temperatura
 - Precipitación
 - Sequía
 - Viento
 - Nivel del mar



Índice

1

Introducción al Índice Climático Actuarial

2

Estado de Situación

3

Siguientes pasos

4

Posibles usos



2

Estado de situación

$$ICA = \frac{1}{5} (T_{maxstd} - T_{minstd} + P5_{std} + NS_{std} + W_{std})$$

Componentes	Abreviatura	Definición
Temperatura alta	<i>Tmaxstd</i>	Frecuencia de las temperaturas mayores al percentil 90
Temperatura baja	<i>Tminstd</i>	Frecuencia de las temperaturas menores al percentil 10
Precipitación	<i>P5std</i>	Máxima precipitación por mes en 5 días consecutivos
Sequía	<i>NSstd</i>	Máximos días secos consecutivos por año
Velocidad del viento	<i>Wstd</i>	Frecuencia de la velocidad mayor al percentil 90



2

Estado de situación

Para calcular el subíndice estandarizado de cada componente climático, es necesario calcular la **media y la desviación típica de cada variable en el periodo de referencia (1961-1990)**.

Componentes (C_{α})	Media	Desviación Típica
Temperatura alta	$\mu_{TX90ref(j)}$	$\sigma_{TX90ref(j)}$
Temperatura baja	$\mu_{TN10ref(j)}$	$\sigma_{TN10ref(j)}$
Precipitación	$\mu_{P5ref(j)}$	$\sigma_{P5ref(j)}$
Sequía	$\mu_{NSref(j)}$	$\sigma_{NSref(j)}$
Velocidad del viento	$\mu_{NWPmensualref(j)}$	$\sigma_{NWPmensualref(j)}$

$$\mu_{ref}C_{\alpha(j)} = \frac{1}{30} \sum_{k=1961}^{1990} C_{\alpha}(j, k)$$

$$\sigma_{ref}C_{\alpha(j)} = \sqrt{\frac{1}{30} \sum_{k=1961}^{1990} (C_{\alpha}(j, k) - \mu_{ref}C_{\alpha(j)})^2}$$

C_{α} = Componente del índice

i = días (1,2,3, ...)

j = mes (enero, febrero, marzo ...)

k = año (1961, 1962, 1963 ...)



2 Estado de situación

$$ICA = \frac{1}{5} (T_{maxstd} - T_{minstd} + P5_{std} + NS_{std} + W_{std})$$



Este componente de temperatura se define como la **frecuencia de las temperaturas por encima del percentil 90**, en relación con el periodo de referencia de 1961 a 1990.

Fórmulas

- 1 Conteo del número de días que superan P90MaxRef

$$I(i, j, k) = \begin{cases} 1 & \text{si } T_{max}(i, j, k) > P90_{maxref}(j) \\ 0 & \text{si } T_{max}(i, j, k) \leq P90_{maxref}(j) \end{cases}$$

- 2 Cálculo de frecuencias

$$TX90(j, k) = \frac{\sigma_i^{n(j)} I(i, j, k)}{n(j)}$$

- 3 Cálculo de la variable compuesta Temperatura Máxima

$$T_{max}(j, k) = \frac{1}{2} (TX90_{(j, k)} + TN90_{(j, k)})$$

- 4 Estandarización

$$T_{maxstd}(j, k) = \frac{TX90_{(j, k)} - \mu_{TX90ref}(j)}{\sigma_{TX90ref}(j)}$$

TX90 Porcentaje de días cuando la temperatura máxima > percentil 90 del periodo de referencia

TN90 Porcentaje de días cuando la temperatura mínima > percentil 90 del periodo de referencia



2 Estado de situación

$$ICA = \frac{1}{5} (T_{maxstd} - T_{minstd} + P5_{std} + NS_{std} + W_{std})$$



Este componente de temperatura se define como la **frecuencia de las temperaturas por debajo del percentil 10**, en relación con el periodo de referencia de 1961 a 1990.

Fórmulas

- 1 Conteo del número de días que superan P10MinRef

$$I(i, j, k) = \left\{ \begin{array}{l} 0 \text{ si } T_{min}(i, j, k) \geq P10minref(j) \\ 1 \text{ si } T_{min}(i, j, k) < P10minref(j) \end{array} \right\}$$

- 2 Cálculo de frecuencias

$$TN10(j, k) = \frac{\sigma_i^{n(j)} I(i, j, k)}{n(j)}$$

- 3 Cálculo de la variable compuesta Temperatura Mínima

$$TN10(j, k) = \frac{1}{2} (TX10_{(j, k)} + TN10_{(j, k)})$$

- 4 Estandarización

$$Tmin_{std}(j, k) = \frac{TN10_{(j, k)} - \mu_{TN10ref(j)}}{\sigma_{TN10ref(j)}}$$

TX10 Porcentaje de días cuando la temperatura máxima < percentil 10 del periodo de referencia

TN10 Porcentaje de días cuando la temperatura mínima < percentil 10 del periodo de referencia



2

Estado de situación

$$ICA = \frac{1}{5} (T_{maxstd} - T_{minstd} + \mathbf{P5}_{std} + NS_{std} + W_{std})$$



El componente de precipitación se define como la **máxima precipitación mensual en 5 días consecutivos**.

Fórmulas

1

Variable precipitación mensual

P5(j, k) es la suma de precipitaciones más elevadas en 5 días consecutivos para cada mes j y año k

2

Estandarización

$$P5_{std}(j, k) = \frac{P5_{(j,k)} - \mu_{P5ref(j)}}{\sigma_{P5ref(j)}}$$



2 Estado de situación

$$ICA = \frac{1}{5} (T_{maxstd} - T_{minstd} + P5_{std} + \mathbf{NS_{std}} + W_{std})$$



El componente de sequía es el **máximo número de días secos (precipitación menor a 1 milímetro) consecutivos en cada año**. Los valores **mensuales se obtienen mediante una interpolación lineal** entre años consecutivos.

Fórmulas

1 Variable sequía anual

$$I(i, k) = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & \text{si } P(i, j, k) < 1\text{mm} \\ 0 & \text{si } P(i, j, k) \geq 1\text{mm} \end{array} \right\}$$

NS(k) es el número máximo de días consecutivos de sequía en cada año

2 Interpolación lineal

$$NS(j, k) = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{12-j}{12} NS_{(k-1)} + \frac{j}{12} NS_{(k)}, & j=1,2,3,\dots,11 \\ NS(k), & j=12 \end{array} \right\}$$

3 Estandarización

$$NS_{std}(j, k) = \frac{NS_{(j,k)} - \mu_{NSref(j)}}{\sigma_{NSref(j)}}$$



2 Estado de situación

$$ICA = \frac{1}{5} (T_{maxstd} - T_{minstd} + P5_{std} + NS_{std} + \mathbf{W_{std}})$$



El componente de **velocidad del viento se transforma a potencia del viento** para recoger de forma más precisa el potencial efecto destructivo del viento. Este componente recoge **el número de días al mes que la potencia media del viento supera el percentil 90 (UWP)**.

Fórmulas

1 Variable viento mensual

$$wp = \frac{1}{2} \rho \omega^3 \left\{ \begin{array}{l} UWP(i, j) = \mu_{refwp(i, j)} + 1.28 \times \sigma_{refwp(i, j)} \\ I(i, j, k) = \begin{cases} 1 & \text{si } WP(i, j, k) > UWP(i, j) \\ 0 & \text{si } WP(i, j, k) \leq UWP(i, j) \end{cases} \\ NWPMensual(j, k) = \frac{\sigma_i^{n(j)} I(i, j, k)}{n(j)} \end{array} \right.$$

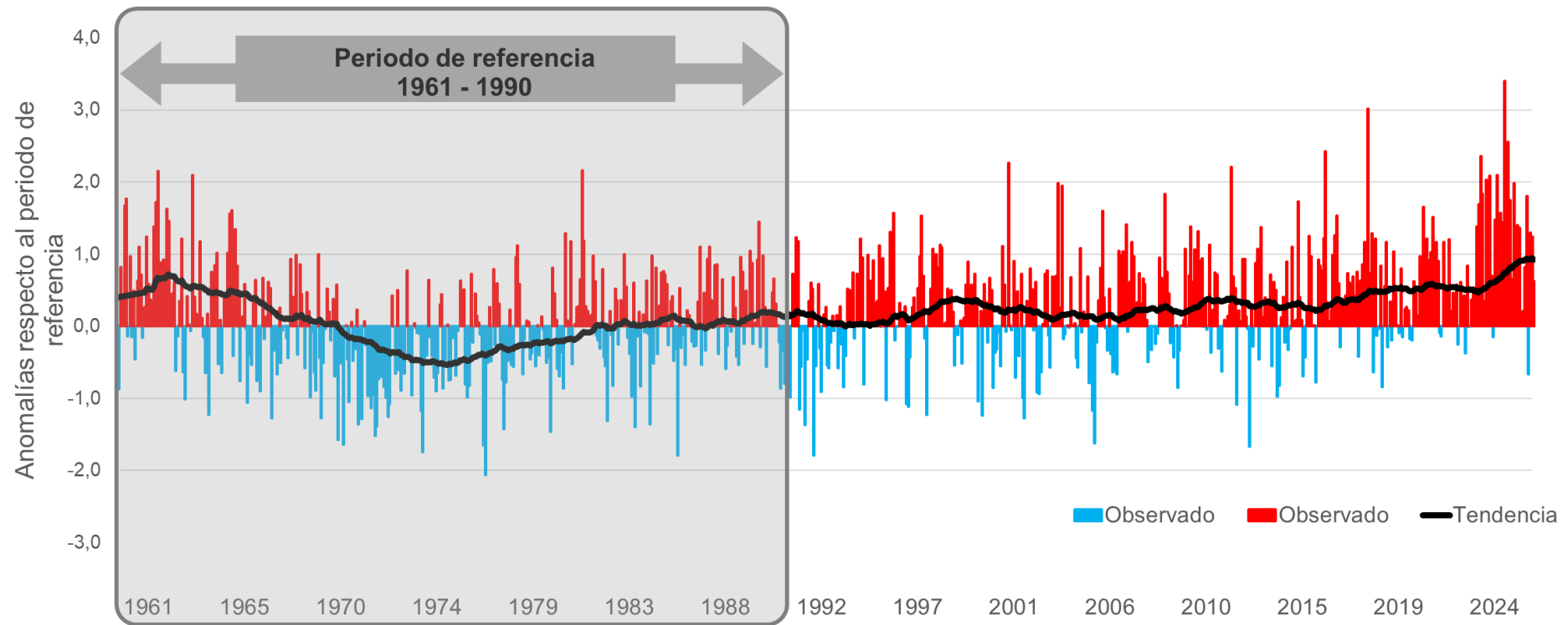
2 Estandarización

$$W_{std}(j, k) = \frac{NWPMensual_{(j, k)} - \mu_{NWPMensualref(j)}}{\sigma_{NWPMensualref(j)}}$$

ρ = Densidad del aire. Se fija en 1,23 Kg/m³
 ω = Velocidad del viento



Índice Climático Actuarial Español (ICA)

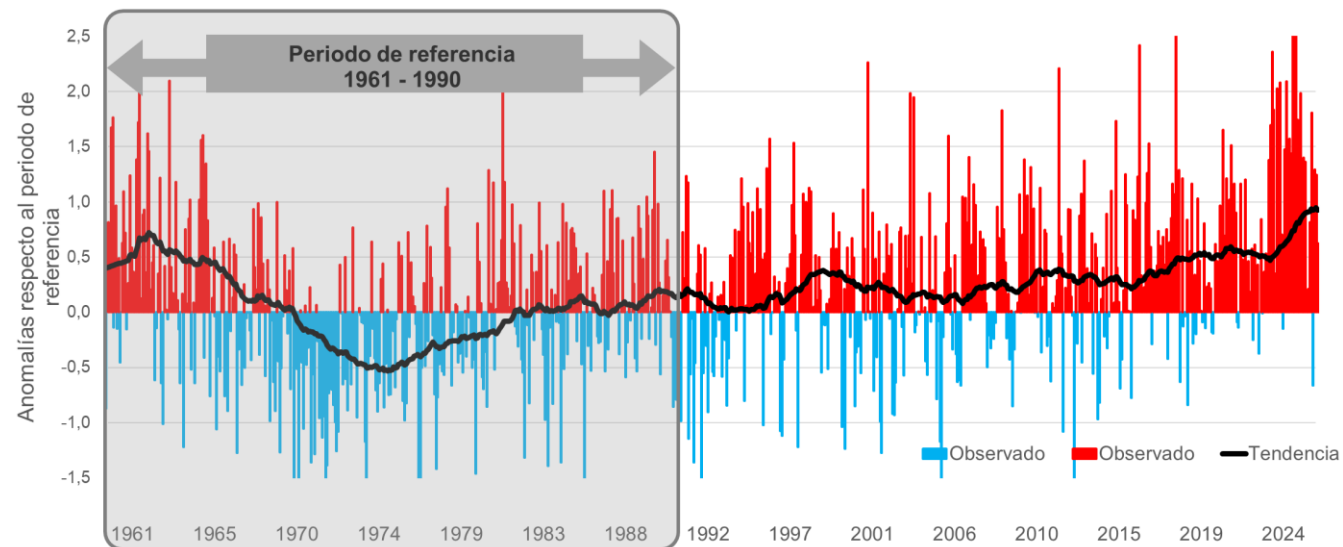




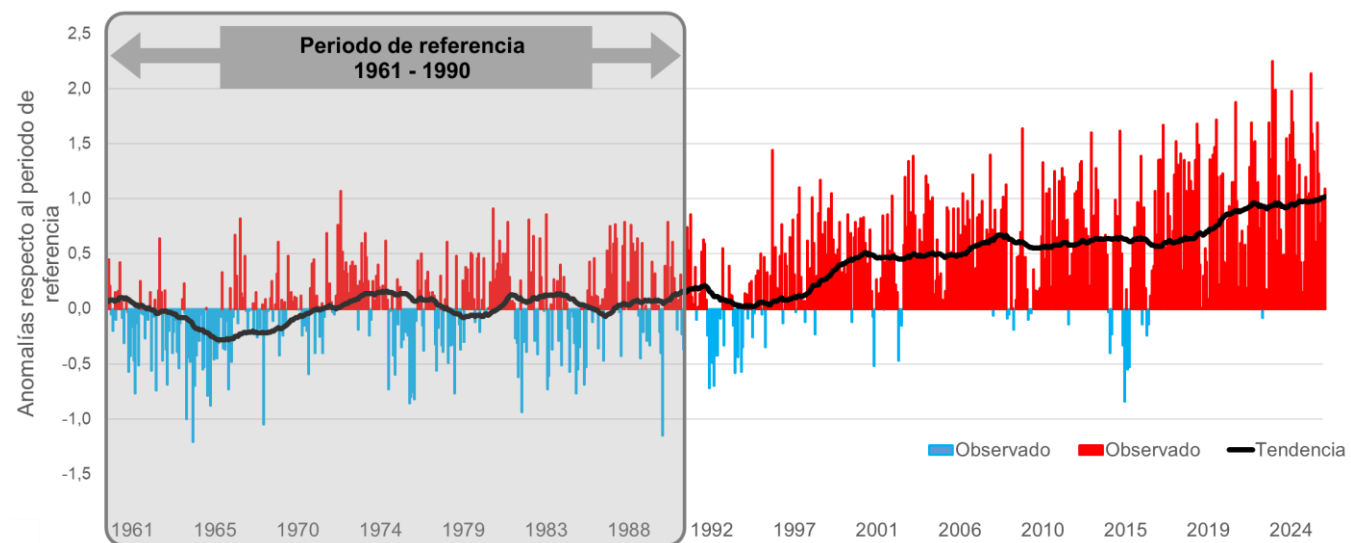
2

Estado de situación

Índice Climático Actuarial Español (ICA) (1961-2024)

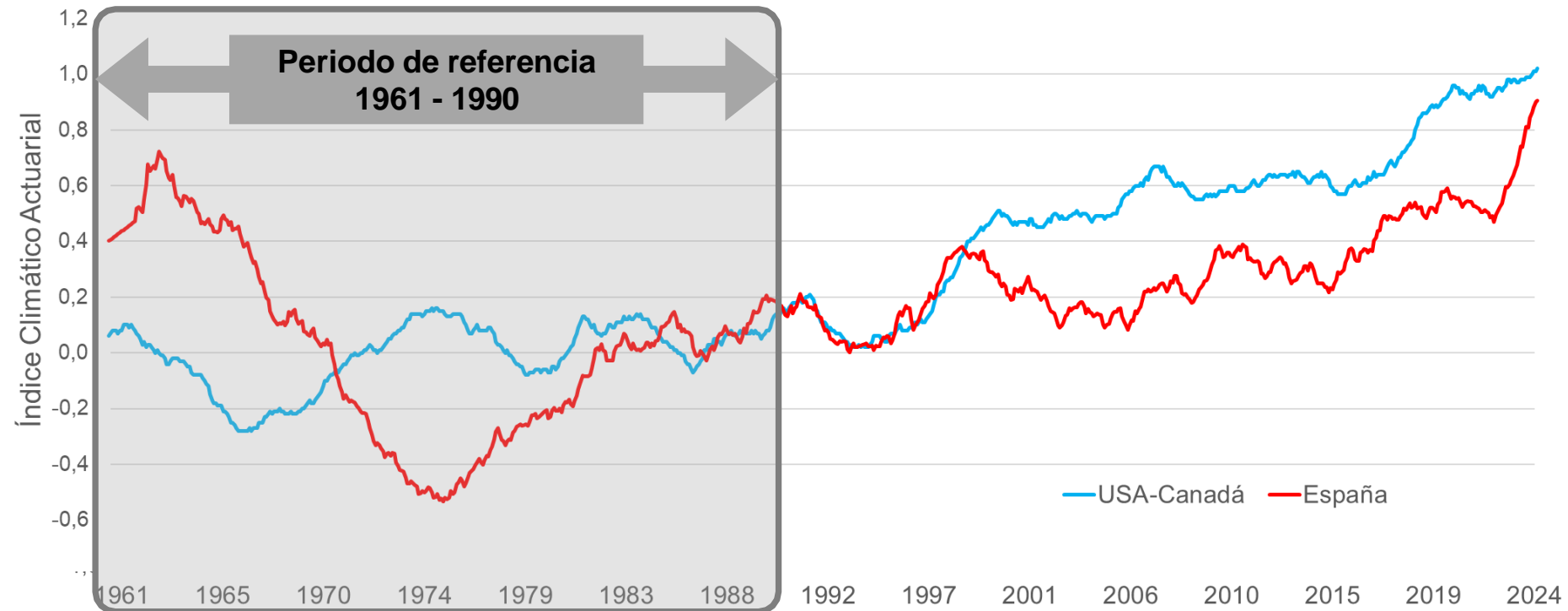


Actuaries Climate Index USA-Canadá (ACI) (1961-2024)



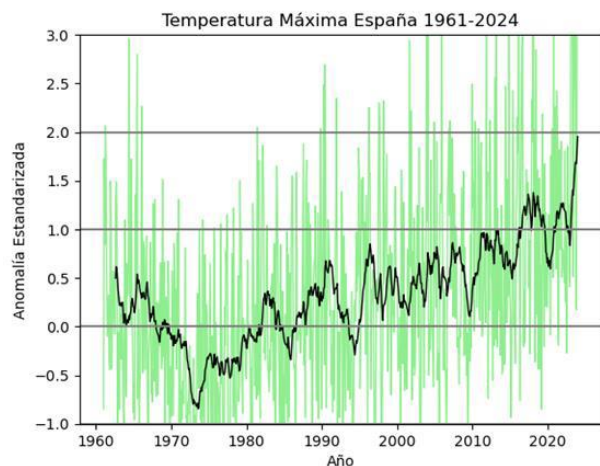


Índice Climático Actuarial

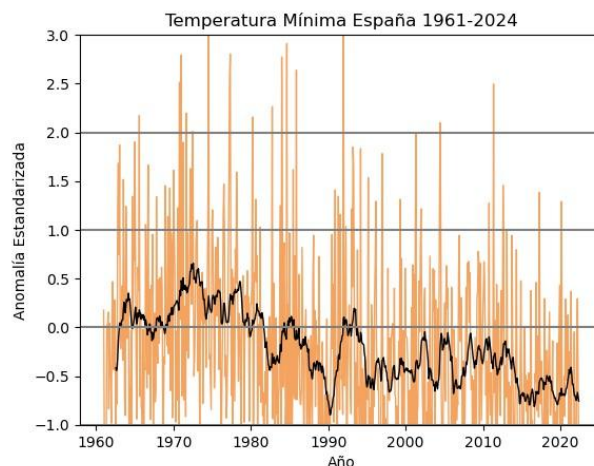




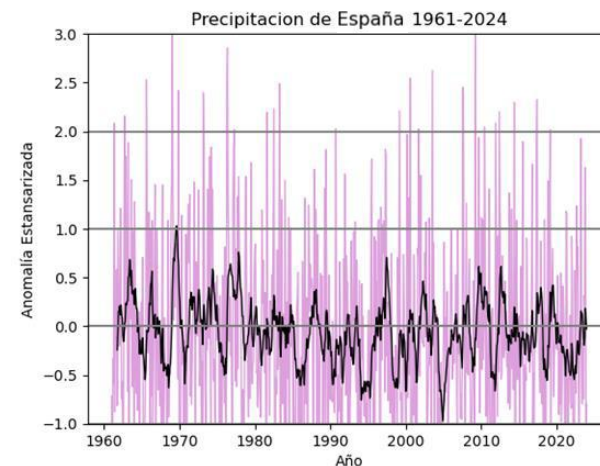
1 Temperaturas máximas



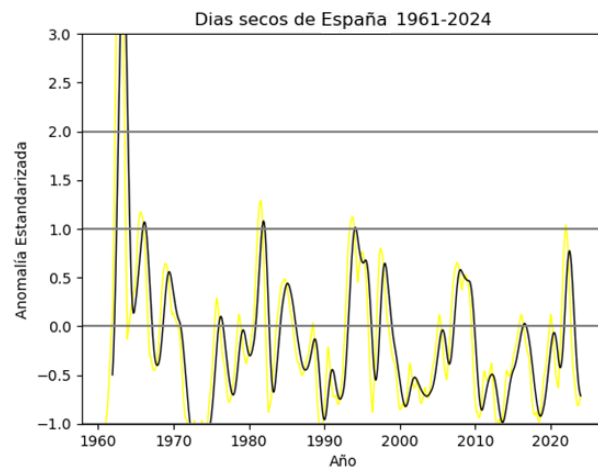
2 Temperaturas mínimas



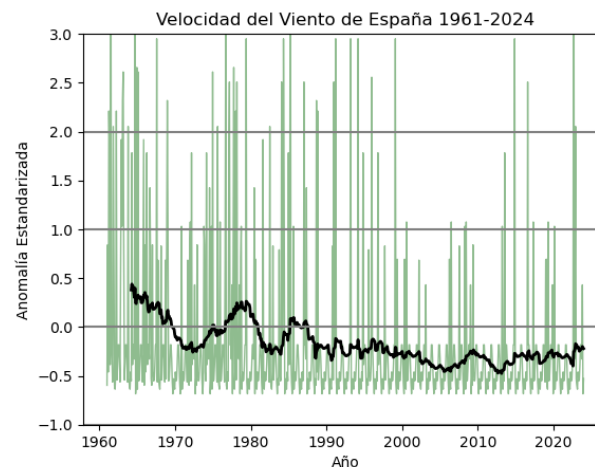
3 Precipitación



4 Sequía



5 Viento





Índice

1

Introducción al Índice Climático Actuarial

2

Estado de Situación

3

Siguientes pasos

4

Posibles usos



3

Siguientes pasos





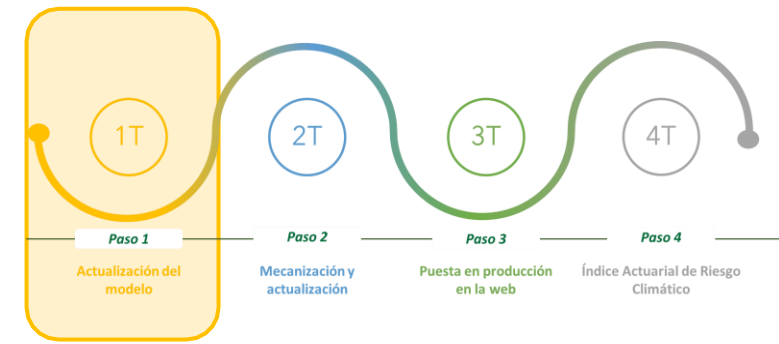
3

Siguientes pasos

Actualización del modelo

Revisión exhaustiva de la metodología empleada

- Fuente de datos
- Análisis del procedimiento de cálculo
- Revisión de la herramienta utilizada para el cálculo del Índice Climático Actuarial Español
- Investigación de posibles sugerencias de mejora





3

Siguientes pasos

Mecanización y actualización

- Recurrencia en la actualización de los datos y cálculo del ICA.
- El Índice Climático Actuarial de Estados Unidos y Canadá se actualiza trimestralmente.

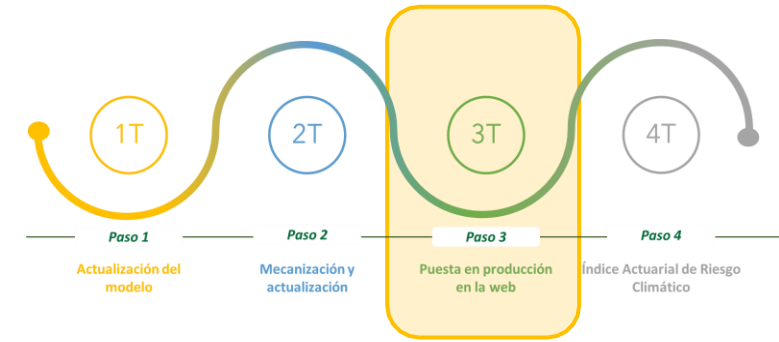




3

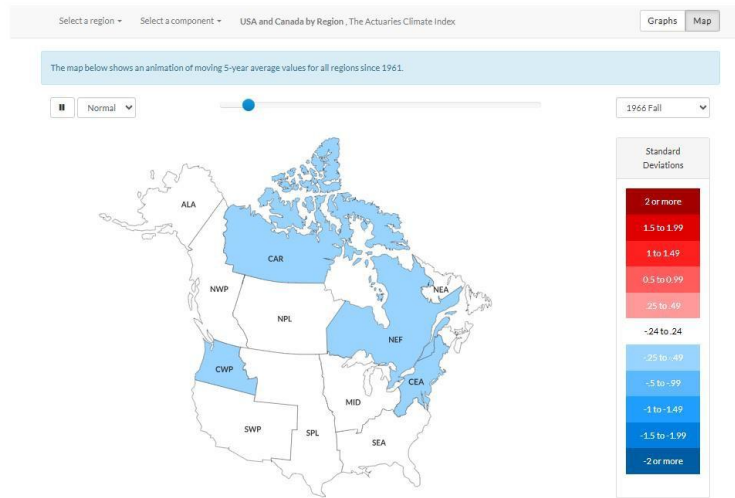
Siguientes pasos

Puesta en producción en la web

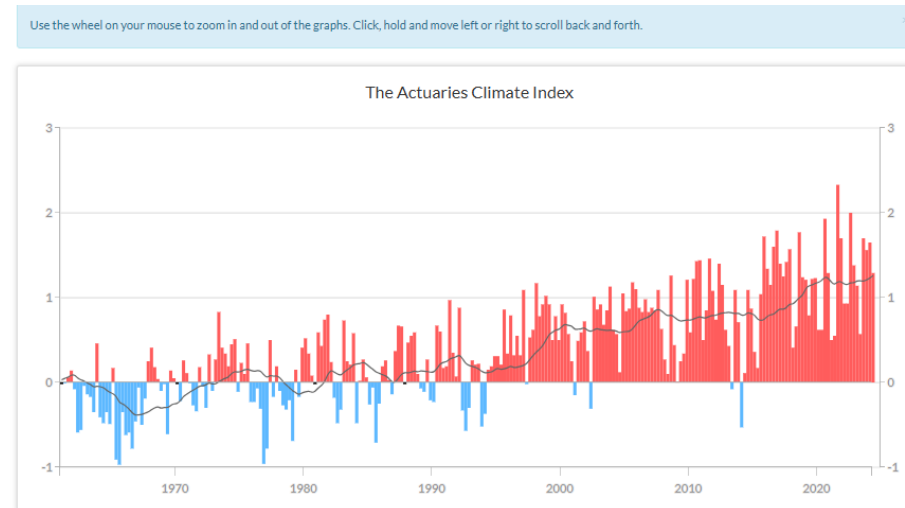


Visualización

Mapa



Gráfica



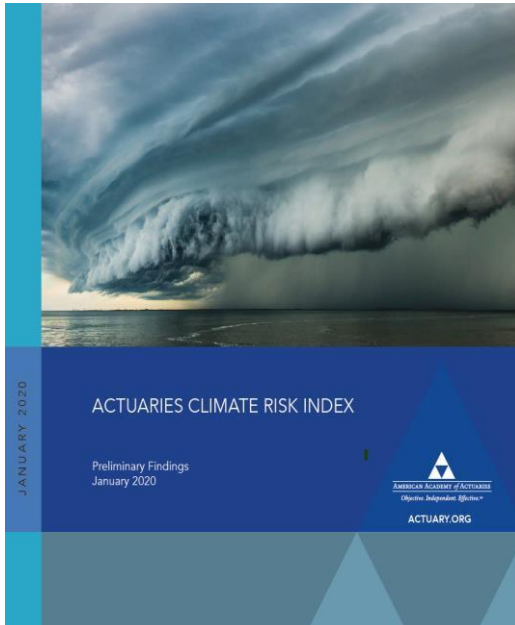
Accesibilidad de información

- Componentes del ICA:
 - Mensual
 - Estacional
 - Sin estandarizar
- Índice Climático Actuarial (ICA)
 - Mensual
 - Estacional



Índice Actuarial de Riesgo Climático (ACRI)

¿Existe una relación estadística entre el Índice Climático Actuarial y los daños causados por eventos climáticos extremos?



El índice Actuarial de Riesgo Climático estudia la relación entre las condiciones meteorológicas del ICA y los daños causados por eventos climáticos.

$$Loss = f(Exposición, Evento climático, Geografía, Otros)$$

$$Loss = \mu \times Exposición^e \times Precipitación^p \times T_{bajas}^b \times T_{altas}^a \times Viento^v$$

$$\begin{aligned} \ln(Loss) = & \ln(\mu) + \ln(Exposición) \times e + \ln(Precipitación) \times p + \ln(T_{bajas}) \times b \\ & + \ln(T_{altas}) \times a + \ln(Viento) \times v \end{aligned}$$



Índice

1

Introducción al Índice Climático Actuarial

2

Estado de Situación

3

Siguientes pasos

4

Posibles usos



4

Posibles usos

Conciencia Social



El Índice Climático Actuarial es una **herramienta valiosa** al proporcionar **información sobre los efectos del cambio climático**.

ORSA



- **Análisis de materialidad**
- **Cuantificación** de impactos
- **Extrapolación** de escenarios

Tarificación



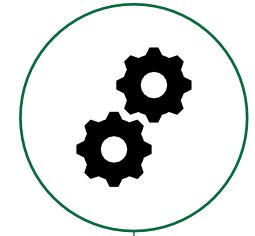
Influencia en la tarificación al proporcionar datos sobre **el impacto de variables climáticas en la frecuencia y severidad de los siniestros**.

Función Actuarial



Herramienta clave para la **formulación de opinión sobre la Suscripción y la Sostenibilidad** en el marco del Reglamento de Solvencia II. (Artículo 272)

Predicción



El ICA podría utilizarse para la **prevención y predicción de eventos climáticos**.





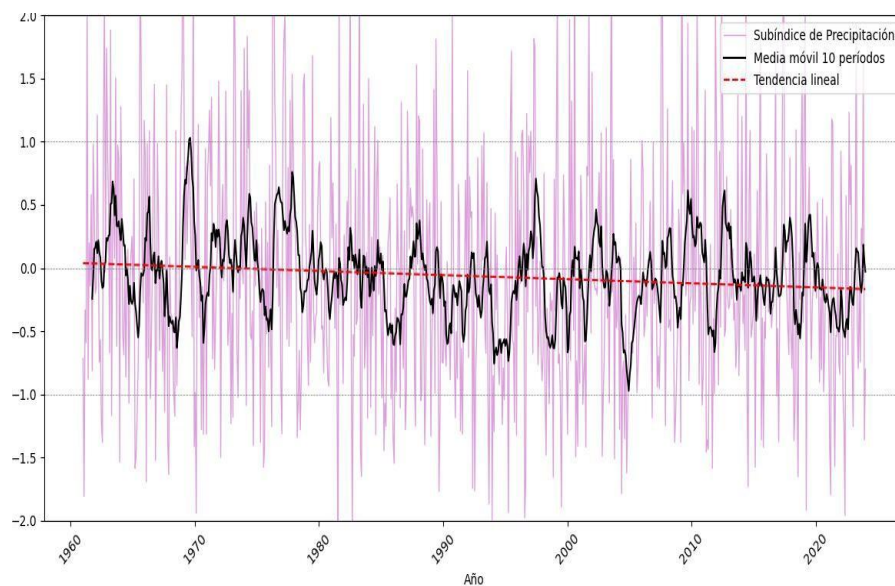
Predicción



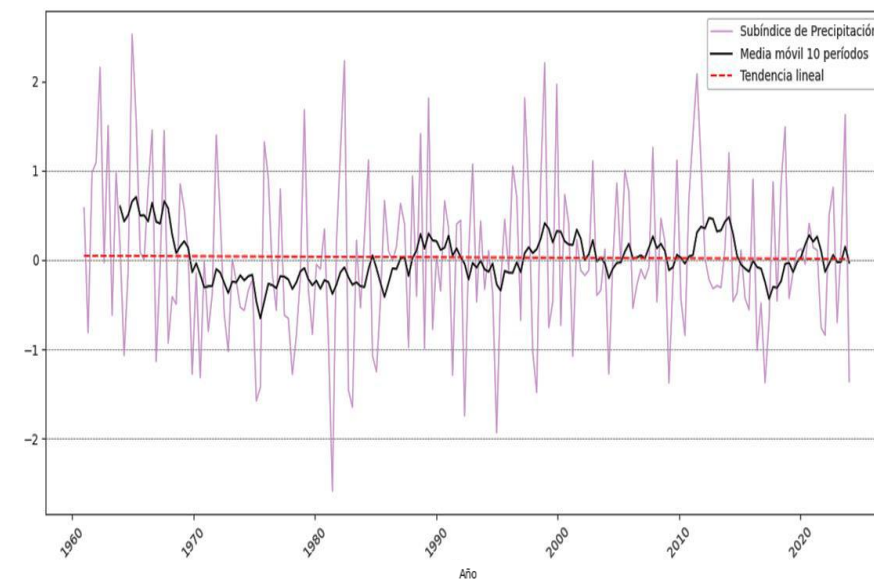
El ICA podría utilizarse
para la **prevención y
predicción de eventos
climáticos.**

1961-2024

Precipitación España (1961-2024)



Precipitación España Sept- Nov (1961-2024)





Predicción



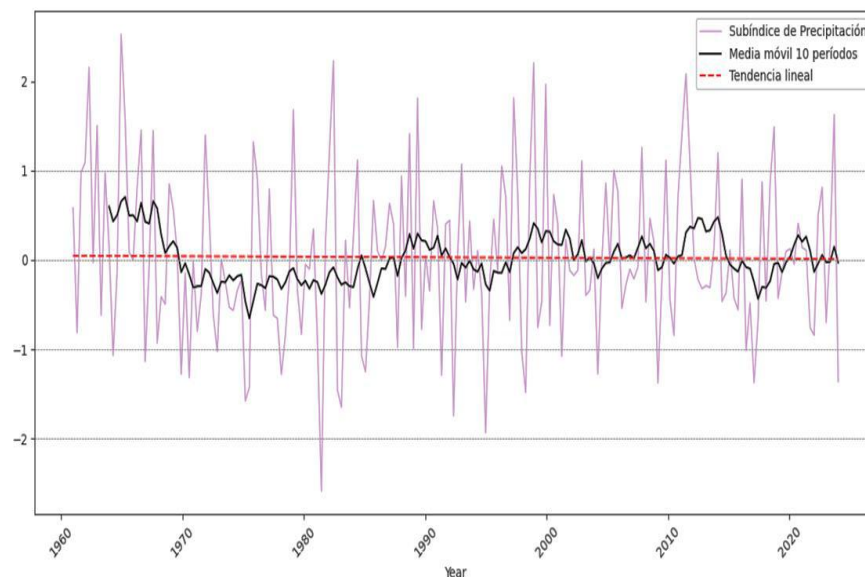
El ICA podría utilizarse
para la **prevención y
predicción de eventos
climáticos.**

1961-2024

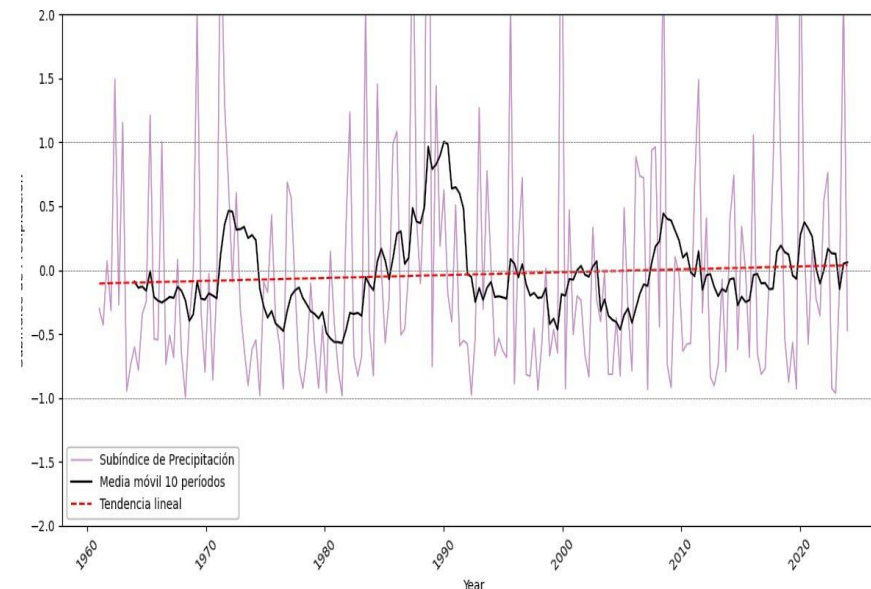
ICA – Predicción: Granularidad Geográfica

Aplicación a la DANA de Valencia 2024

Precipitación España Sept-Nov (1961-2024)



Precipitación Zona Dana Sept- Nov (1961-2024)





Predicción

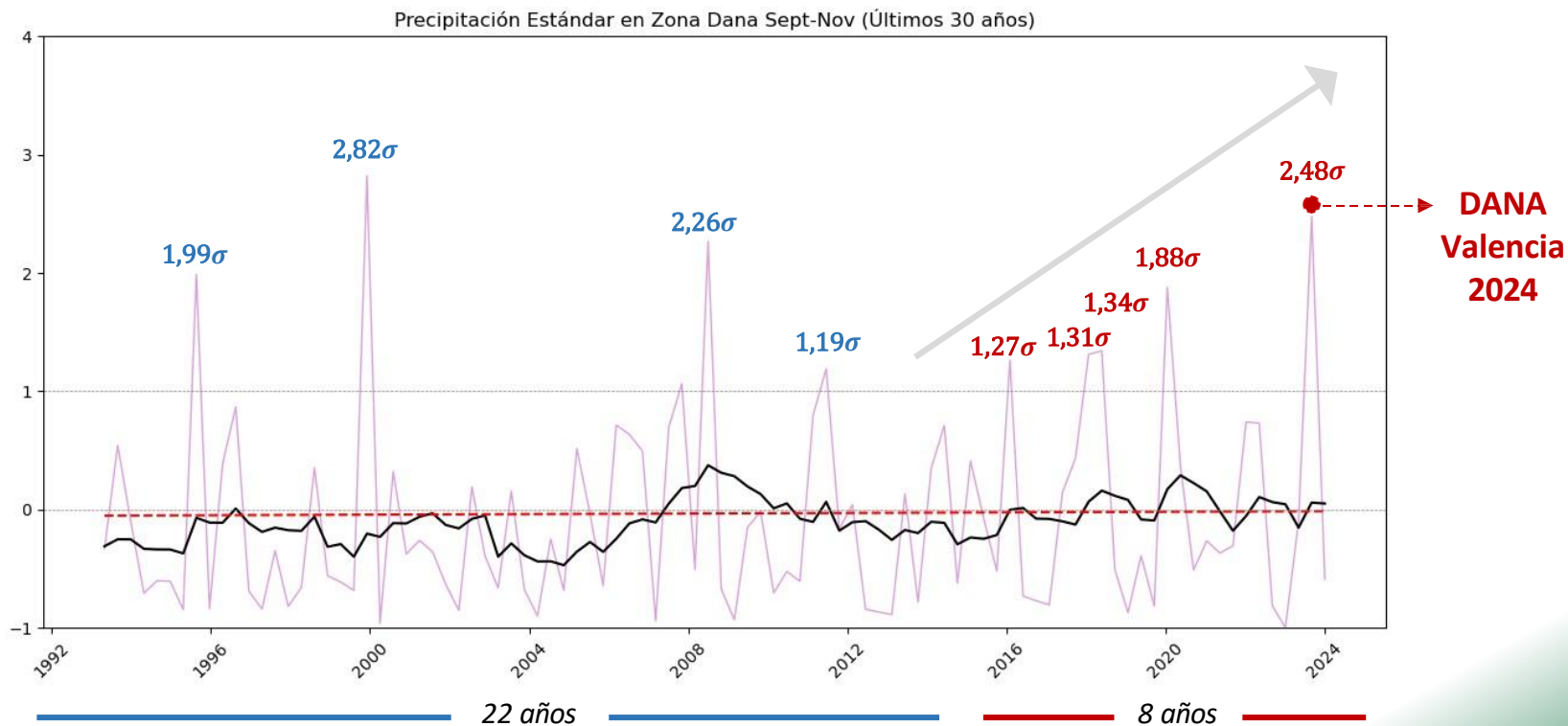


El ICA podría utilizarse
para la **prevención y
predicción de eventos
climáticos.**

2014-2024

ICA – Predicción

Aplicación a la DANA de Valencia 2024



Gracias por su atención