



Il rapporto del *Primo Gruppo di Lavoro (WGI)* dell'AR5 (5° Rapporto di Valutazione) dell'IPCC

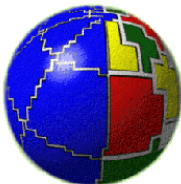
Sergio Castellari

Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC)

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

Focal Point Nazionale dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

E-mail: sergio.castellari@bo.ingv.it



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



cmcc
Centro Euro-Mediterraneo
sui Cambiamenti Climatici

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)



- L' IPCC è stato istituito dalle Nazioni Unite (**UNEP** e **WMO**) nel 1988 in seguito alla crescente richiesta da parte dei Paesi di tutto il mondo di **comprendere meglio le sfide scientifiche e politiche poste dai cambiamenti climatici**.
- La missione dell' IPCC è di redigere e aggiornare le stime della scienza, e anche di funzionare come **interfaccia tra la scienza e i decisori politici**.
- L' IPCC è completamente indipendente dall' UNFCCC
- L' UNFCCC utilizza le informazioni prodotte dall' IPCC per supportare le sue deliberazioni negli accordi internazionali.

IPCC WGI AR5

- Oggi, 27 settembre l' IPCC ha pubblicato on-line la prima parte del suo ultimo rapporto sulle basi fisiche dei cambiamenti climatici.
- E' disponibile il ***Riassunto per i Decisori Politici*** e lunedì 30 settembre sarà disponibile l'intero **Volume del Rapporto WGI** (Riassunto Tecnico, 14 capitoli e vari allegati) sul sito: <http://www.climatechange2013.org/>
- Questo primo rapporto è seguito da altri 3 rapporti: **WGII** (impatti, vulnerabilità e adattamento), **WGIII** (mitigazione dei cambiamenti climatici) e una **Sintesi** di tutti i tre precedenti volumi.
- Il rapporto è soggetto a un rigoroso processo di revisione da parte di esperti e Governi di tutto il Mondo, il che lo rende la fonte di informazioni più autorevole sui rischi posti dai cambiamenti climatici e sulle possibilità di ridurre tali rischi.

Novità dell'WGI – AR5:

- L' evidenza scientifica degli effetti antropogenici sul sistema climatico si è andata consolidando negli ultimi anni. Una descrizione più “robusta” dei vari aspetti dei cambiamenti climatici.
- **Più vasta serie di evidenze osservative** accompagnata da una **migliore analisi delle incertezze** insite in queste misure.
- **Analisi più approfondita – effetto di nuvole, aerosol, radiazioni cosmiche, monsoni e El Nino/La Nina** sui cambiamenti climatici.
- **Numero maggiore di simulazioni numeriche** prodotte da una **nuova generazione di modelli climatici più avanzati** (*Earth System Models*).
- **Set di proiezioni climatiche** sia **a corto termine (2016-2035)** che a **lungo termine (2086-2100)**.
- **Atlante delle Proiezioni Climatiche Globali e Regionali.**

Concetti chiave:

“Clima”:

L'insieme delle condizioni meteorologiche o ambientali che caratterizzano una regione geografica e vengono definite in termini di **proprietà statistiche** (es.: valore medio della T in una regione o oppure l'intervallo tipico in cui la T può variare).

“Cambiamenti Climatici”:

“Variazione **significativa statisticamente** dello **stato medio** del clima o della sua **variabilità**, persistente per un periodo esteso (tipicamente **decenni o di più**).”

IMPORTANTE !

Quindi, un cambiamento climatico implica una **VARIAZIONE DELLE PROPRIETA' STATISTICHE** e non può essere associato in maniera diretta a un evento singolo.

Non ha senso la domanda:

“L' alluvione in un dato luogo e giorno è causata dai cambiamenti climatici?”

Ha invece senso la domanda:

“I cambiamenti climatici possono comportare una aumentata probabilità che si verifichino fenomeni alluvionali in una determinata regione?”

Trattamento delle incertezze:

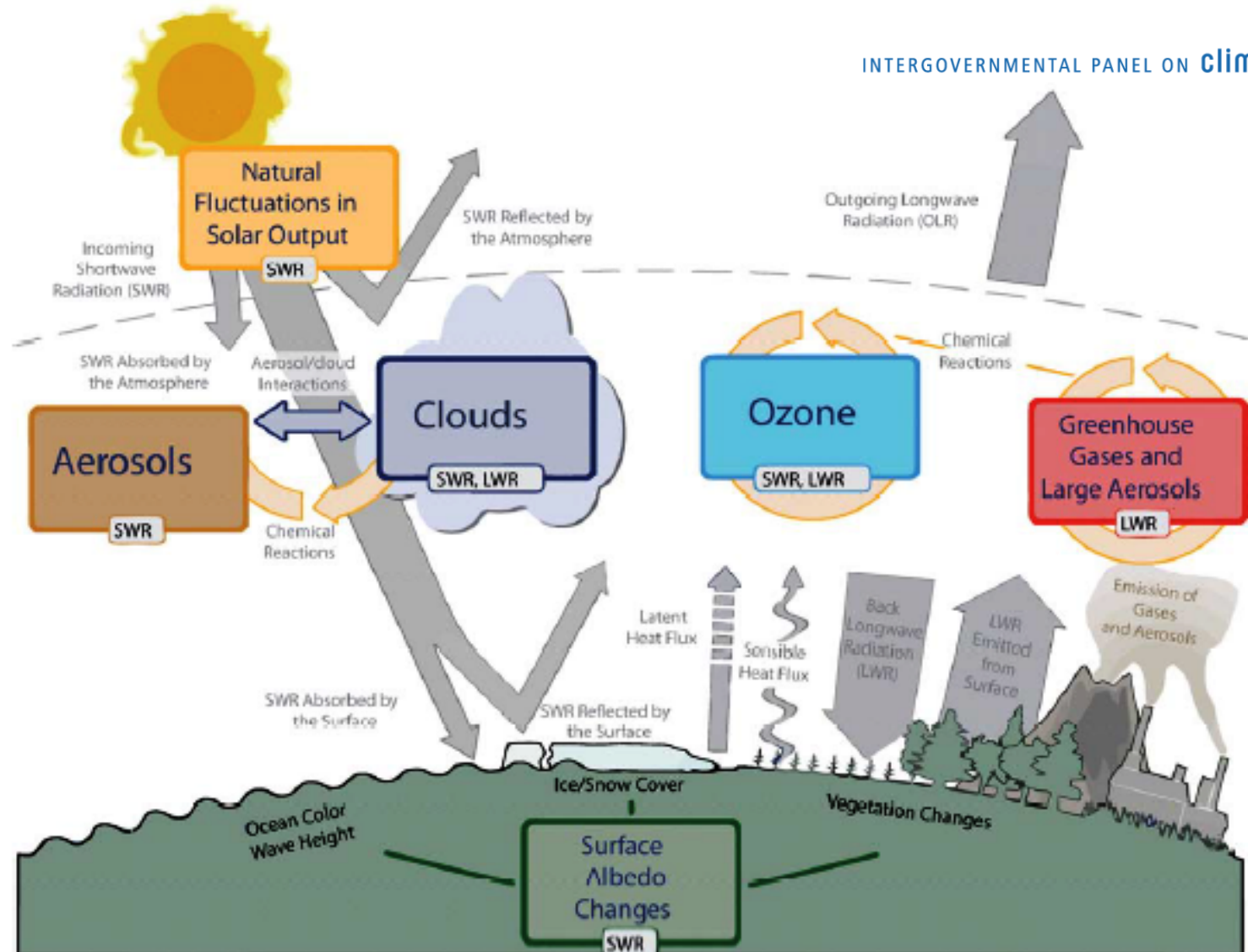
- una valutazione delle **incertezze scientifiche**.
- procedure aggiornate dopo AR4
- per la prima volta, tutti i rapporti dell' AR5 applicano i medesimi **due approcci** per comunicare il grado di certezza:
 - **“confidenza” – valutazione qualitativa** - indicazione della disponibilità delle evidenze e del livello di accordo nella letteratura e nella comunità scientifica. (*molto basso, basso, medio, alto e molto alto*) - basato sul livello di evidenze (*robusto, medio e limitato*) sull' accordo nella comunità scientifica (*alto, medio e basso*).
 - **“probabilità” - valutazione quantitativa** - una analisi statistica delle osservazioni e dei risultati dei modelli o tramite una valutazioni di esperti.

Termine:	Livello di probabilità:
Virtualmente certo (<i>Virtual certain</i>)	Probabilità al 99-100%
Estremamente probabile (<i>Extremely likely</i>)	Probabilità al 95-100%
Molto probabile (<i>Very likely</i>)	Probabilità 90-100%
Probabile (<i>Likely</i>)	Probabilità 66-100%
Più probabile che non (<i>More likely than not</i>)	Probabilità – >50-100%
Tra probabile e improbabile (<i>About as likely as not</i>)	Probabilità 33 to 66%
Improbabile (<i>Unlikely</i>)	Probabilità 0-33%
Molto improbabile (<i>Very unlikely</i>)	Probabilità 0-10%
Estremamente improbabile (<i>Extremely unlikely</i>)	Probabilità al 0-5%
Eccezionalmente improbabile (<i>Exceptionally unlikely</i>)	Probabilità 0-1%

I driver del cambiamento climatico:

ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change



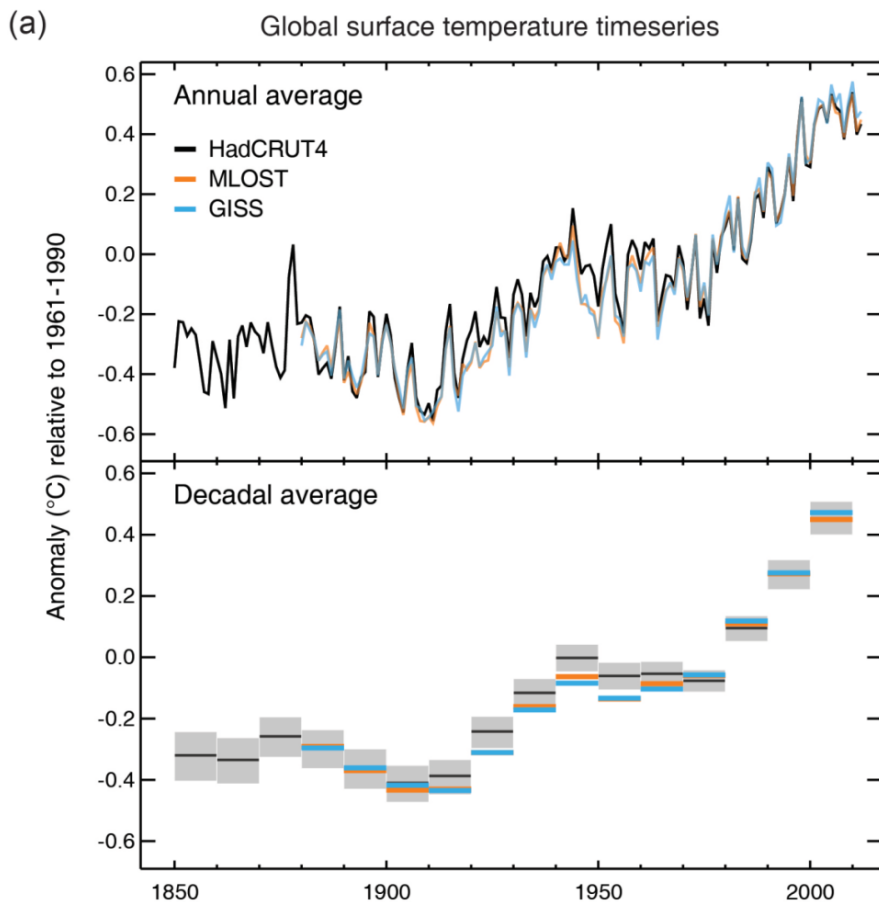
Indicatori del cambiamento climatico: osservazioni

1850 – 2012:

temperatura media globale superficiale (T_{mgs})

Aumento della T_{mgs} (°C):

- - *trend lineare* –
0,85°C nel periodo 1880–2012
- - *aumento totale* –
0,78°C dal 1850-1900 al 2003-2012:
- **0.12°C/decennio** in 1951–2012
- Le tendenze su periodi brevi (ultimi 15 anni :1998-2012) sono statisticamente non significative.
- 0.05°C/decennio in 1998-2012
- Ultimi tre decenni sono stati i più caldi dal 1850,
- L'ultimo decennio è stato il più caldo

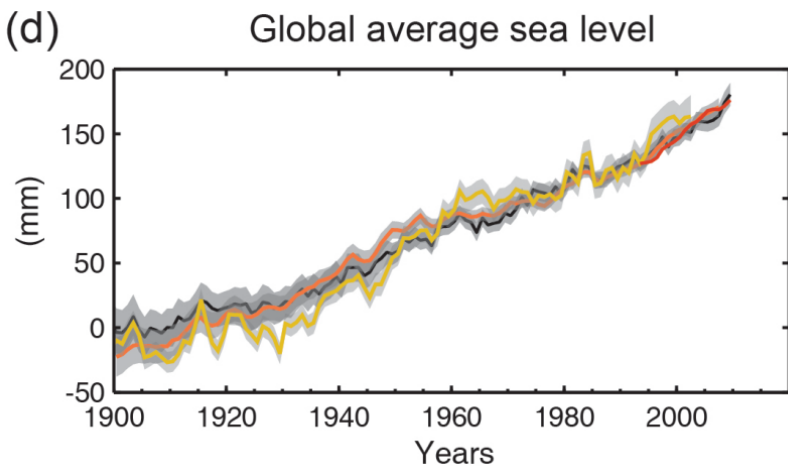


ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

Altri indicatori del cambiamento climatico:

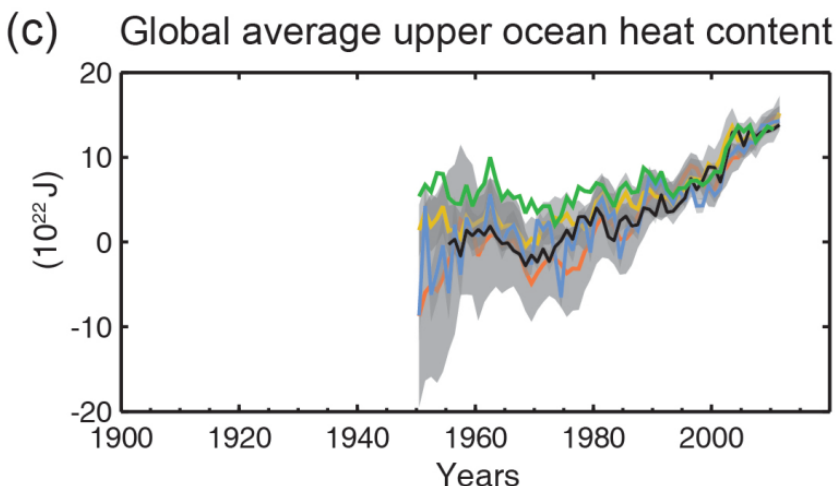
livello medio globale marino



Livello globale medio del mare:

- Dal 1901 al 2010 è cresciuto di **0.19m**.
- Il tasso di innalzamento del livello globale medio marino ha accelerato negli ultimi due secoli.
- Il tasso medio di innalzamento del livello globale medio marino è:
 - **1.7mm/anno** nel periodo 1901-2010
 - **3.2mm/anno** nel periodo 1993-2010.

quantità di calore negli oceani

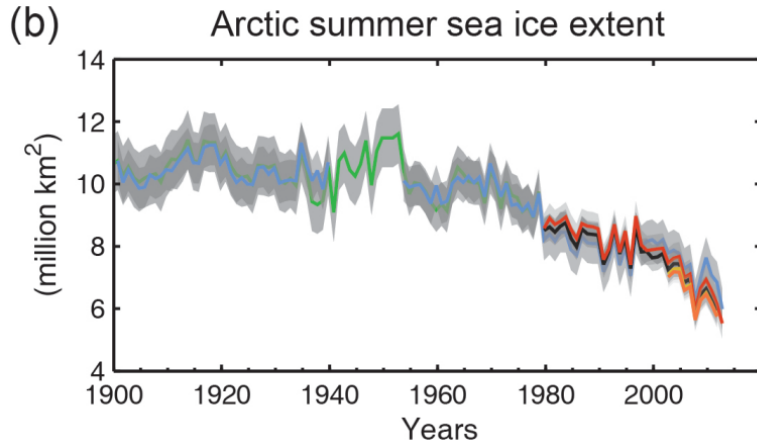


Oceani:

- L'oceano superficiale (0–700 m) si è riscaldato durante gli ultimi decenni.
- Dal 1971 al 2010 Il riscaldamento oceanico supera **0.11°C/decennio** nei primi 75m.

Altri indicatori del cambiamento climatico:

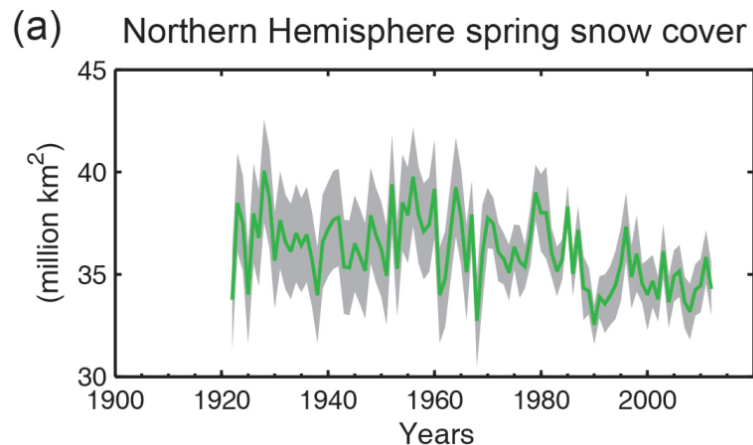
estensione di banchisa artica in estate



Banchisa artica:

- Dal 1970 al 2012 l'estensione annuale media della banchisa artica (ghiaccio marino) è diminuita di **3.5 - 4.1% per decennio**.
- Questa diminuzione è evidente in tutte le stagioni.

copertura nevosa

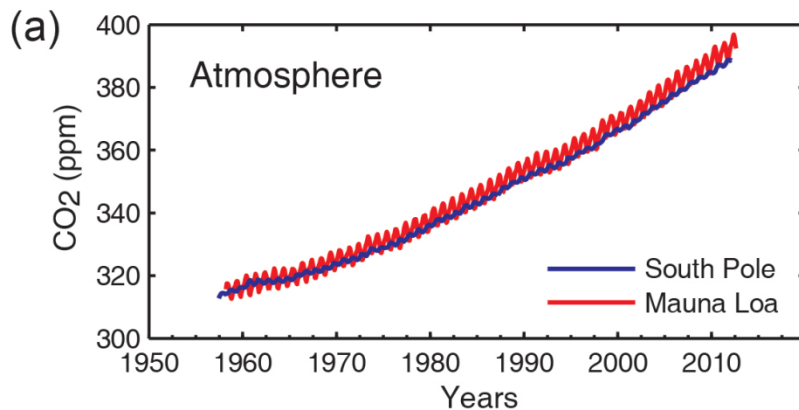


Copertura nevosa:

- Da metà del secolo scorso nell'emisfero nord.
- Dal 1967 al 2012 il valore medio dell'estensione della copertura nevosa è diminuito di:
 - **1,6% per decennio** in **marzo-aprile**
 - **11,7% per decennio** in **giugno**.

Altri indicatori del cambiamento climatico:

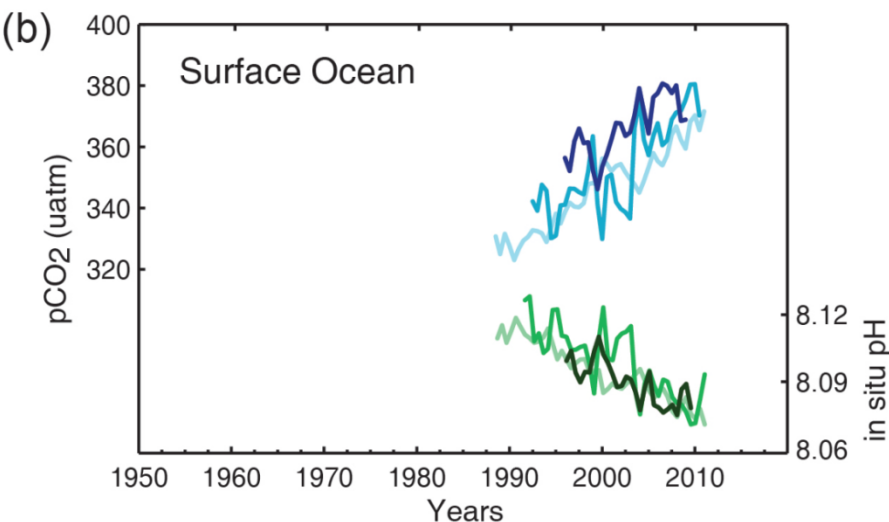
Conc. Atm. CO₂:



CO₂ e altri gas serra:

- Conc. Atm. CO₂ è aumentata di oltre il **20%** dal 1958 e di circa **40%** dal 1750.
- Le attuali conc. atm. di CO₂, metano (CH₄), protossido di azoto (N₂O) sono maggiori di quelle registrate nei carotaggi di ghiaccio **negli ultimi 800000 anni.**

CO₂ negli oceani e pH



Più CO₂ negli oceani:

- Il pH superficiale marino è diminuito di **0,1** dall'inizio dell'era industriale
- aumento del **26% nell'acidificazione oceanica.**

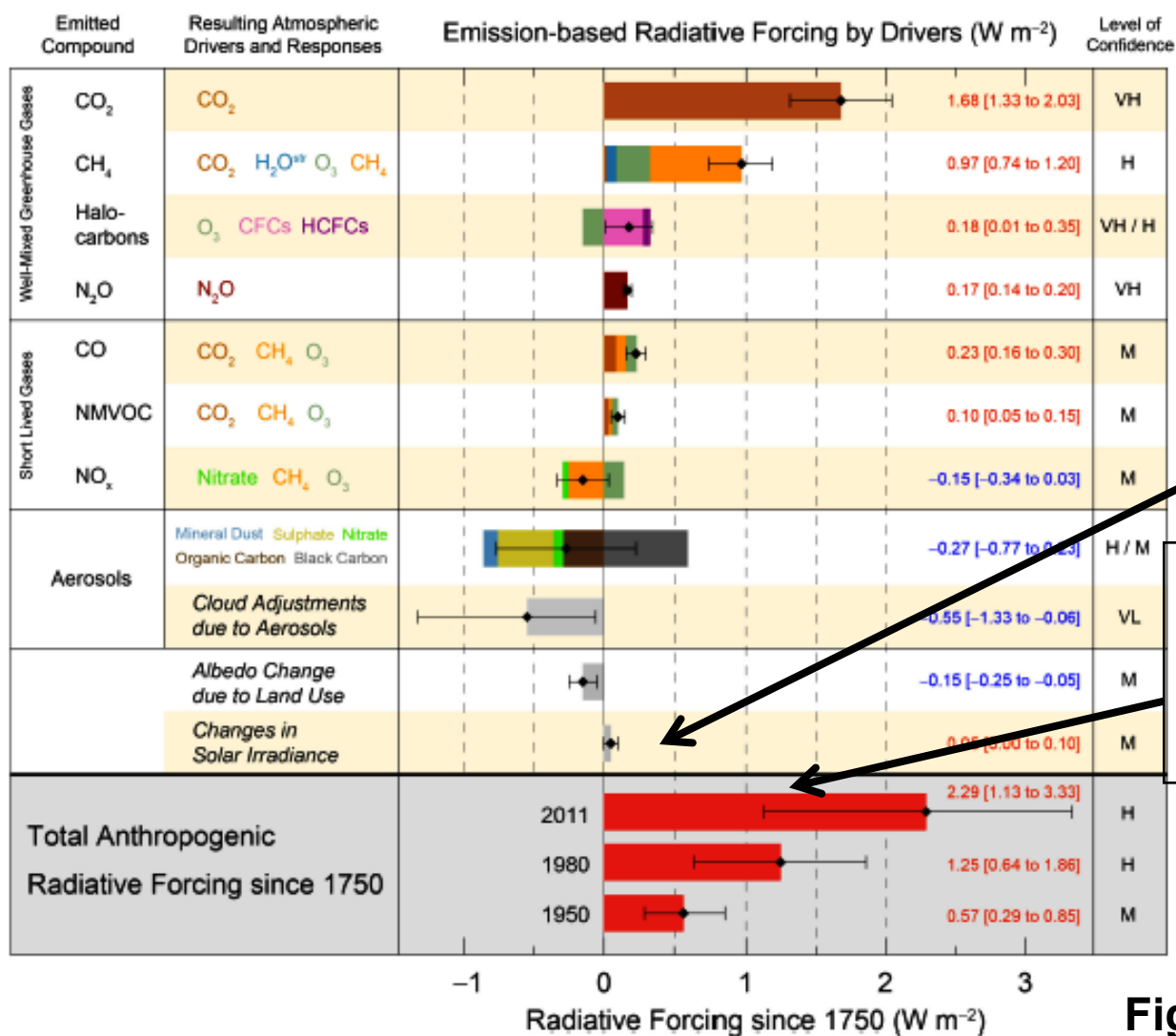
una più solida valutazione degli effetti antropogenici

Forzante radiativo (W m^{-2}):

misura dell'influenza di un fattore (ad esempio l'aumento della CO_2 nell'atmosfera) nell'alterazione del bilancio tra energia entrante e energia uscente nel sistema terra-atmosfera.

Un forzante positivo riscalda la superficie terrestre, uno **negativo** la raffredda.

E' **“estremamente probabile”** (probabilità al 95-100%)
che l'attività antropogenica **sia la causa dominante**
del riscaldamento osservato fin dalla metà del XX



Forzante radiativo globale e annual al 2011 rispetto al 1750

Sun RF: 0.05 W/m²

Total anth. RF: 2.3 W/m²

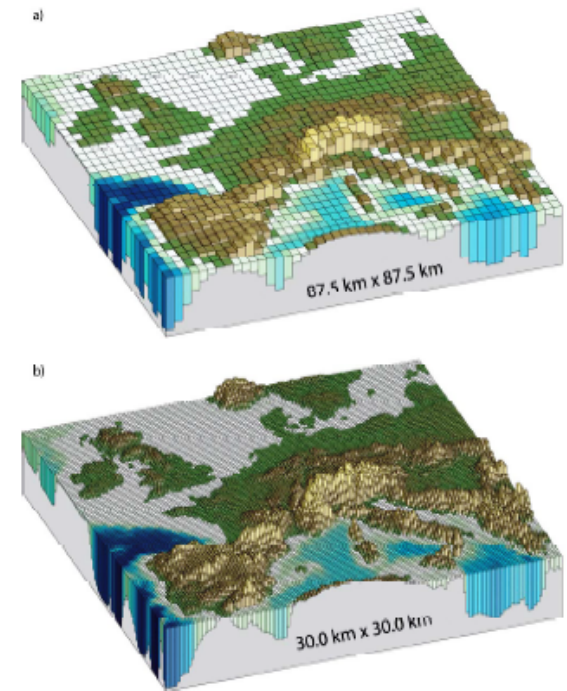
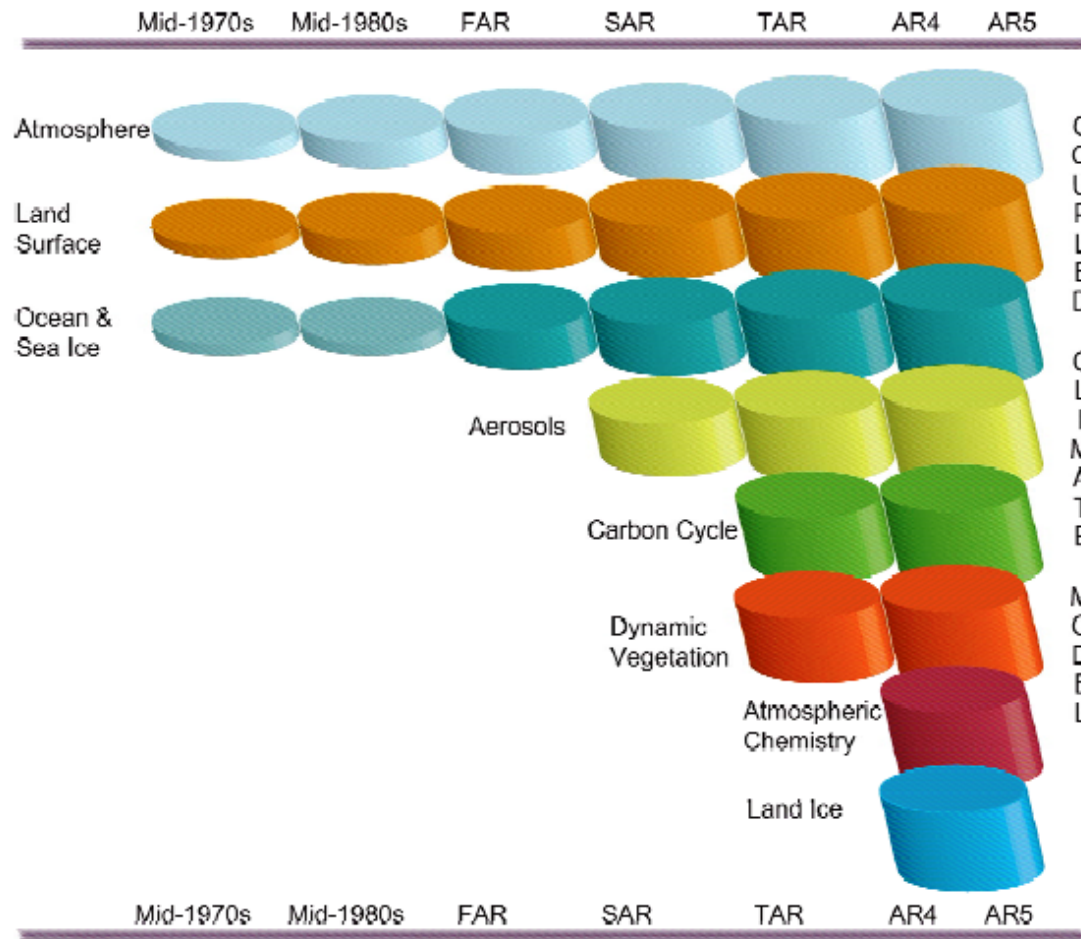
44% higher of AR4 for the year 2005.

Figure SPM.5

Il clima futuro:

Modelli climatici, scenari climatici

Negli ultimi 35 anni i modelli climatici sono migliorati



Modelli più realistici

Modelli con risoluzione orizzontale maggiore

AR5: nuovi modelli e nuovi scenari

- Un nuovo set di scenari: **Representative Concentration Pathways (RCPs)**,
- **4 nuovi scenari**: RCP identificati dal forzante radiativo che hanno nell'anno 2100:
 - **RCP2.6**: 2.6 W m^{-2} (il RF raggiunge un picco e poi cala - un forte scenario di mitigazione)
 - **RCP4.5**: 4.5 W m^{-2} (il RF si stabilizza al 2100)
 - **RCP6.5**: 6.5 W m^{-2}
 - **RCP8.5**: 8.5 W m^{-2}
- *Differenza dall'AR4*: questi scenari possono includere possibili politiche di riduzione delle emissioni

AR5: nuovi modelli e nuovi scenari

- **Nuovi e più modelli** (42, quasi il doppio rispetto all'AR4).
- Le simulazioni climatiche sono state fatte nell'ambito del **Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5)** del **World Climate Research Programme (WCRP)**.
- Le simulazioni con modelli sono effettuate con profili di conc. di CO₂ che raggiungono entro il 2100:
 - 1) 421 ppm (RCP2.6),
 - 2) 538 ppm (RCP4.5),
 - 3) 670 ppm (RCP6.0),
 - 4) 936 ppm (RCP 8.5)

Migliori e più modelli:

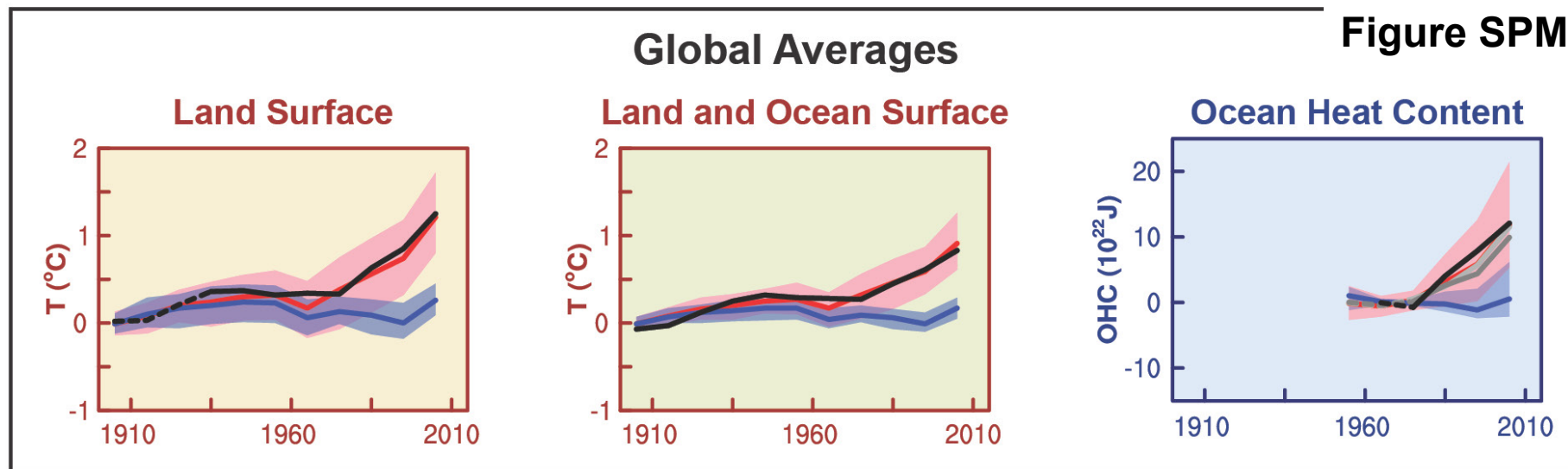
da 24 modelli (CMIP3) a 41 modelli (CMIP5)

	Model name		AOGCM				ESM				
			Atmos	Land Surface	Ocean	Sea-Ice	FC	Aerosol	Atmos Chem	Land Carbon	Ocean BGC
CMIP5	ACCESS1.0, ACCESS1.3	Australia									
	BCC-CSM1.1, BCC-CSM1.1(m)	China									
	BNU-ESM	China									
	CanESM1	Canada									
	CanESM2	Canada									
	CCSM4										
	CESM1 (BGC)										
	CESM1 (WACCM)	USA	HT								
	CESM1 (FASSTCHEM)										
	CESM1 (CAMS)										
	CESM1 (CAMS1-FV2)	USA									
	CMCC-CM, CMCC-CMS	Italy	HT								
	CMCC-ESM		HI								
	CNRM-CM5	France									
	CSIRO-Mk3.6.0	Australia									
	EC-EARTH	Europe									
	FGOALS-g2	China									
	FGOALS-s2										
	FIO-ESM v1.0	China									
	GFDL-ESM2M, GFDL-ESM2G										
	GFDL-CM2.1	USA									
	GFDL-CM3		HT								
	GISS-E2-R, GISS-E2-H	USA	HT								
	GISS-E2-R-CC, GISS-E2-H-CC	USA	HT								
	HadGEM2-ES										
	HadGEM2-CC	UK	HT								
	HadCM3										
	HadGEM2-AO	Korea									
	INM-CM4	Russia									
	IPSL-CM5A-LR / -CM5A-MR / -CM5B-LR	France	HT								
	MIROC4h, MIROC5		HT								
	MIROC-ESM	Japan	HT								
	MIROC-ESM-CHEM		HT								
	MPI-ESM-LR / -ESM-MR / -ESM-P	Germany	HT								
	MRI-ESM1	Japan	HT								
	MRI-CGCM3		HT								
	NCEP-CFSv2	USA									
	NorESM1-M	Norway									
	NorESM1-ME										
AMIP	GFDL-HIRAM C180 / -HIRAM C360	USA									
	MRI-AGCM3.2S / -AGCM3.2H	Japan									

- Un modello italiano:
- *CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici)*

Conferma delle cause:

Figure SPM.6



≡ Observations

■ Models using only natural forcings

■ Models using both natural and anthropogenic

Rifatto l'esperimento fondamentale con più modelli e migliori modelli.

TEMP:

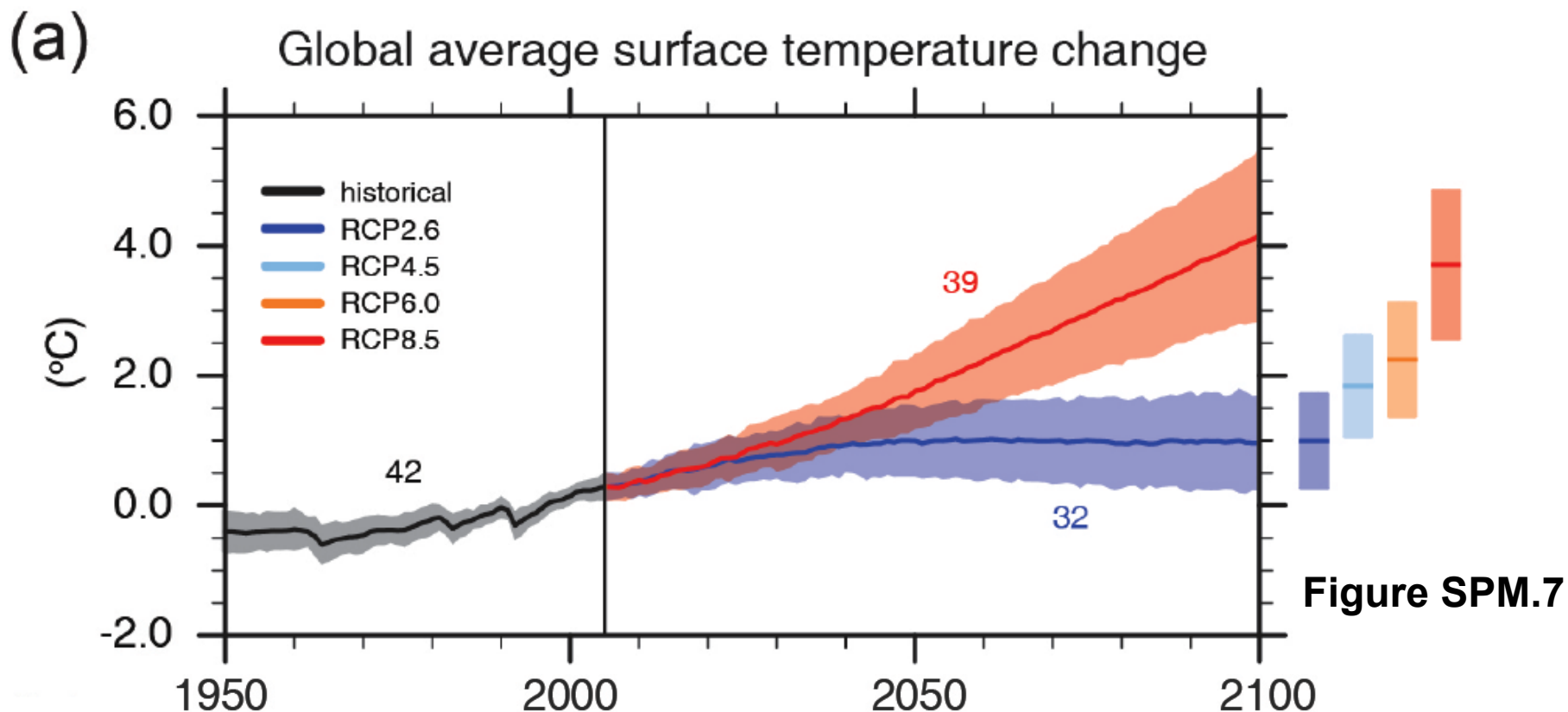
- 52 simulazioni con 17 modelli (solo variabilità naturale)
- 147 simulazioni con 44 modelli (variabilità naturale + antropogenica)

OCEAN HEAT CONTENT:

- 10 simulazioni da 10 modelli (solo variabilità naturale)
- 13 simulazioni da 13 modelli (variabilità naturale + antropogenica)

1950 – 2100: il clima futuro?

Quanto può crescere la T_{MGS} rispetto al periodo attuale (1986–2005)



Dal 1850–1900 al 1986–2005: aumento di T_{mgs} 0.61°C .

1950 – 2100: il clima futuro?

Quanto può crescere la T_{MGS} rispetto
al periodo attuale (1986–2005)

**Anche solo un aumento globale di circa
1°C in 100 anni è preoccupante.**

Variable	Scenario			2081–2100	
		mean	likely range ^c	mean	likely range ^c
Global Mean Surface Temperature Change (°C) ^a	RCP2.6	1.0	0.4 to 1.6	1.0	0.3 to 1.7
	RCP4.5	1.4	0.9 to 2.0	1.8	1.1 to 2.6
	RCP6.0	1.3	0.8 to 1.8	2.2	1.4 to 3.1
	RCP8.5	2.0	1.4 to 2.6	3.7	2.6 to 4.8

Entro la fine del nostro secolo la T_{MSG} probabilmente
sarà almeno **1.5°C** oltre il livello preindustriale.

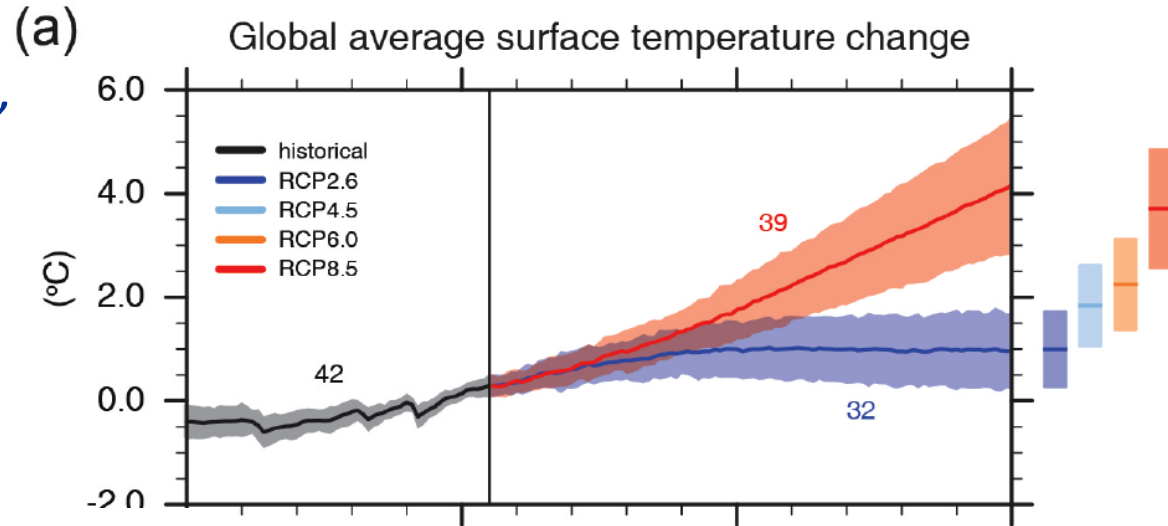
Senza misure significative di mitigazione,
la T_{MGS} potrebbe crescere nel range di **2°C - 4°C**.

Le proiezioni climatiche AR5 confermano quelle del AR4 (2007)

Figura SPM.6 (SPM WGI AR5, 2013)

Aumento di Tmgs rispetto al periodo attuale (media 1986–2005)

Range: 1 – 3.7 °C



MULTI-MODEL AVERAGES AND ASSESSED RANGES FOR SURFACE WARMING

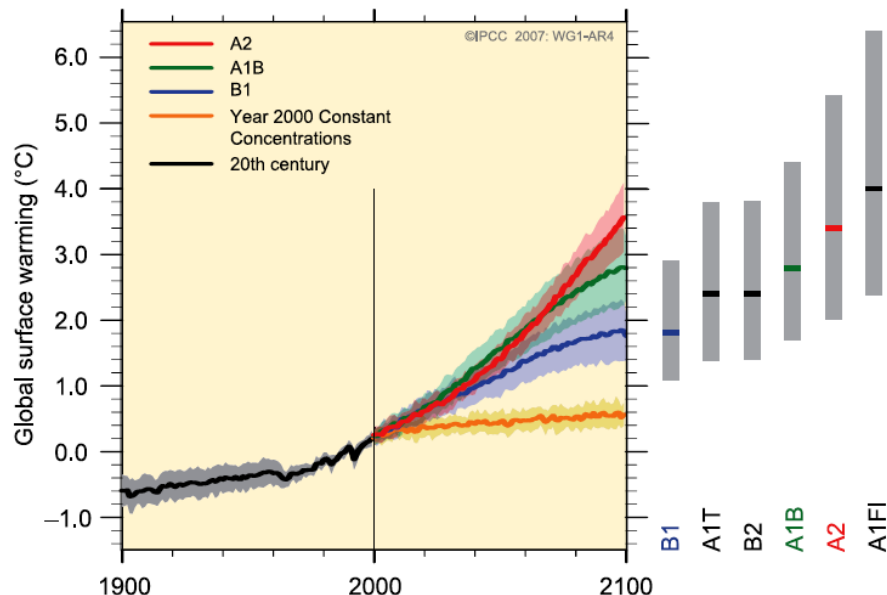


Figura SPM.5 (SPM WGI AR4, 2007)

Aumento di Tmgs rispetto al periodo attuale (media 1980–1999)

Range: 1,8 – 4 °C

2100: la **temperatura superficiale** (2 scenari)

Figure SPM.8

1 – 1,5 °C Aumento

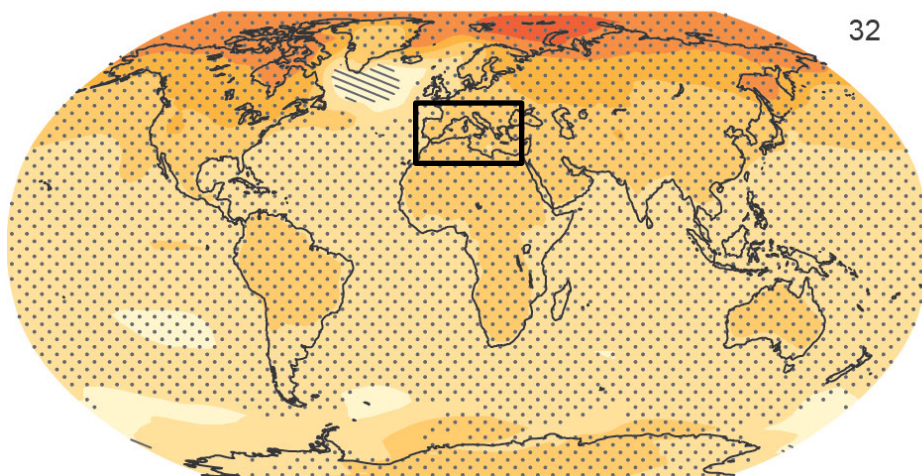


4 – 7 °C Aumento

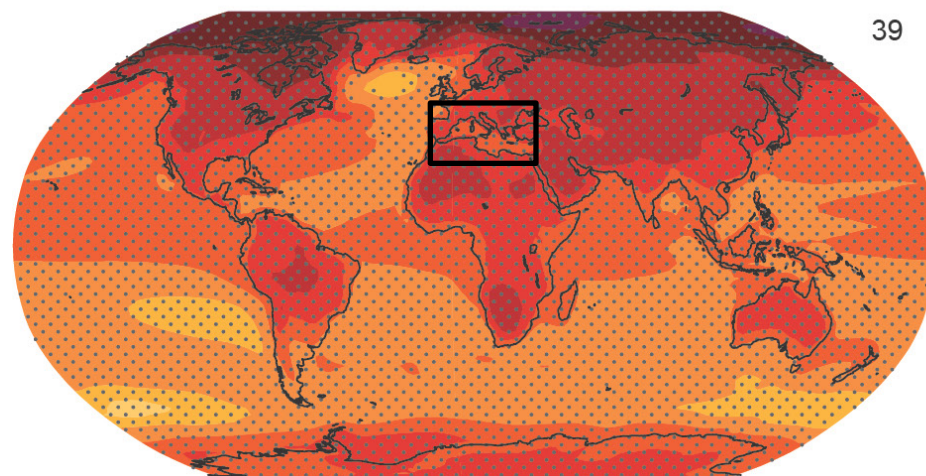


(a)

Change in average surface temperature (1986–2005 to 2081–2100)



32



39



(°C)

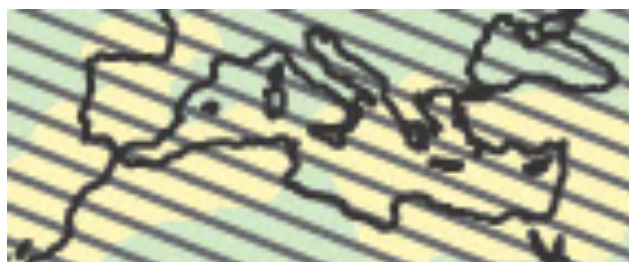
2100: la **precipitazione media** (2 scenari)

Figure SPM.8

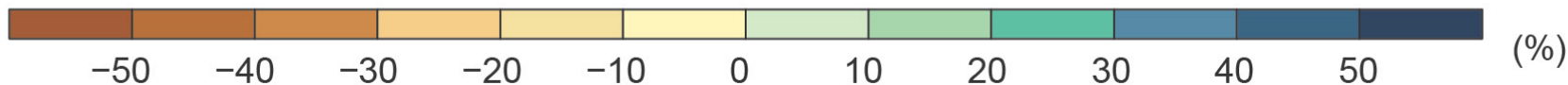
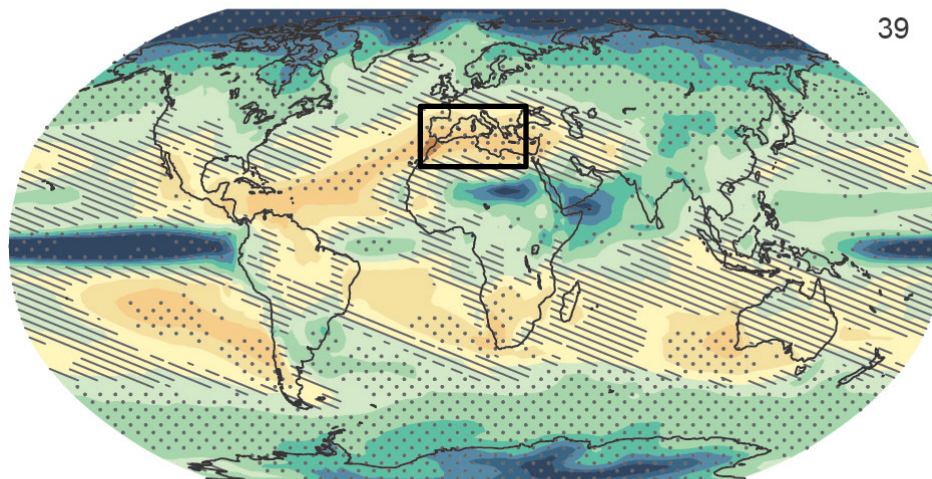
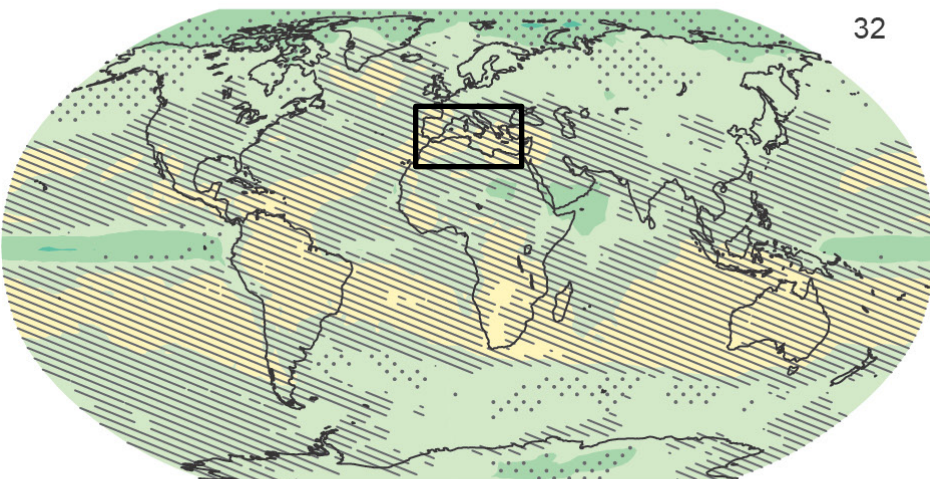
10% riduzione

10-20% riduzione

(b)



precipitation (1986



1950 – 2100: il clima futuro?

Quanto può crescere il **livello medio marino** rispetto al periodo attuale (1986–2005)

Variable	Scenario	2046–2065		2081–2100	
		mean	<i>likely range</i> ^c	mean	<i>likely range</i> ^c
Global Mean Sea Level Rise (m) ^b		mean	<i>likely range</i> ^d	mean	<i>likely range</i> ^d
	RCP2.6	0.24	0.17 to 0.32	0.40	0.26 to 0.55
	RCP4.5	0.26	0.19 to 0.33	0.47	0.32 to 0.63
	RCP6.0	0.25	0.18 to 0.32	0.48	0.33 to 0.63
	RCP8.5	0.30	0.22 to 0.38	0.63	0.45 to 0.82

1950 – 2100: il clima futuro?

Quanto può diminuire la banchisa artica in estate

Figure SPM.7

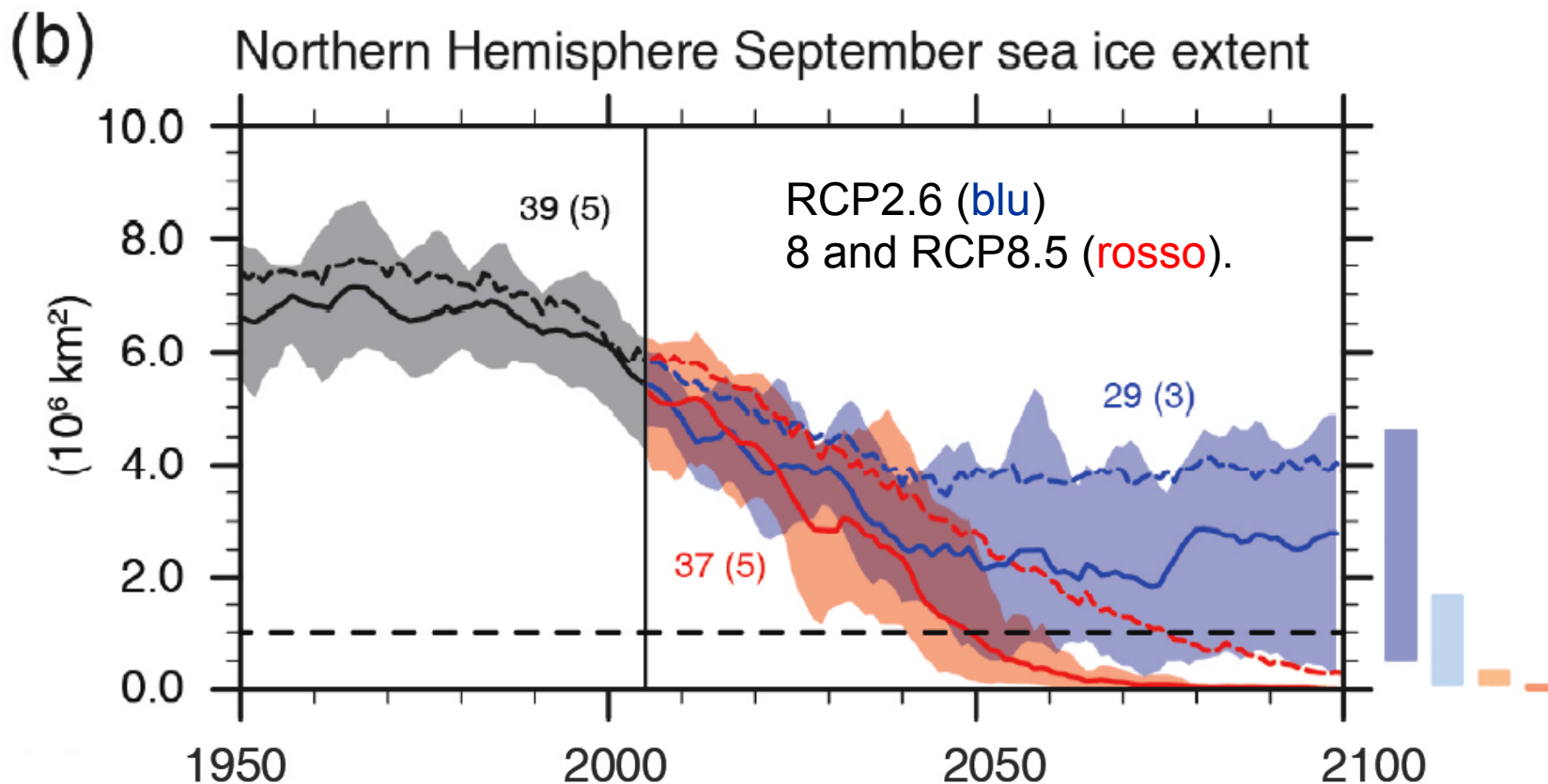


Figure SPM.6

1950 – 2100: il clima futuro?

proiezioni del **pH** alla superficie degli oceani

Figure SPM.7

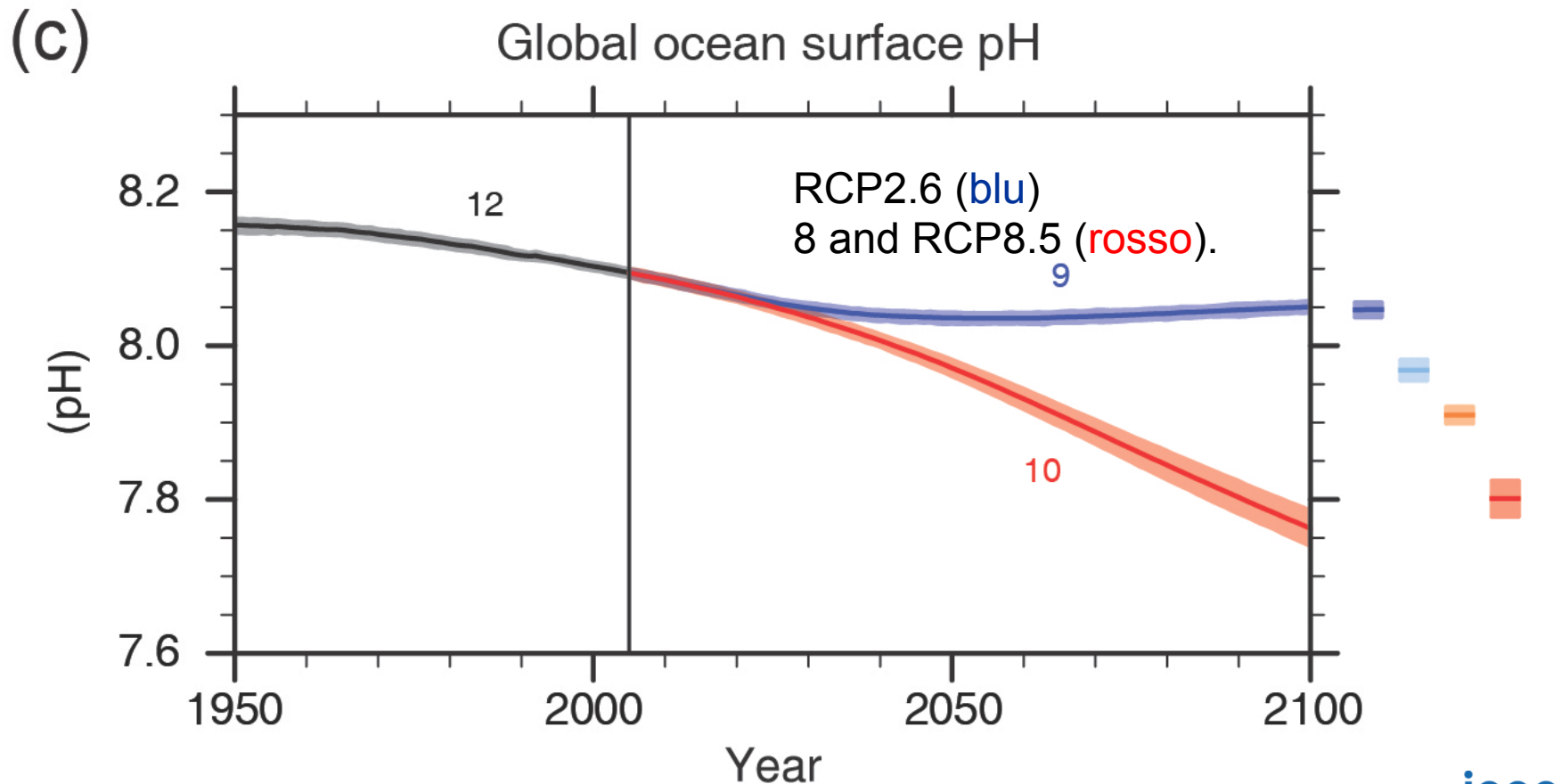


Figure SPM.6

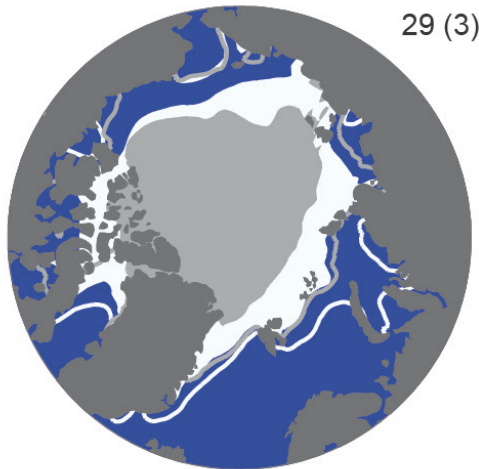
2100: la estensione media della **banchisa artica** in settembre (2 scenari)

RCP 2.6

RCP 8.5

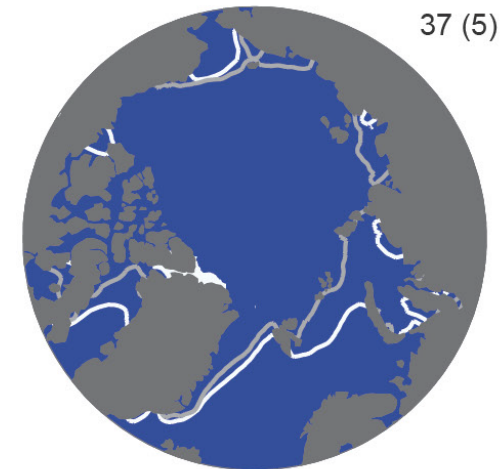
(c)

Northern Hemisphere September sea ice extent (average 2081–2100)



29 (3)

- CMIP5 multi-model average 1986–2005
- CMIP5 multi-model average 2081–2100
- CMIP5 subset average 1986–2005
- CMIP5 subset average 2081–2100



37 (5)

Figure SPM.8

2100: il **pH** alla superficie degli oceani (2 scenari)

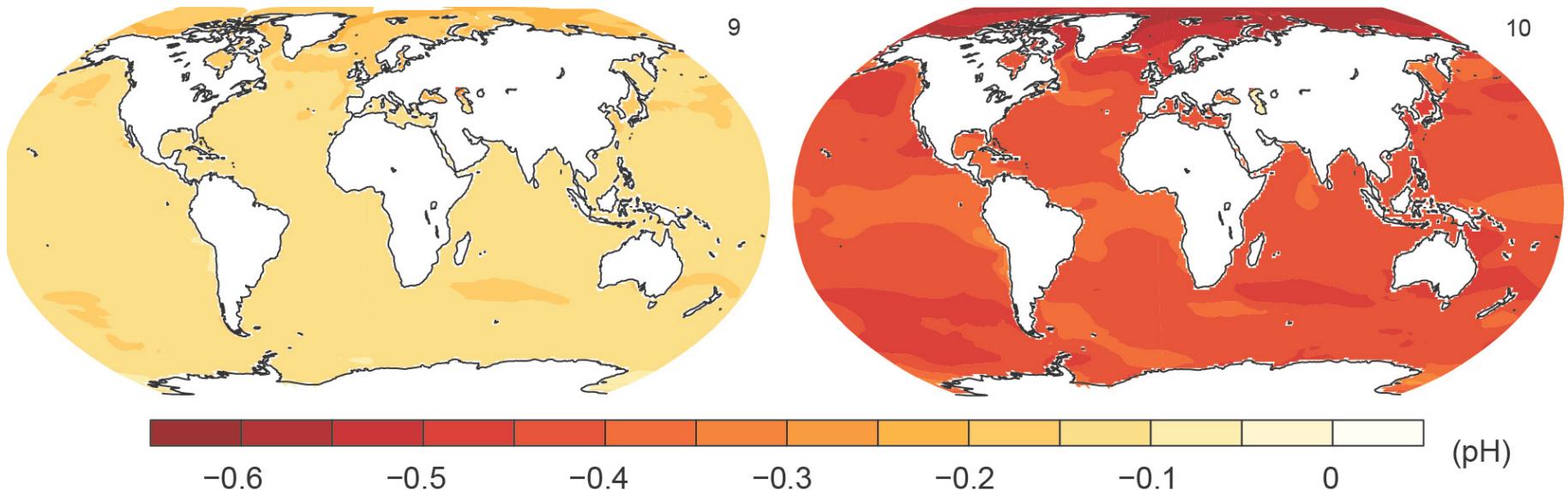
Figure SPM.8

RCP 2.6

RCP 8.5

(d)

Change in ocean surface pH (1986–2005 to 2081–2100)



IPCC Focal Point Italiano

Contatti:

Sergio Castellari

Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC)

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

Viale Aldo Moro 44, I-40127 Bologna

Tel: +39 051 3782618

Fax: +39 051 3782655

Mobile: +39 334 1155037

Email: sergio.castellari@cmcc.it

Skype: [sergio.castellari](https://www.skype.com/name/sergio.castellari)

Web-site: www.cmcc.it

