

VNIVERSITAT  
DE VALÈNCIA



## Implicaciones del calentamiento global en la Economía

ÁNGEL PARDO TORNERO  
Cátedra Finanzas Internacionales  
Banco Santander-Universitat de València

# (Más datos del) Calentamiento Global

---

- ✓ Desde el inicio del siglo XX, la temperatura media global de la superficie de la tierra ha aumentado **0.74 grados** centígrados.
- ✓ Este incremento no ha sido continuo, ya que el aumento de la temperatura en estos últimos 50 años ha sido el **doblo** de lo registrado en 100 años.
- ✓ La fusión de hielos en el Ártico provoca una disminución de la superficie helada de unos **72000 km<sup>2</sup>** cuadrados al año.
- ✓ Sucesos meteorológicos extremos. De las 120 catástrofes anuales que solían registrarse en el planeta en la década de los 80 hemos pasado a unas **500** que afectan a más de 200 millones de personas (Intermón Oxfam Internacional, noviembre 2007).

# (Dudas sobre el) Calentamiento Global

---



- ✓ A pesar de todas estas evidencias, hoy en día aun existen **muchas voces** (gobiernos, sectores, empresas con claros intereses) que **discrepan** sobre si existe o no cambio climático o si el cambio climático está producido o no por el hombre.
- ✓ Todo esto a pesar de que un artículo de Oreskes (2004) publicado en la revista *Science* demostrara que **ningún artículo** de los 928 publicados entre 1993 y 2003 y en cuyas *keywords* apareciera la expresión "*global climate change*", ponía en duda el origen antropogénico del calentamiento global.

# Calentamiento Global

---

La inmensa mayoría de los **gobiernos** y de las principales **industrias o sectores afectados**, la pregunta que se hacen no es si existe o no el cambio climático, sino que lo que se preguntan es

**¿Cómo nos podemos adaptar al cambio climático?**

El clima afecta **todas las áreas de la vida** y por tanto los cambios en el clima afectan a todos y cada uno de nosotros. De hecho, el cambio climático está provocando **riesgos y oportunidades**, posibles **pérdidas** o posibles **ganancias**.

# Cambio climático e impacto económico

---

**Palutikof *et al.* (1996)** en el que estudian una subida de temperaturas que sacudió Inglaterra y Gales de noviembre de 1994 a octubre de 1995:

- ✓ La **tasa de mortalidad** aumentó en los meses de verano del 95 debido a la ola de calor.
- ✓ Los **granjeros y piscifactorías** sufrieron pérdidas de 180 millones de libras.
- ✓ La industria del **seguro** tuvo que hacer frente a pagos adicionales de 350 millones de libras derivadas de la sequía.
- ✓ El **consumo de gas natural y de electricidad** descendió bruscamente y solo se recuperó en verano. La industria energética (los consumidores) dejaron de ganar (se ahorraron) 355 millones de libras.
- ✓ La **industria de bebidas y refrescos** incrementó sus beneficios en 130 millones de libras.

# El informe Stern

---

El informe fue encargado por el **gobierno del Reino Unido** al economista Sir Nicholas Stern y fue publicado a finales del 2006 (Stern, 2006).

El informe tuvo un **impacto mediático espectacular**, con unas conclusiones y cifras contundentes:

“El cambio climático es considerado como una **amenaza global**, que afectará a la producción mundial, a la vida humana y al medio ambiente, y de respuesta urgente.”

“Los **costes** de tomar acciones pertinentes se limitan al 1% del PIB mundial frente al 20% que costaría no hacerlo.”

# El informe Stern

---



Según Stern (2006) tienen que darse tres elementos para una respuesta global efectiva al problema:

1. Poner precio al carbono.
2. Apoyar la innovación y el despliegue de tecnologías bajas en carbono.
3. Informar, educar y persuadir de lo que se puede hacer para responder al cambio climático.

Stern (2006) concluye que “ya no es posible evitar el cambio climático, pero sí es posible proteger en cierta medida nuestras economías y sociedades contra sus impactos.”

# Impactos del cambio climático en España

---

- ✓ En el año 2005, se publicó la *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático* (EPIEECC, véase López *et al.* 2005).
- ✓ La redacción de este informe fue una iniciativa del **Ministerio de Medio Ambiente** y en ella participaron cerca de **450 investigadores** especializados en diferentes en campos del saber.
- ✓ En dicha evaluación preliminar se intentó valorar cuáles podrían ser los **cambios** que ocurrirían a lo largo de este siglo en el clima de España como consecuencia del calentamiento global y cómo tales cambios **podían afectar** a los diferentes **ecosistemas, a la salud humana** y a algunos de los principales **sectores económicos** de nuestro país.

# Clima y proyecciones en España

---

EPIEECC: Con datos de clima español hasta **1999**, se realizaron diferentes **proyecciones** de clima futuro a partir de las estimaciones obtenidas de diferentes modelos climáticos.

- ✓ **Incremento** progresivo de las temperaturas medias.
- ✓ Aumentos de la temperatura media mayores en los meses de **verano** que en los de invierno.
- ✓ Mayor frecuencia de días con **temperaturas extremas** en la Península, especialmente en verano.
- ✓ Tendencia generalizada hacia una **menor precipitación** acumulada anual.

# Índice de Temperaturas en España: ITE

---

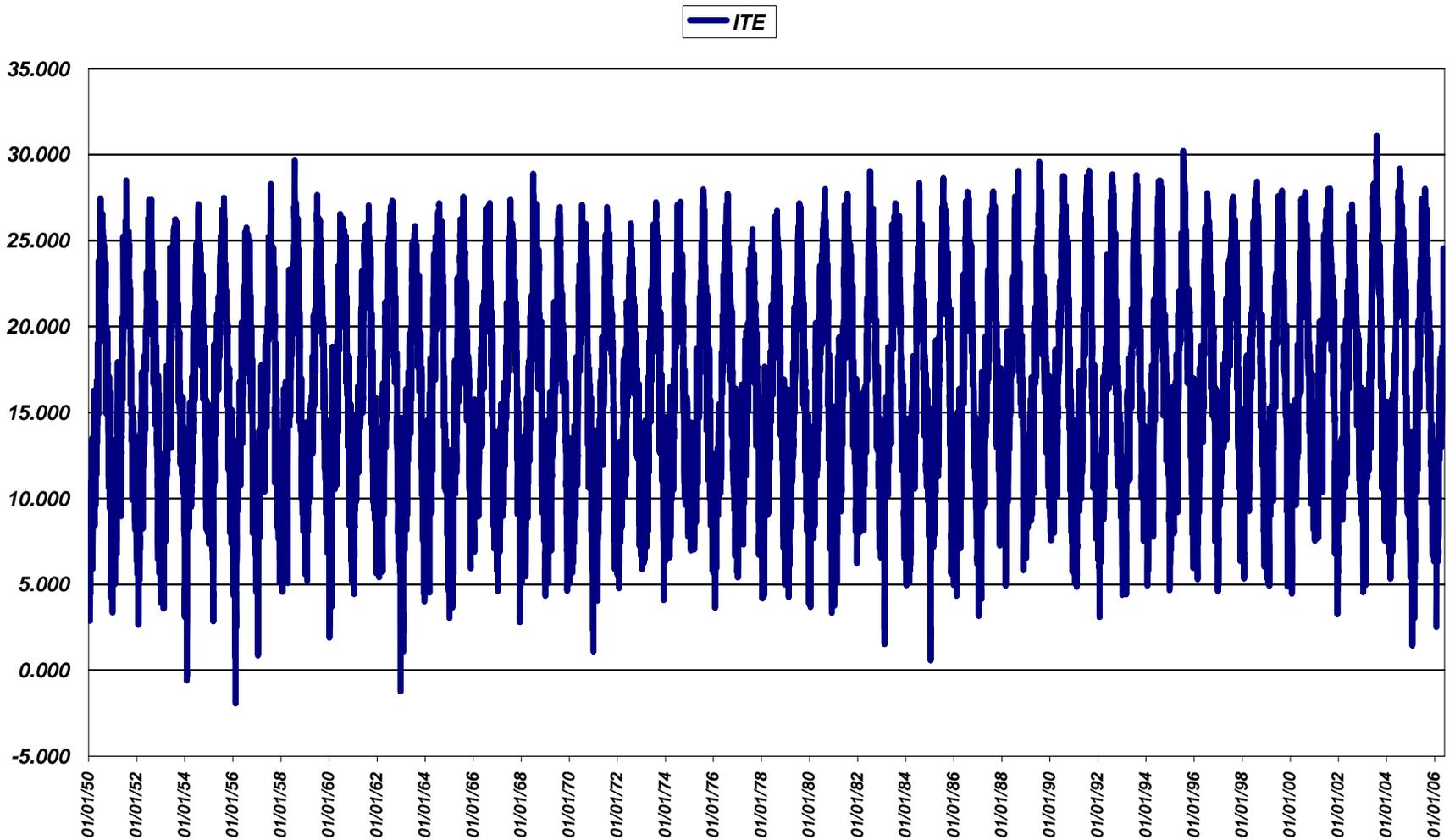
El clima en España es enormemente **variado** debido a su topografía y a su situación geográfica, con una notable amplitud de valores extremos diarios.

Con el fin de tener una **única referencia diaria para España**, se ha trabajado con un índice de temperaturas denominado **ITE** (véase Valor *et al.* 2001).

La temperatura media se ha calculado como la media de la temperatura máxima y mínima. Esta serie diaria de temperaturas se ha obtenido para cuatro estaciones meteorológicas situadas en **Madrid, Valencia, Sevilla y Bilbao**. A partir de esas series, se ha obtenido una única serie diaria ponderada por población.

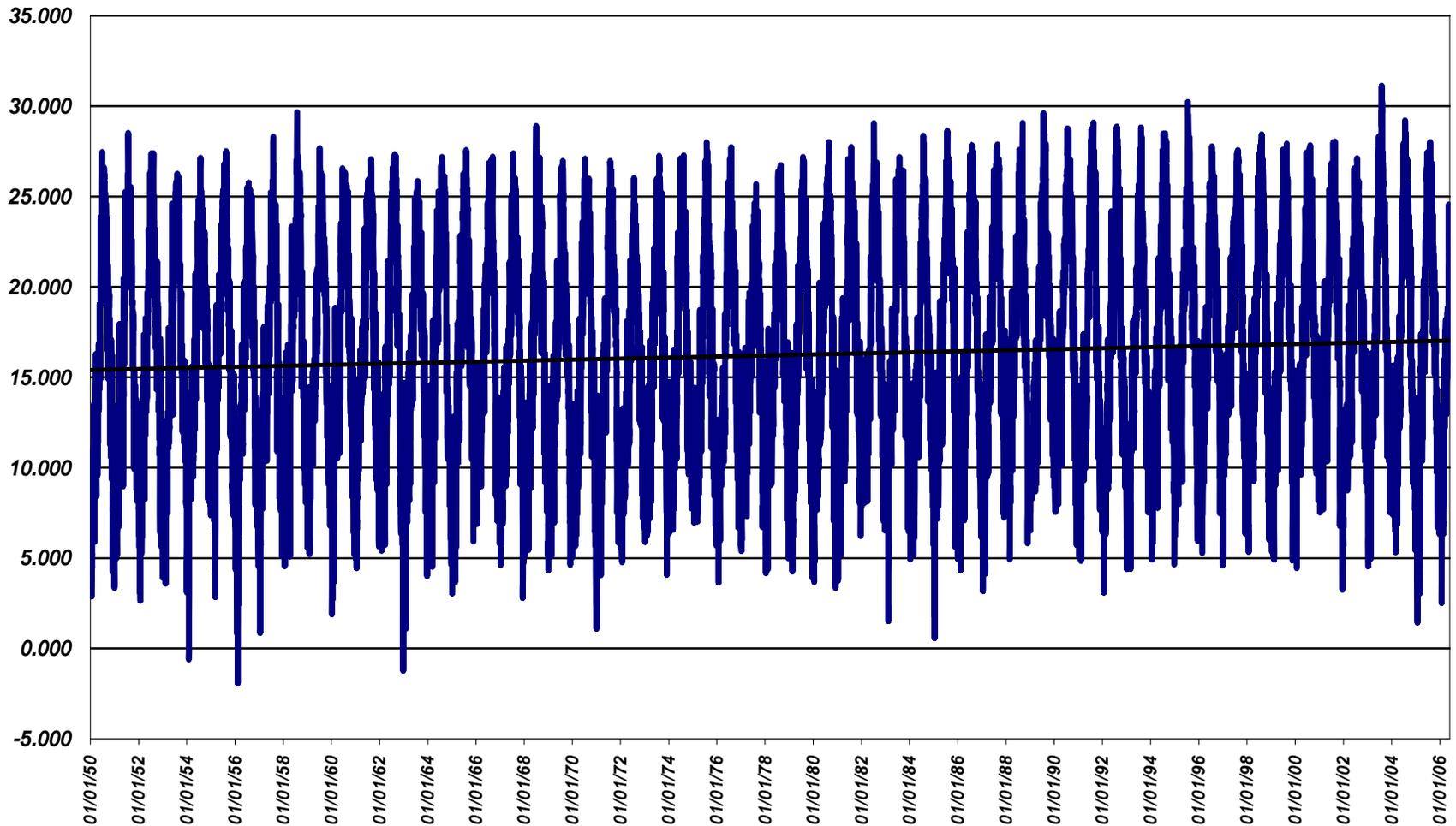
# Índice de Temperaturas en España: ITE

---

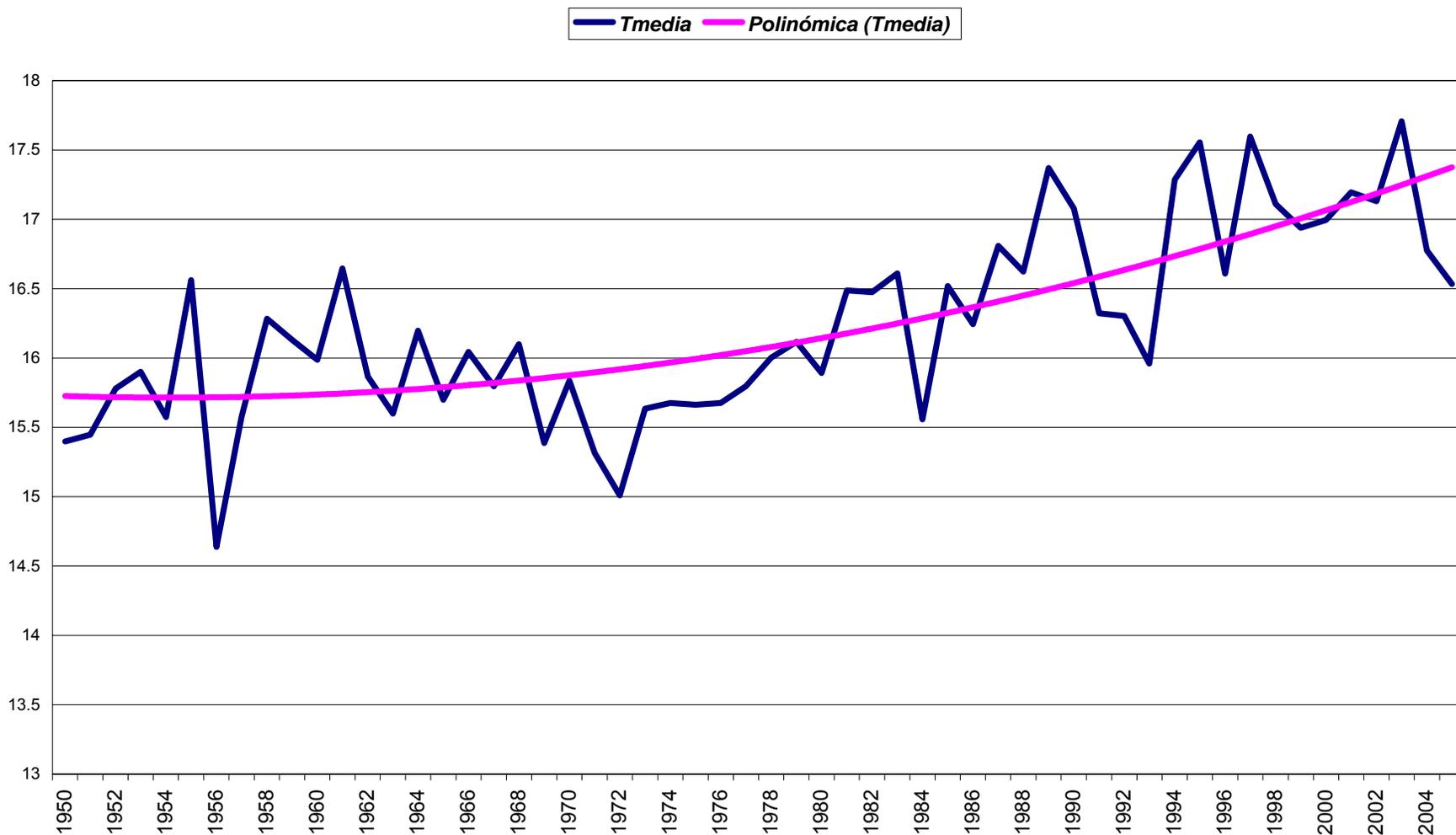


# Índice de Temperaturas en España: ITE

— ITE — Lineal (ITE)



# ITE medio anual y tendencias



# Proyecciones

---

- ✓ **Incremento** progresivo de las temperaturas medias.
- ✓ Aumentos de la temperatura media mayores en los meses de **verano** que en los de invierno.



¿Mayor frecuencia de días con **temperaturas extremas** en la Península, especialmente en verano?

# HDD y CDD: Cálculo

---

**HDD y CDD:** Variables derivadas de la temperatura que se utilizan mucho en el **análisis empírico**.

HDD: Grados-día de calefacción (*heating degree-days*)

$$HDD_t = \max(TI_{ref} - TI_t, 0)$$

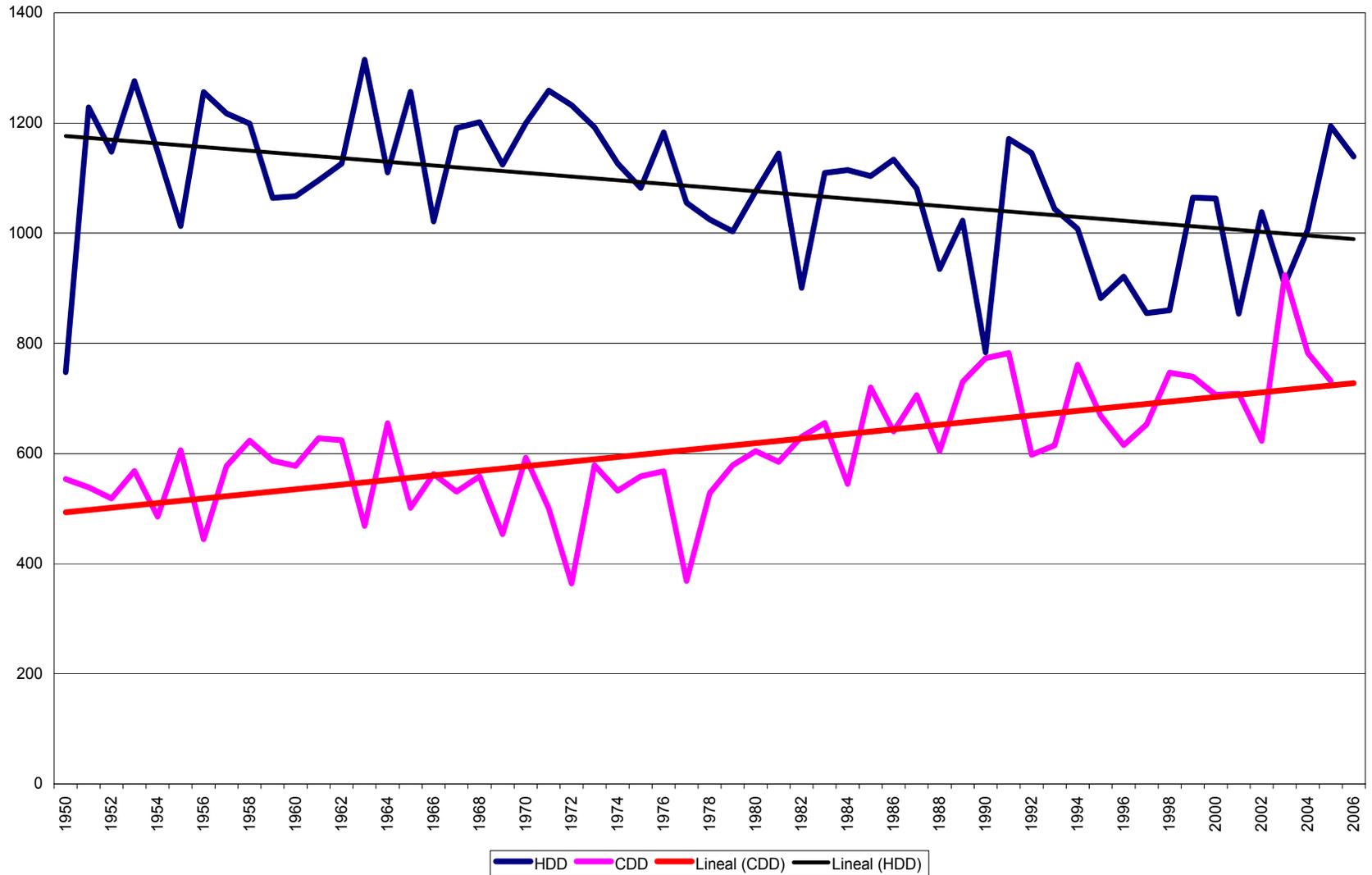
CDD: Grados-día de refrigeración (*cooling degree-days*).

$$CDD_t = \max(TI_t - TI_{ref}, 0)$$

donde  $TI_{ref}$  es una temperatura de referencia que en el caso español se ha estimado en 18°.

Las funciones grados-día miden tanto la **intensidad** como la **duración** del frío en invierno y del calor en verano.

# HDD y CDD: tendencias en invierno y verano



# Días con temperaturas extremas

---

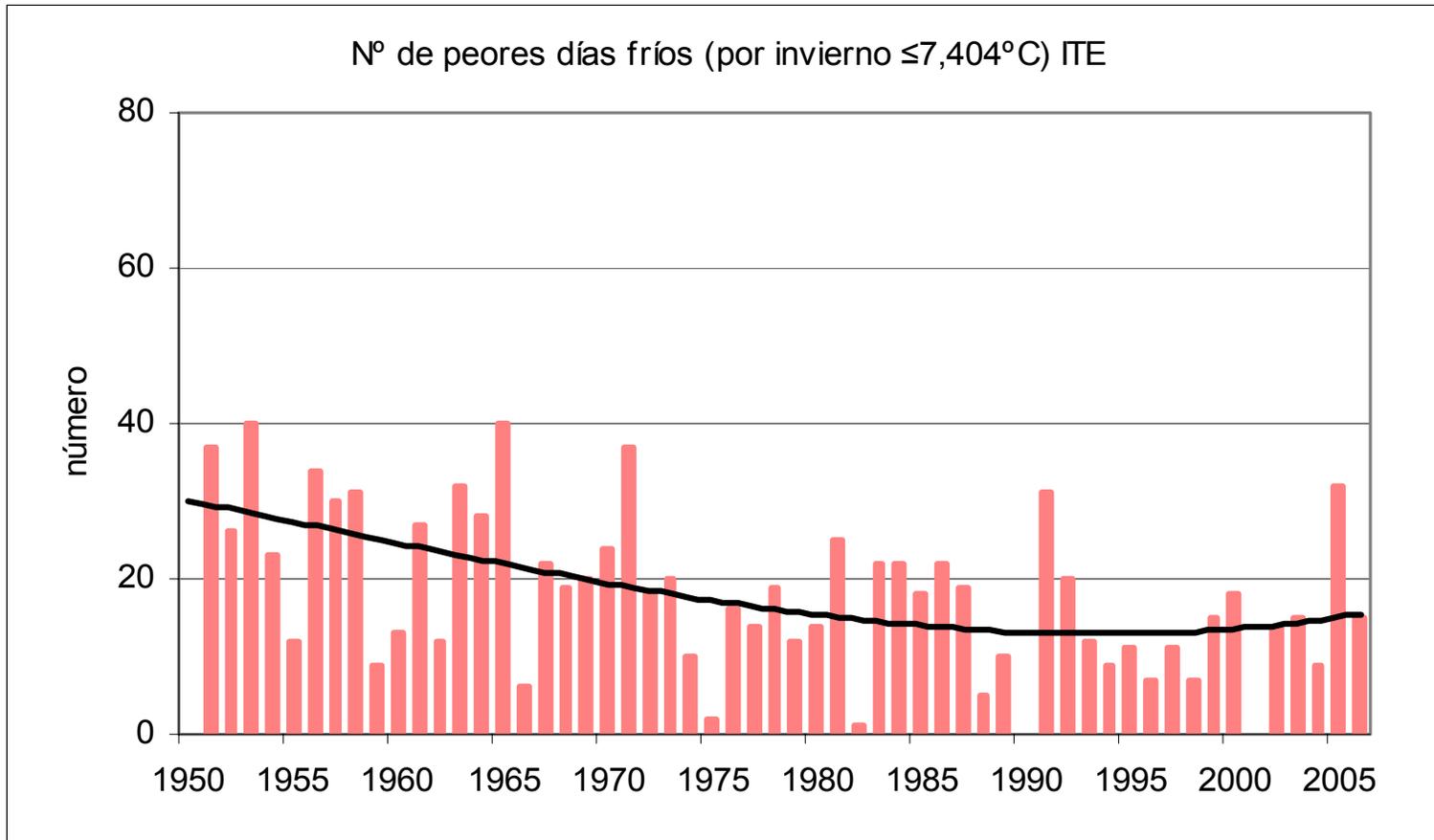
Número de días de temperatura extrema = Días cuyas temperaturas se encuentran en las colas de la distribución del ITE.

**Valores extremos inferiores:** observaciones de temperatura diaria que son inferiores al valor que ocupa el percentil 5 ( $ITE_t < 7.4^\circ$ )

**Valores extremos superiores:** observaciones que ocupan una posición superior al percentil 95 ( $ITE_t > 25.5^\circ$ ).

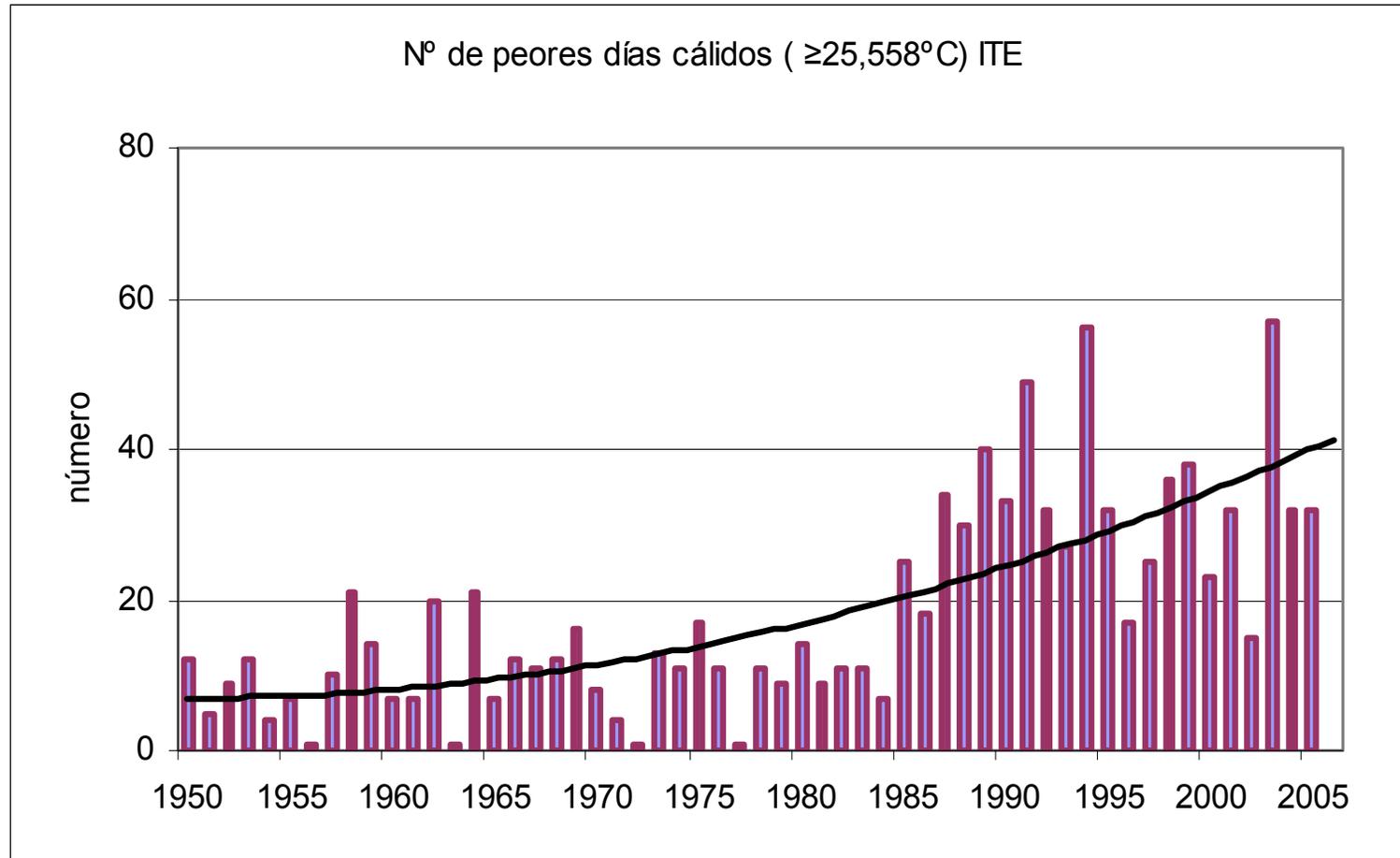
# Días más fríos

---



# Días más cálidos

---

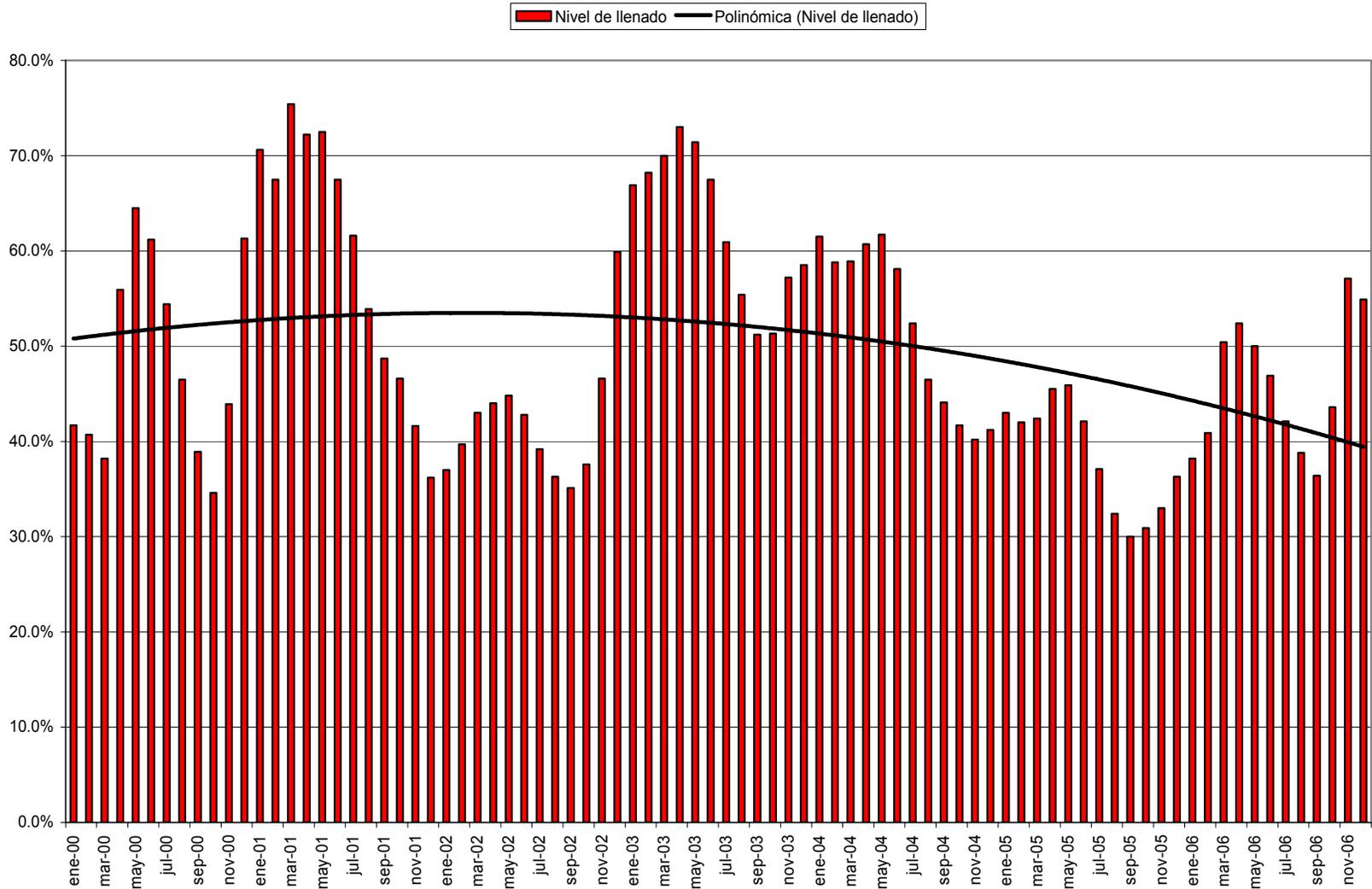


# Impactos del cambio climático en España

---

- ✓ **Incremento** progresivo de las temperaturas medias.
- ✓ **Aumentos** de la temperatura media mayores en los meses de verano que en los de invierno.
- ✓ **Mayor frecuencia** de días con temperaturas extremas en la Península, especialmente en verano.
  
- ✓ Tendencia generalizada hacia una menor precipitación acumulada anual.

# Nivel de llenado de los embalses



# Impactos del cambio climático en España

---

- ✓ **Incremento** progresivo de las temperaturas medias.
- ✓ **Aumentos** de la temperatura media mayores en los meses de verano que en los de invierno.
- ✓ **Mayor frecuencia** de días con temperaturas extremas en la Península, especialmente en verano.
- ✓ Tendencia generalizada hacia una **menor precipitación** acumulada anual.



**¡Las proyecciones se están cumpliendo!**

# Otras tendencias

---



# Impacto en la economía

---

Los resultados presentados **coinciden con las proyecciones** de clima futuro realizadas en la EPIEECC a partir de diferentes modelos climáticos.

¿Cuáles son las **implicaciones para la economía española** si se siguen cumpliendo los escenarios pronosticados y que acciones se están llevando a cabo?



- ✓ EPIEECC
- ✓ Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
  - ✓ Estado de Situación

# Impacto en la economía: sector primario

---

El clima tiene impactos directos en



los **ecosistemas** terrestres, en los ecosistemas acuáticos continentales, en los ecosistemas marinos, en la **biodiversidad** animal, en la biodiversidad vegetal, los recursos hídricos y los recursos edáficos



Impactos en estos ecosistemas y biodiversidades



Agricultura, Ganadería y Pesca

# Impacto en la economía: Agricultura y ganadería

---

El incremento de temperaturas + la ausencia de precipitaciones



Las altas temperaturas afectarán a las **plagas y enfermedades**, tanto de los cultivos como del ganado, modificando la temporalidad, frecuencia e intensidad de las mismas.



**Cambios variados y no homogéneos** en los cultivos a lo largo de nuestra geografía que, en todo caso, requerirán una **adaptación de los cultivos a las nuevas situaciones**, sobre todo el ajuste de los cultivos anuales.

# Impacto en la economía: sector pesquero

---

EPIEECC (2005) y Estado de la situación (2007) coinciden en tres aspectos:

- ✓ La **distribución** de las especies cambiará, con aumento de especies de aguas templadas y subtropicales.
- ✓ Se prevé una **reducción de la productividad** a nivel general.
- ✓ En el Atlántico las aguas productivas se **desplazarán** hacia el Norte.

# Impacto en la economía: sector primario

---

**Problema:** se “saben” muchas cosas en general pero pocas en particular

¿Por qué? **Ausencia de bases de datos** accesibles con las que poder realizar estudios de impacto.

**Necesidad de disponer de series temporales largas**

EPIEECC

+

Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011, (PNIDI, 2007): área estratégica Energía y Cambio Climático se establezca como de **especial interés** la **observación sistemática** del clima y la **elaboración de los escenarios** climáticos a distintos horizontes temporales.

# Impacto en la economía: Sector energético

---

La energía es responsable de un **80% de las emisiones** de gases de efecto invernadero de la Unión Europea



Constituye la **causa fundamental del cambio climático** y de la contaminación de la atmósfera.



**Problema:** La energía es también un **elemento esencial para la actividad económica** y el bienestar de los ciudadanos.



Programa Marco Europeo de I+D+I 2008-2011: Energía y cambio climático

# Pronósticos sobre el Consumo de Energía

---

Si las temperaturas siguen en aumento y las precipitaciones en descenso, el EPIIECC pronosticaba

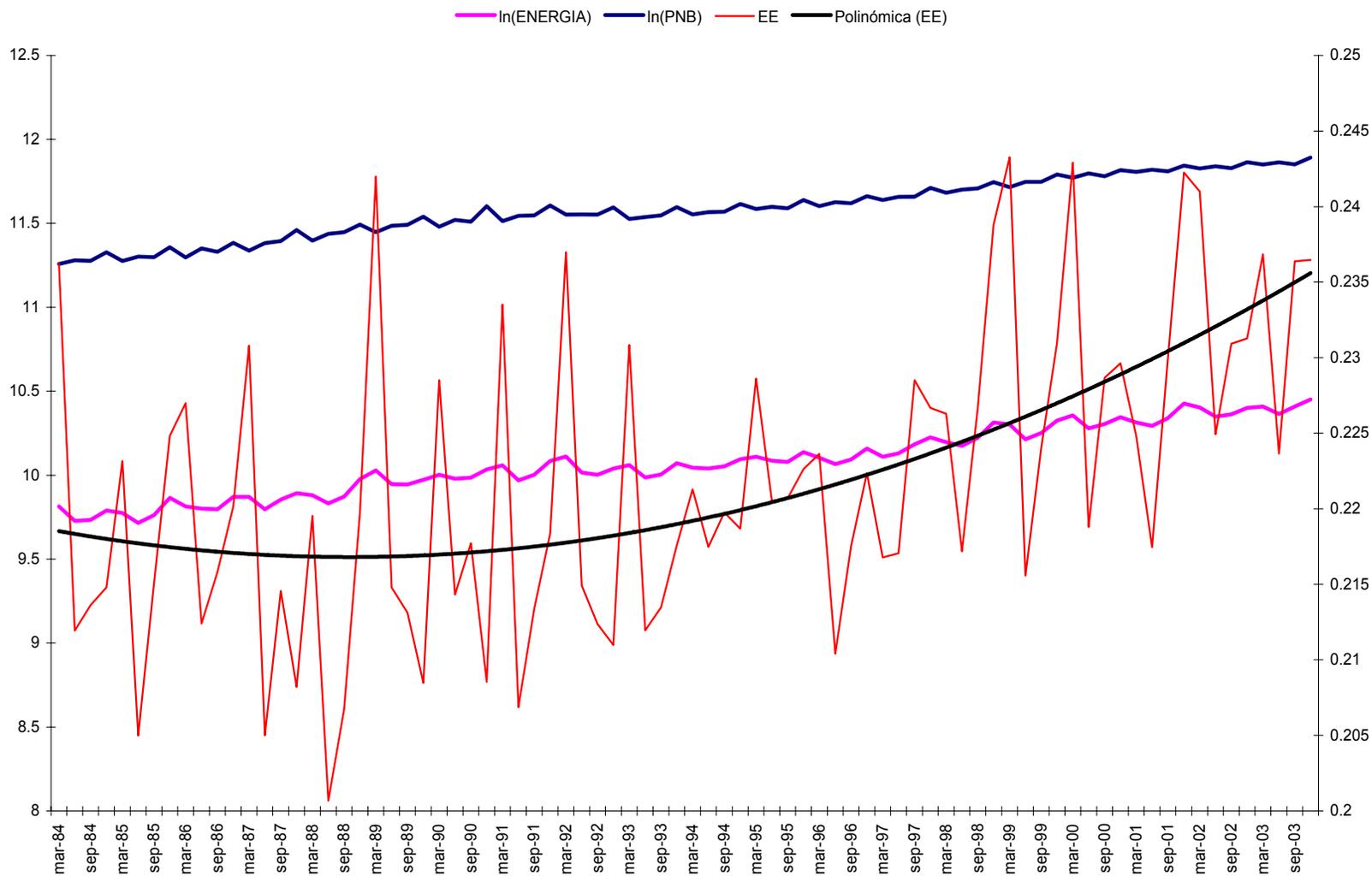


un **aumento del consumo de demanda eléctrica** que debería cubrirse con petróleo o gas natural.



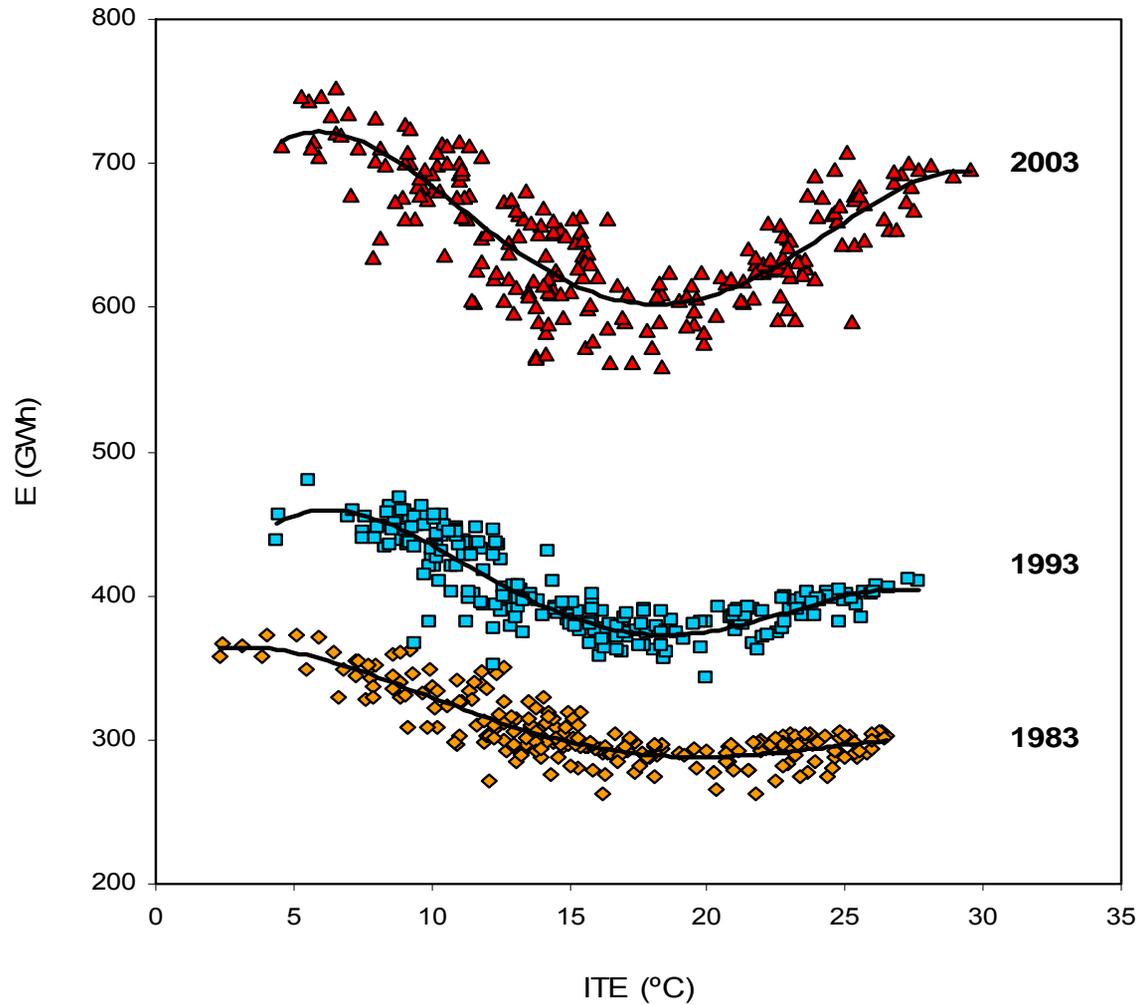
Pero, el **aumento del número de horas de sol** potenciaría el uso de energía solar y **episodios de fuertes vientos** favorecería el uso de la energía eólica.

# Evolución del Consumo de Energía



# Evolución del Consumo de Energía

---



# Impacto en la economía: sector energético

---

Cada vez se consume más y el consumo es menos eficiente



Los objetivos del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011, (véase PNIDI, 2007, p. 90 y siguientes) consisten en:

- ✓ Desarrollar un sistema energético sostenible y abastecido por recursos autóctonos especialmente renovables o ampliamente disponibles en el mercado mundial como son el carbón limpio y la energía nuclear
- ✓ Potenciar y desarrollar las tecnologías destinadas a lograr mejoras de la eficiencia energética y reducir el consumo de energía por unidad de PIB.

# Impacto en la economía: Turismo

---

EPIIECC ante subidas en las temperaturas y disminución de precipitaciones pronosticaba



- ✓ Problemas de **viabilidad en los destinos de la costa** ante una subida del nivel del mar.
- ✓ Problemas localizados en las **zonas de montaña**, sobre todo el turismo de nieve.
- ✓ Posibilidad de que los turistas **puedan disminuir la estancia media** en cada destino, retrasar el momento de la decisión del viaje y cambiar la dirección de sus visitas hacia otros lugares.

# Impacto en la economía: Turismo

---

- ✓ El Observatorio de Sostenibilidad en España (2007): el primer kilómetro de costa está construido en un 34% de los casos. Además, la subida del nivel del mar se ha estimado en 1,7 milímetros por año con lo que peligran zonas turísticas (Manga del Mar Menor o la Costa Brava).
- ✓ La subida de temperaturas ha disminuido el número de días con pistas esquiabales. Los *resorts* de esquí ven como sus temporadas se acortan (Cantábrico y Riaza).
- ✓ Canarias está perdiendo posición competitiva. En particular, se ha comprobado que ha disminuido el número de visitantes del Reino Unido a las Canarias y se achaca a la bonanza de temperaturas en el Reino Unido.

# Adaptarse al Calentamiento Global

---

La lucha contra el calentamiento global es una cuestión supranacional



La adaptación a los cambios climáticos es un problema ante el cual algunos sectores o empresas están tomando posiciones.

Los mercados financieros vienen aportando algunas soluciones que están permitiendo:



**Adaptarse** a los daños que se puedan derivar del cambio climático



**Convivir** con una economía que empieza a estar fuertemente restringida por las emisiones de CO<sub>2</sub>

# *Carbon Finance*

---

Conjunto de soluciones que las finanzas están contemplando con el fin de adaptarse al cambio climático.



*Carbon Finance* (Labatt and White, 2007).

## Soluciones:

- ✓ El comercio de derechos de emisión de CO<sub>2</sub>
  - ✓ La emisión de bonos sobre catástrofes
- ✓ Los proyectos de financiación en inversión en energías renovables o energías alternativas
  - ✓ Los derivados sobre variables climáticas

# Clima y PIB

---

Nicholls (2004): el 70% del PIB americano depende directa o indirectamente del clima. Ejemplos:

- ✓ los *resorts de esquí* se ven seriamente afectados por la ausencia de nieve,
- ✓ las *compañías de construcción*, se ven muy afectadas por inviernos muy fríos,
- ✓ las *compañías eléctricas* ven disminuida su demanda ante veranos fríos y/o inviernos cálidos,
- ✓ las *compañías de aviación, los establecimientos hoteleros y las empresas de entretenimiento* ven disminuida la venta de billetes ante veranos fríos en las localidades costeras, etc.

# Derivados OTC y CME

---

Los mercados derivados, tanto **organizados como los OTC**, llevan algún tiempo ofreciendo una serie de productos derivados que permiten a una determinada empresa hacer frente a cambios en el clima que puedan afectar a sus cuentas de resultados.

Los derivados organizados sobre variables climáticas fueron lanzados por el ***Chicago Mercantile Exchange (CME)*** en verano de 1999.

En estos momentos se pueden negociar **contratos de futuro y de opción** sobre **temperatura**, mensuales y por estaciones, de un total de **35 ciudades**: 18 de USA, 6 canadienses, 9 europeas (entre ellas Barcelona y Madrid) y 2 japonesas.

# Cobertura con derivados

---

Hay muchas empresas y sectores cuyas cuentas de resultados dependen fuertemente de las variables climáticas y en concreto de la temperatura.

INGRESOS = PRECIO DE MERCADO X CANTIDAD DEMANDADA



Las coberturas frente al riesgo de variación de precios se realizan tomando posiciones en **derivados sobre mercaderías** (energía o productos agrícolas).



Las variaciones en el clima pueden provocar un riesgo de variación en la cantidad demandada, derivado de inviernos muy cálidos o veranos muy fríos, que se denomina **riesgo volumen** y al que se puede hacer frente tomando posiciones en **derivados sobre clima**.

# Subyacente del derivado sobre temperatura

---

El activo subyacente de los derivados son los **CDD o HDD acumulados** para una ciudad y periodo de tiempo determinado.

Para un **mes o estación fría** se calcularía el acumulado de HDD como

$$\text{Cum HDD} = \sum_{t=1}^n \text{HDD}_t$$

Para un **mes o periodo cálido** el subyacente sería

$$\text{Cum CDD} = \sum_{t=1}^n \text{CDD}_t$$

# Pasos para hacer la Cobertura

---

1. **Elegir el indicador climático** que afecta a la empresa (la temperatura, la radiación solar, las precipitaciones en forma de lluvia, las precipitaciones en forma de nieve, etc).
2. **Seleccionar el indicador económico** de la empresa que mejor refleje los efectos del cambio de las condiciones climáticas (ingresos, beneficios o ventas).
3. **Calcular nivel óptimo de ese indicador climático** que le permita obtener un nivel de ingresos, beneficios o ventas óptimo.
4. **Buscar el activo derivado y el periodo de cobertura** que más se ajuste a dicho nivel.

# Pasos para hacer la Cobertura

---

Ejemplo: Supongamos que tenemos una estación de esquí cercana a Madrid. Si tenemos en cuenta los datos de los últimos 55 años, en Madrid, el Cum HDD por término medio en la estación invernal (meses de noviembre a marzo) es de **1520 grados/día**.

La estación de esquí considera que sus ingresos se verían seriamente afectados si el invierno presentara una temperatura cálida que llevara al índice a estar por debajo de **1200 grados/día**.

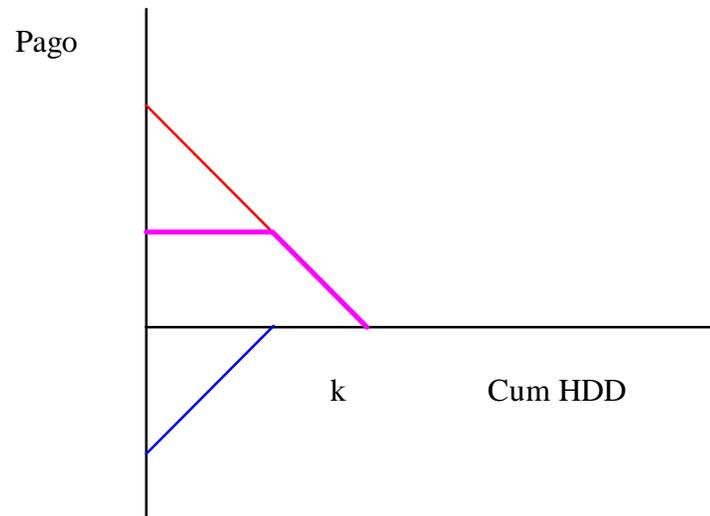
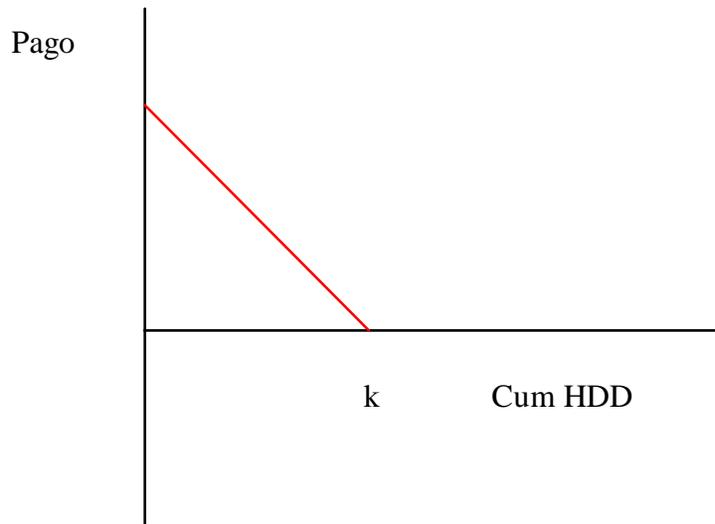
Un *resort* de esquí teme inviernos cálidos y en el mercado de opciones tomaría posiciones de **compra de opciones de venta sobre HDD**.

# Pasos para hacer la Cobertura

---

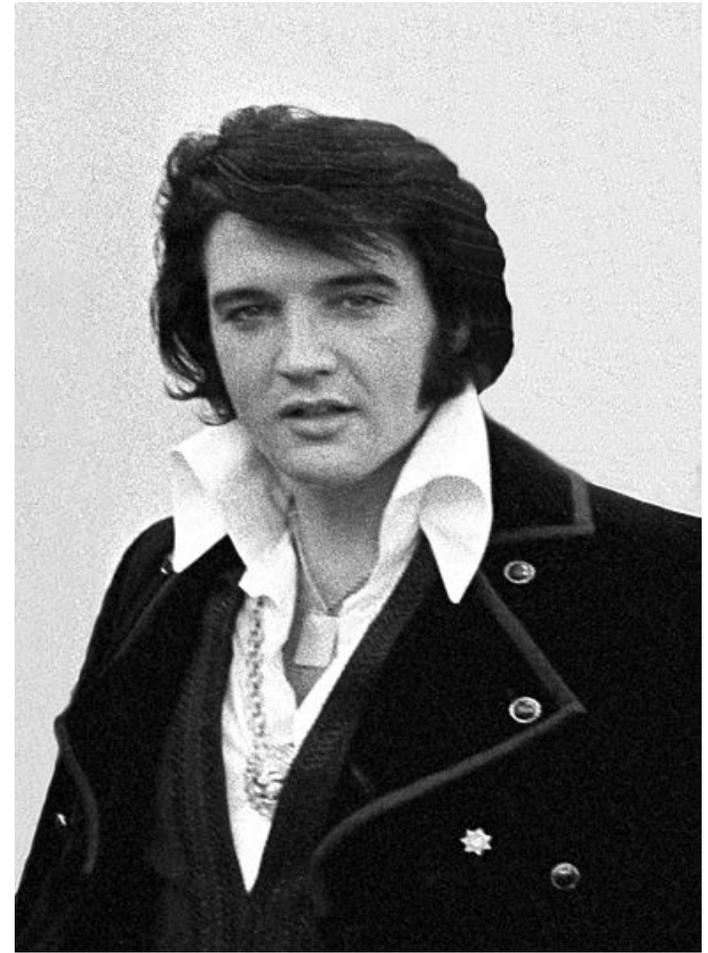
Cobertura: La estación de esquí daría una orden para **comprar opciones de venta** con precio de ejercicio **K = 1200**.

$$P(T) = \text{Número de contratos} \times \text{multiplicador} \times \max\left(0, \left(1200 - \sum_{t=1}^n \text{HDD}_t\right)\right)$$



# Más datos sobre el Calentamiento Global

---



**¡GRACIAS POR LA ATENCIÓN PRESTADA!**

Una versión completa del trabajo:

“Implicaciones del calentamiento global en la Economía”

[www.uv.es/finanzas](http://www.uv.es/finanzas)

ÁNGEL PARDO TORNERO  
Cátedra Finanzas Internacionales

Banco Santander-Universitat de València-Universitat de València

VNIVERSITAT  
E VALÈNCIA

