



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Investigación en Prevención
de Desastres Naturales

Incertidumbre y Necesidad de Investigación Básica en la Ciencia del Cambio Climático en el Perú

Ken Takahashi, Ph. D.
Instituto Geofísico del Perú

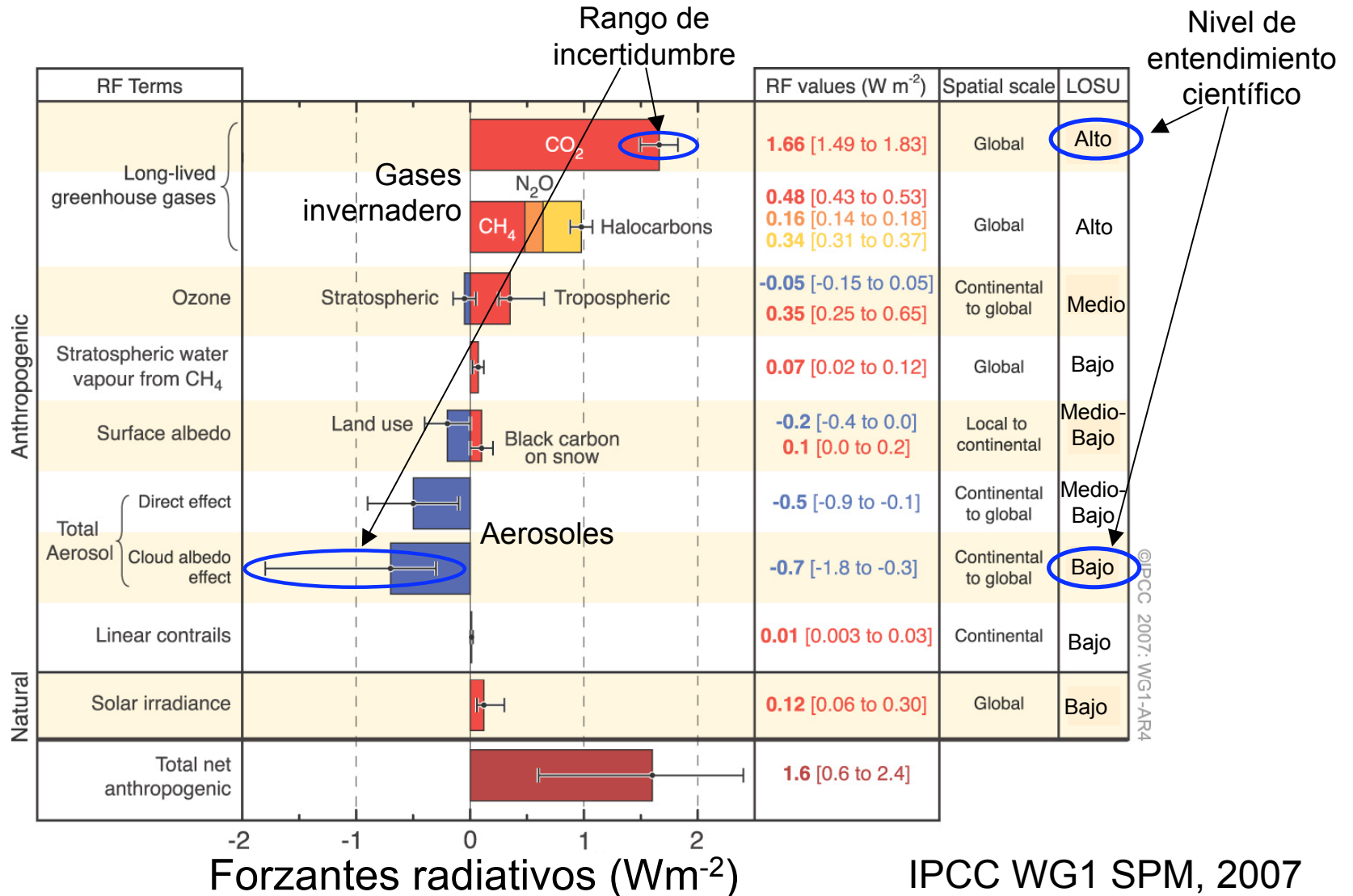
ktakahashi@geo.igp.gob.pe

<http://www.met.igp.gob.pe>

Taller Regional: Agenda de Investigación Científica en Cambio Climático para la Zona Centro
SENAMHI, Lima, 28 de mayo del 2009



Cambio climático global: Relación entre incertidumbre y entendimiento





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Investigación en Prevención
de Desastres Naturales

Tipos de incertidumbre

Impredictabilidad: No es posible, en principio, predecir el futuro (por ej., sistemas caóticos)



Incertidumbre de valores: Limitación en datos no permite una adecuada estimación de los valores



Incertidumbre estructural: No se entiende suficientemente bien el sistema en estudio, los modelos son conceptualmente inadecuados.



Adaptado de “Guidance Notes for Lead Authors of the IPCC Fourth Assessment Report on Addressing Uncertainties” (2005)



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Investigación en Prevención
de Desastres Naturales

Conocimiento e incertidumbre (1)

“Hay cosas que sabemos que sabemos.

Hay cosas que sabemos que no sabemos.

Pero también hay cosas *que no sabemos que no sabemos.*”

D. Rumsfeld (2002)



Conocimiento e incertidumbre (2)

Ejemplos:

Cosas que sabemos que sabemos.	Efecto del CO₂ en el balance de energía global y un calentamiento global resultante
Cosas que sabemos que no sabemos	Efecto de aerosoles en la magnitud del calentamiento a través del efecto en las nubes
Cosas que no sabíamos que no sabíamos	Que los casquetes de hielo (por ej. Groenlandia y Antártica) se pueden derretir bastante más rápido de lo que se pensaba



La ignorancia puede hacernos **subestimar** las incertidumbres

Table SPM-3. Calentamiento global y aumento de nivel del mar proyectados a finales del siglo 21. {10.5, 10.6, Table 10.7}

Case	Temperature Change (°C at 2090-2099 relative to 1980-1999) ^a		Aumento de Nivel del Mar (m at 2090-2099 relative to 1980-1999)
	Best estimate	Likely range	Rango basado en modelos excluyendo futuros cambios dinámicos rápidos en flujos de hielo
Constant Year 2000 concentrations ^b	0.6	0.3 – 0.9	NA
B1 scenario	1.8	1.1 – 2.9	0.18 – 0.38
A1T scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.45
B2 scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.43
A1B scenario	2.8	1.7 – 4.4	0.21 – 0.48
A2 scenario	3.4	2.0 – 5.4	0.23 – 0.51
A1FI scenario	4.0	2.4 – 6.4	0.26 – 0.59

Table notes:

^a These estimates are assessed from a hierarchy of models that encompass a simple climate model, several Earth Models of Intermediate Complexity (EMICs), and a large number of Atmosphere-Ocean Global Circulation Models (AOGCMs).

^b Year 2000 constant composition is derived from AOGCMs only.



La ignorancia puede hacernos **subestimar** las incertidumbres

Con respecto al derretimiento de hielo, al menos ahora sabemos que no sabemos...

Table SPM-3. Calentamiento global y aumento de nivel del mar proyectados a finales del siglo 21. {10.5, 10.6, Table 10.7}

Case	Temperature Change (°C at 2090-2099 relative to 1980-1999) ^a		Aumento de Nivel del Mar (m at 2090-2099 relative to 1980-1999)
	Best estimate	Likely range	Rango basado en modelos excluyendo futuros cambios dinámicos rápidos en flujos de hielo
Constant Year 2000 concentrations ^b	0.6	0.3 – 0.9	NA
B1 scenario	1.8	1.1 – 2.9	0.18 – 0.38
A1T scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.45
B2 scenario			
A1B scenario			
A2 scenario			
A1FI scenario			

“Los modelos a la fecha no incluyen todos los efectos de los cambios en los flujos de casquetes de hielo”

Table no
^a These

General Earth Models of Intermediate Complexity (EMICs), and a large number of Atmosphere-Ocean Global Circulation Models (AOGCMs).

^b Year 2000 constant composition is derived from AOGCMs only.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Investigación en Prevención
de Desastres Naturales

¿Qué sabemos que **no sabemos**?

Dos ejemplos relacionados a
escenarios climáticos en el Perú



PERÚ

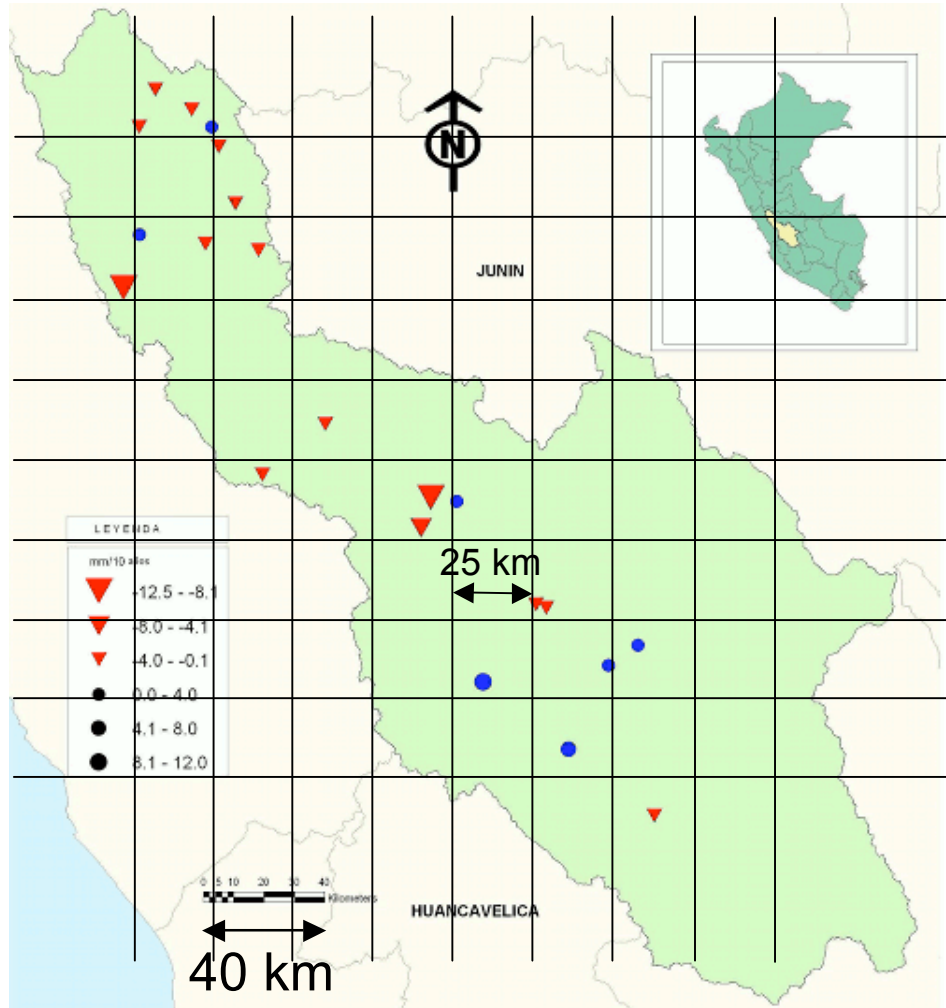
Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú

Investigación en Prevención de Desastres Naturales

Ejemplo 1: Escenarios climáticos de alta resolución

Tendencias en precipitaciones en la cuenca del Mantaro (1964-2003)



IGP, 2004



PERÚ

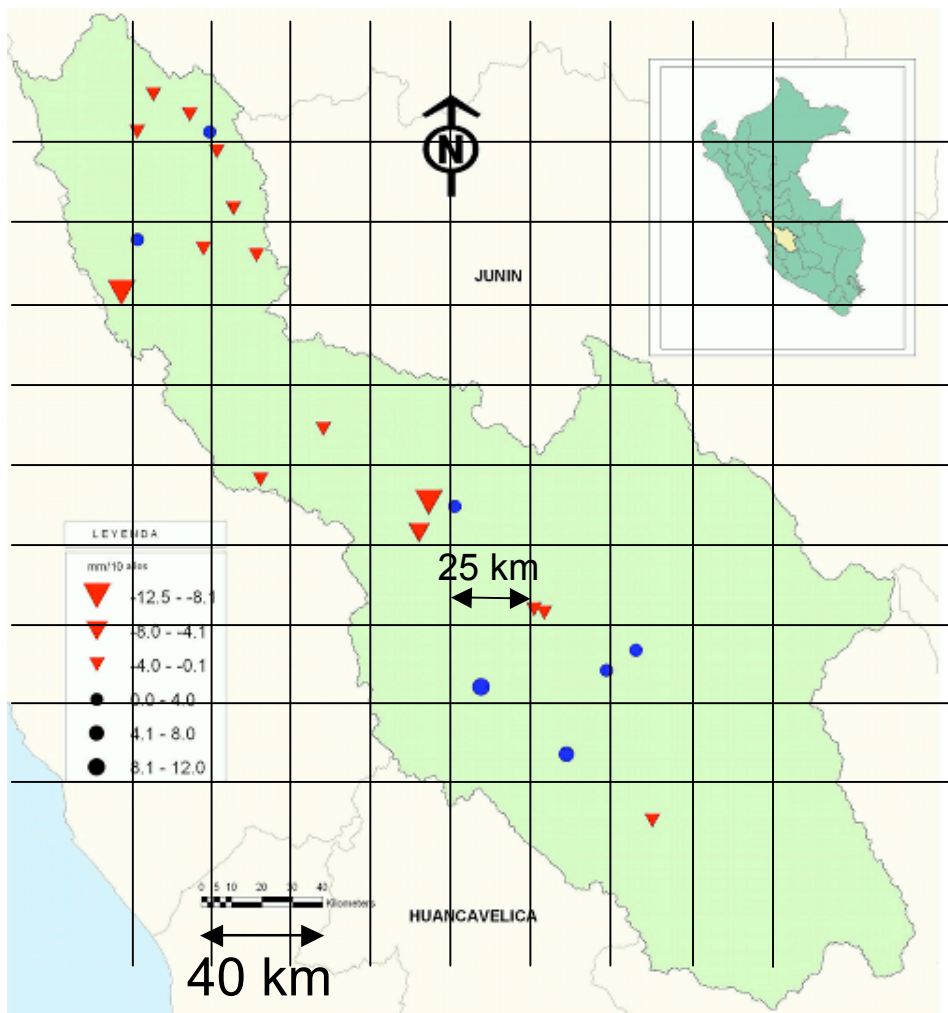
Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Investigación en Prevención
de Desastres Naturales

Ejemplo 1: Escenarios climáticos de alta resolución

Tendencias en precipitaciones en la cuenca
del Mantaro (1964-2003)



La alta resolución
es necesaria.

Sin embargo no es
suficiente...

IGP, 2004



PERÚ

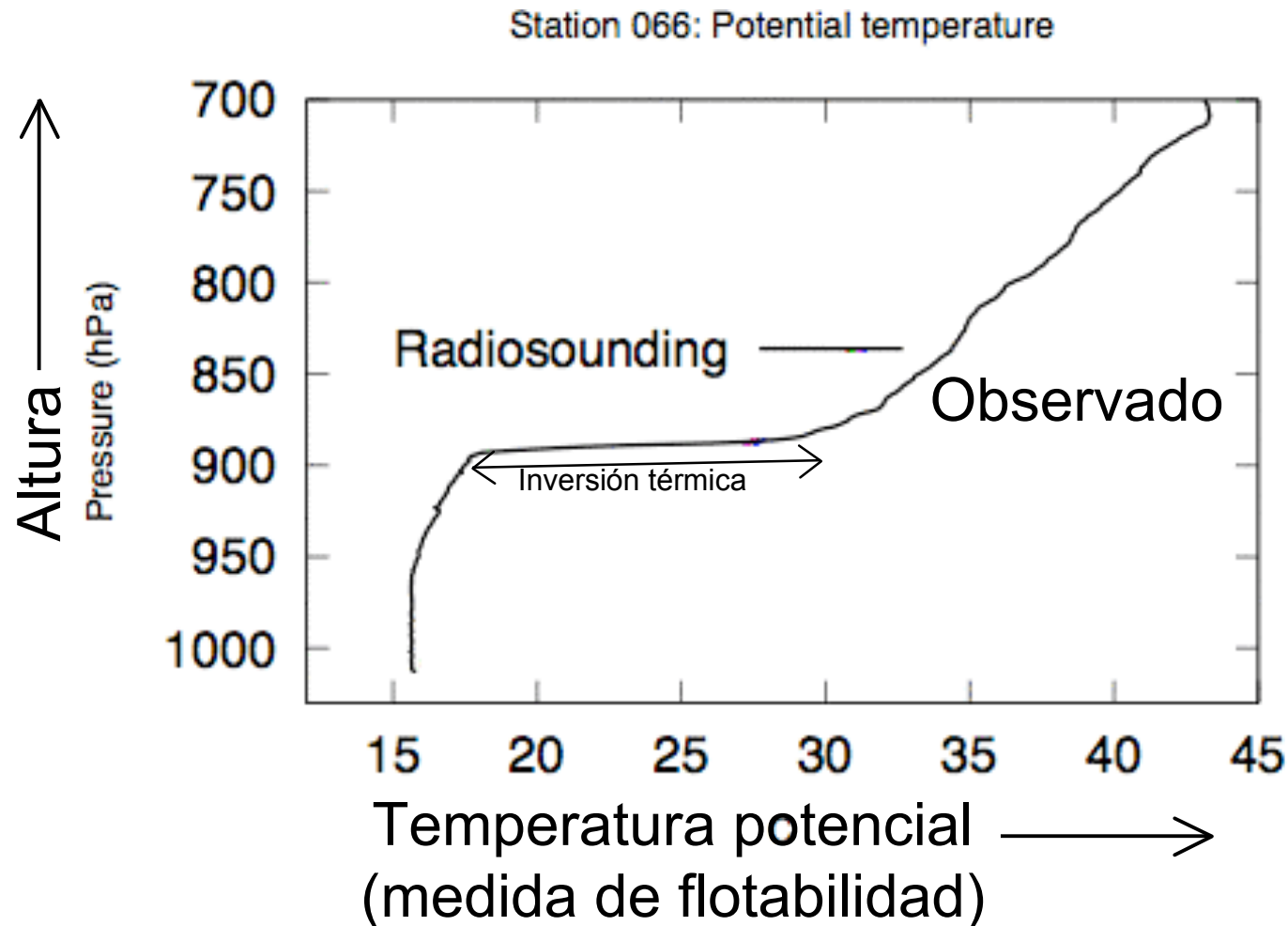
Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú

Investigación en Prevención de Desastres Naturales

Ejemplo 1 (cont.): Validación de modelos de alta resolución

Inversión térmica sobre el mar (Proyecto VOCALS)





PERÚ

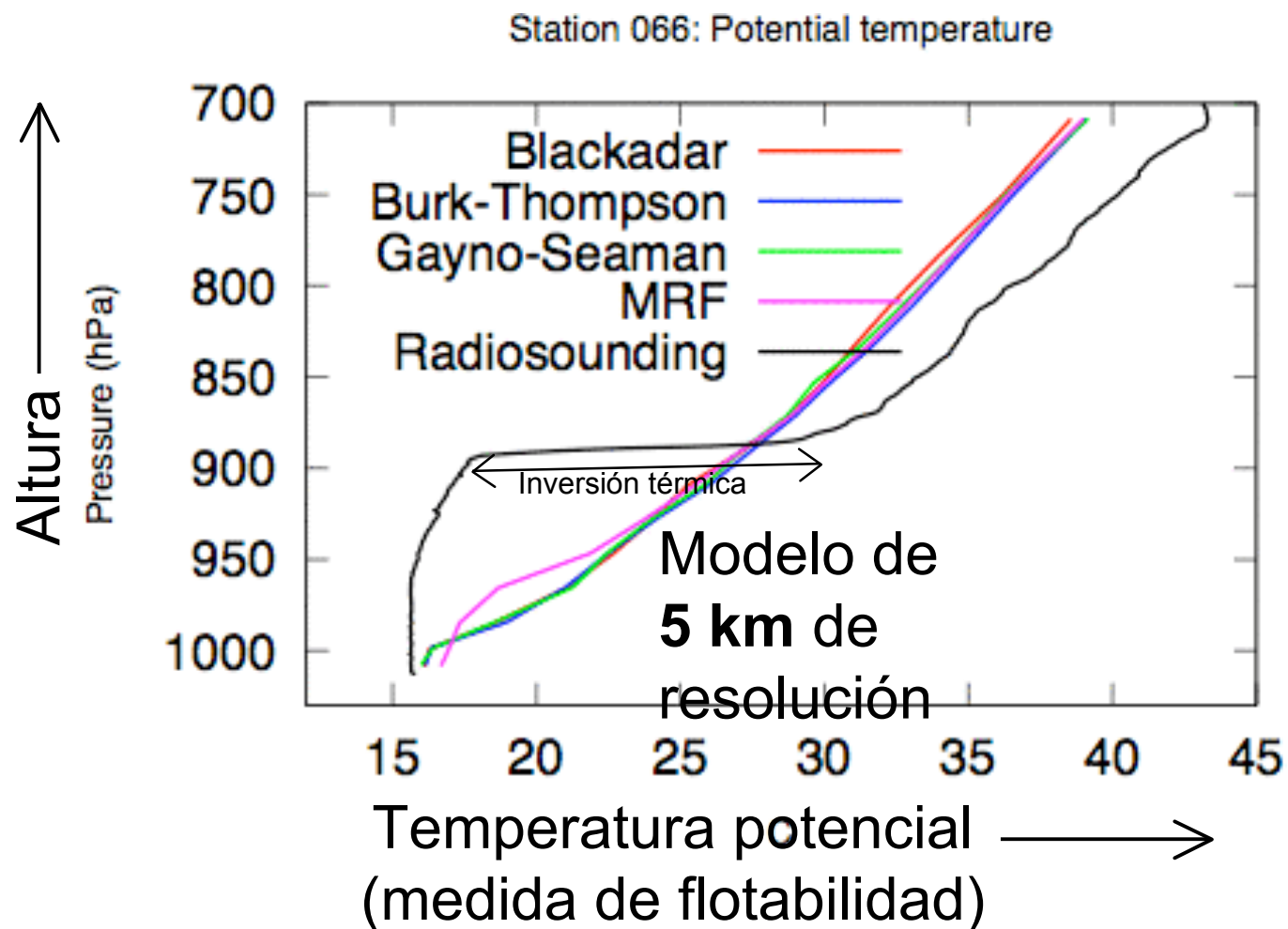
Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú

Investigación en Prevención de Desastres Naturales

Ejemplo 1 (cont.): Validación de modelos de alta resolución

Inversión térmica sobre el mar (Proyecto VOCALS)



Es necesario validar los modelos usados y entender los procesos físicos relevantes.

Ambas actividades están íntimamente relacionadas



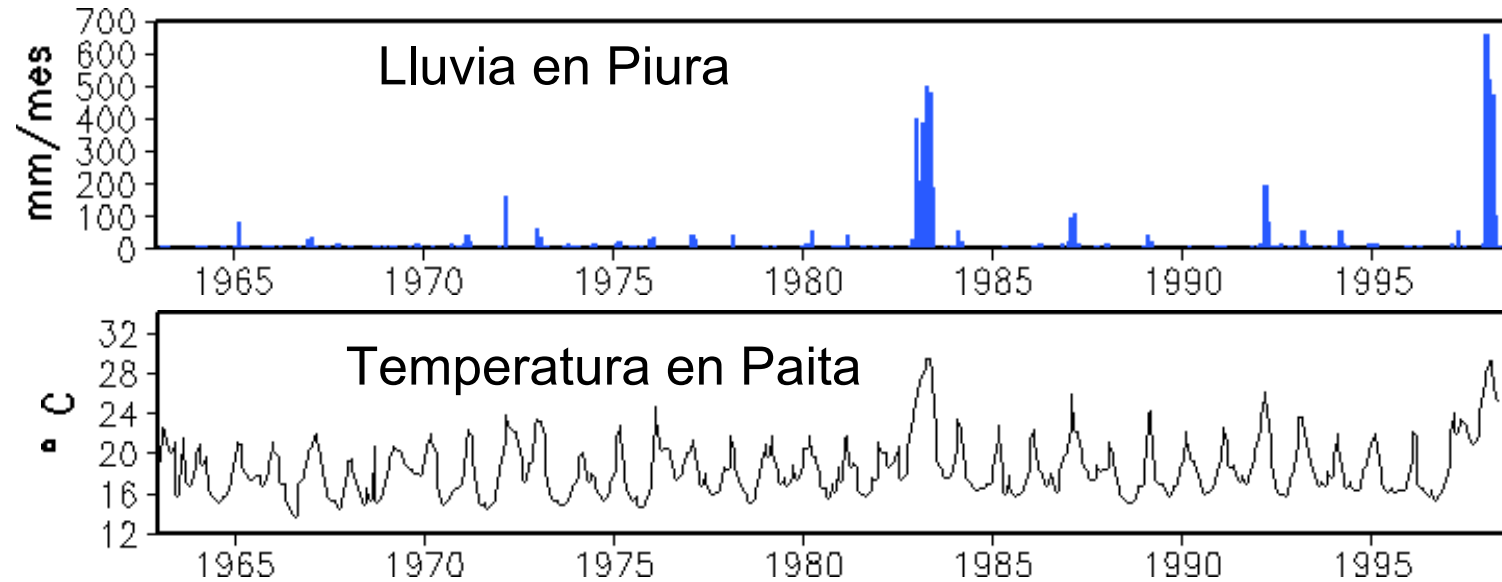
PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú

Investigación en Prevención de Desastres Naturales

Ejemplo 2: ¿Es “El Niño” un análogo útil del futuro?





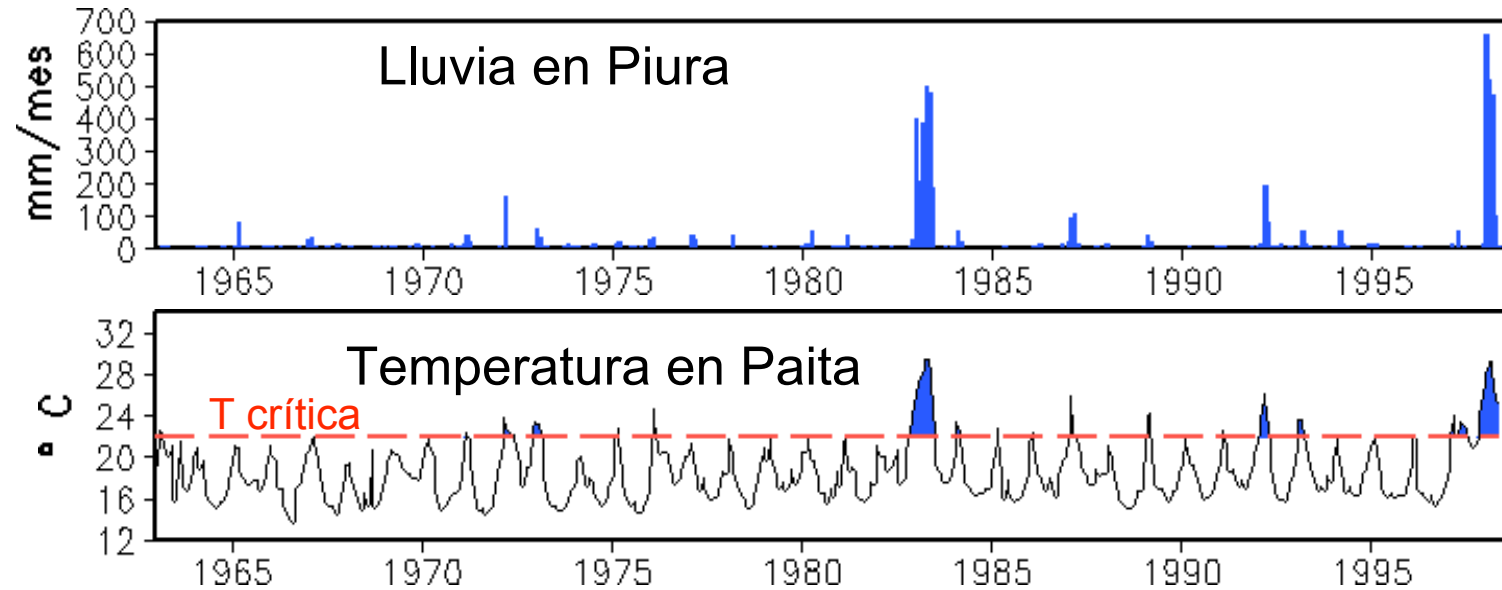
PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú

Investigación en Prevención de Desastres Naturales

Ejemplo 2: ¿Es “El Niño” un análogo útil del futuro?





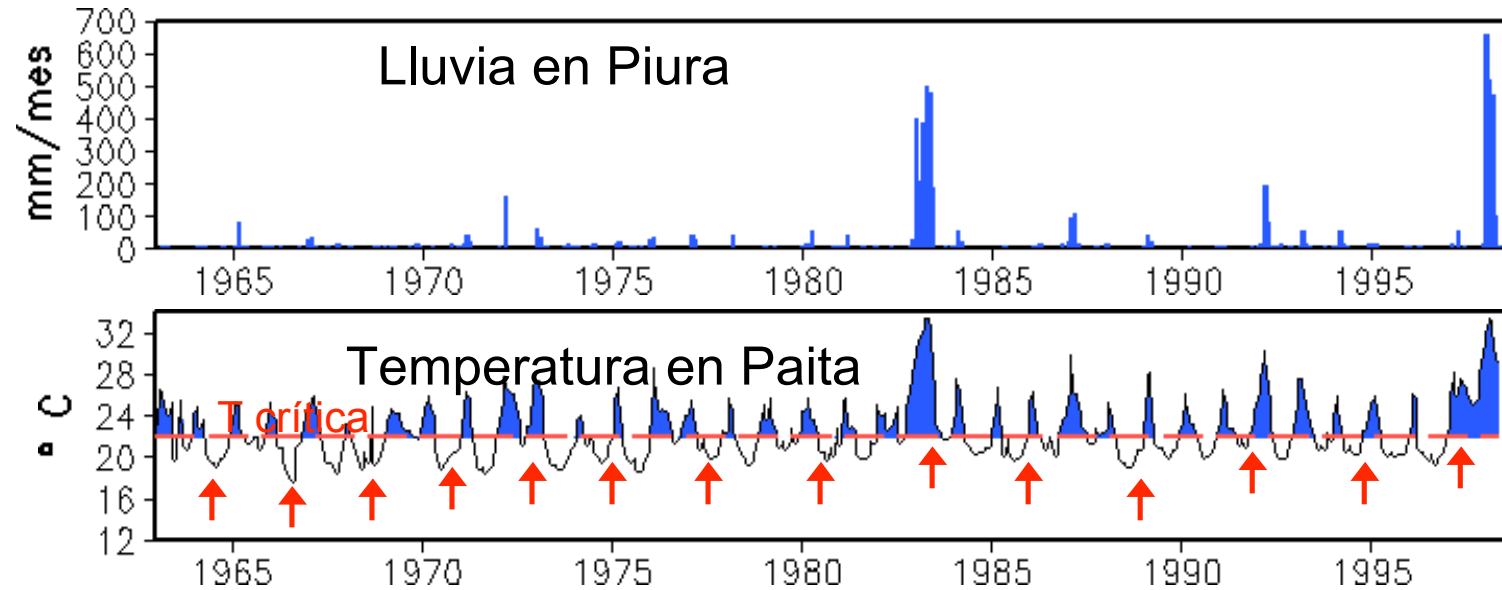
PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú

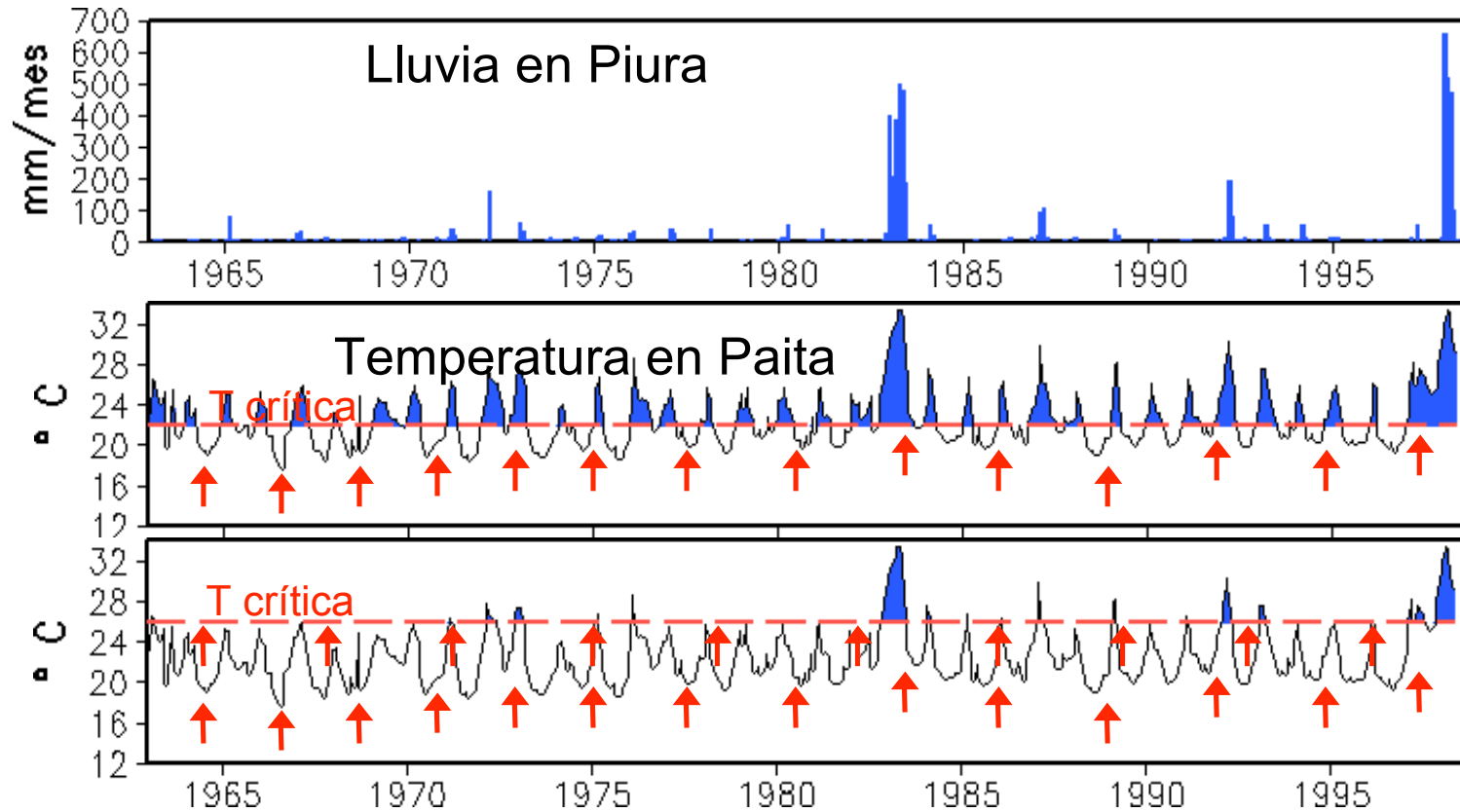
Investigación en Prevención de Desastres Naturales

Ejemplo 2: ¿Es “El Niño” un análogo útil del futuro?





Ejemplo 2: ¿Es “El Niño” un análogo útil del futuro?



Si la $T_{crítica}$ aumentara más que la temperatura del mar, llovería *menos* en Piura.

¿Qué controla la temperatura crítica?



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Investigación en Prevención
de Desastres Naturales

Una evaluación personal del estado del conocimiento referido a escenarios climáticos en el Perú

	Nivel
Incertidumbres	No se reportan, pero probablemente altas
Nivel de entendimiento científico	Bajo



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Investigación en Prevención
de Desastres Naturales

¿Qué necesitamos hacer? (1)

Científicos: Cuantificar los niveles de incertidumbre en sus resultados (escenarios, tendencias, etc.)

Usuarios: Exigir lo anterior y buscar la manera de trabajar con información incierta.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Investigación en Prevención
de Desastres Naturales

¿Qué necesitamos hacer? (2)

Científicos: Cultivar la investigación científica. Esto implica ser escépticos y críticos, especialmente de sus propias ideas y resultados. Siempre validar, comparar, buscar explicaciones y ser pacientes y perseverantes.

Usuarios: Ser escépticos de los científicos que no lo sean. Respetar lo que el científico indique sobre lo que se puede o no hacer.

Gobierno y agencias de financiamiento: Dar prioridad a la investigación básica como base para los estudios de cambio climático.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Investigación en Prevención
de Desastres Naturales

“La ciencia es una forma de tratar de no engañarnos a nosotros mismos. El principio fundamental es no engañarse a uno mismo, y uno es el más fácil de engañar”.

R. Feynman (1964)

ktakahashi@geo.igp.gob.pe

<http://www.met.igp.gob.pe>

(Esta presentación en personal/ktakahashi)