

## **CLIMA GLOBAL – P. W. Thorne, Ed.**

**Traducido por – Enric Aguilar**

### **1. RESUMEN – P.W. Thorne**

El año 2008 se sitúa entre los 10 años más cálidos del registro, aunque más fresco que los últimos años, que fueron de carácter muy cálido. Esta situación se relaciona con el evento La Niña de carácter moderado a fuerte que pudo observarse. El último año con un episodio La Niña de carácter similar – 1999 – fue 0.1°C más frío que 2008. El enfriamiento superficial se produjo a caballo entre 2007 y 2008 y – por ello – las temperaturas troposféricas, debido a la respuesta asíncrona de dicha capa atmosférica, no se situaron entre los 10 años más cálidos en todos los bancos de datos. Esta divergencia debe atribuirse al retraso en la respuesta troposférica y en ningún caso – tal y como se ha postulado en diversas contribuciones – a problemas de homogeneidad en el registro de superficie.

El capítulo global de este año incorpora más variables climáticas que otras ediciones. Cuando ello es posible, las anomalías que aparecen en la Lámina 2.1 y en los diagramas de las secciones individuales se han trazado de manera consistente para permitir las comparaciones. También se ha utilizado un mayor número de bancos de datos derivados de manera independiente. Esta dispersión permite evaluar nuestra capacidad de monitorizar correctamente la evolución del sistema climático. A pesar de existir algunas cuestiones substanciales acerca del conocimiento de la tendencia a largo plazo en algunas variables, queda claro que, después 30 años de verdadera cobertura satelitaria global, el planeta se ha vuelto más caluroso, húmedo y – probablemente – más tempestuoso.

La lámina 2.1. Muestra que el factor dominante en casi todas las variables climáticas durante 2008 fue el evento La Niña. La columna total de vapor de agua, la cobertura nubosa y la precipitación ofrecen un patrón de zonas secas y húmedas consistente con una La Niña típica. La huella de este fenómeno es también evidente en la presión a nivel del mar y en las temperaturas superficiales y troposféricas. La extensión de la cobertura de nieve en el hemisferio norte para el conjunto del año se situó claramente por debajo de la media, a pesar de la cobertura récord de enero. Los datos de radiación en el techo de la atmósfera implican una recepción neta en el sistema climático en 2008, aunque los datos deben tomarse como provisionales. Las concentraciones de gases de efecto invernadero continuaron subiendo, con el CO<sub>2</sub> experimentando incrementos mayores de lo previsible en función de las tendencias 1979 – 2007. Las concentraciones de los gases destructores de ozono continuaron bajando. La concentración total de la columna de ozono continuó claramente por debajo de los niveles previos a 1980. El agujero antártico fue particularmente profundo y duradero. Los datos preliminares disponibles implican que los glaciares continuaron perdiendo masa en 2008. Datos completos de 2007 indican que fue el decimoséptimo año consecutivo de pérdidas. Nuevos bancos de datos de usos del suelo y estado de la vegetación permitieron observar como estamos alterando directa e indirectamente las características de la superficie terrestre. Los bancos de datos utilizados en este capítulo están a disposición pública están referidos en la tabla 2.5, disponible al final del mismo.

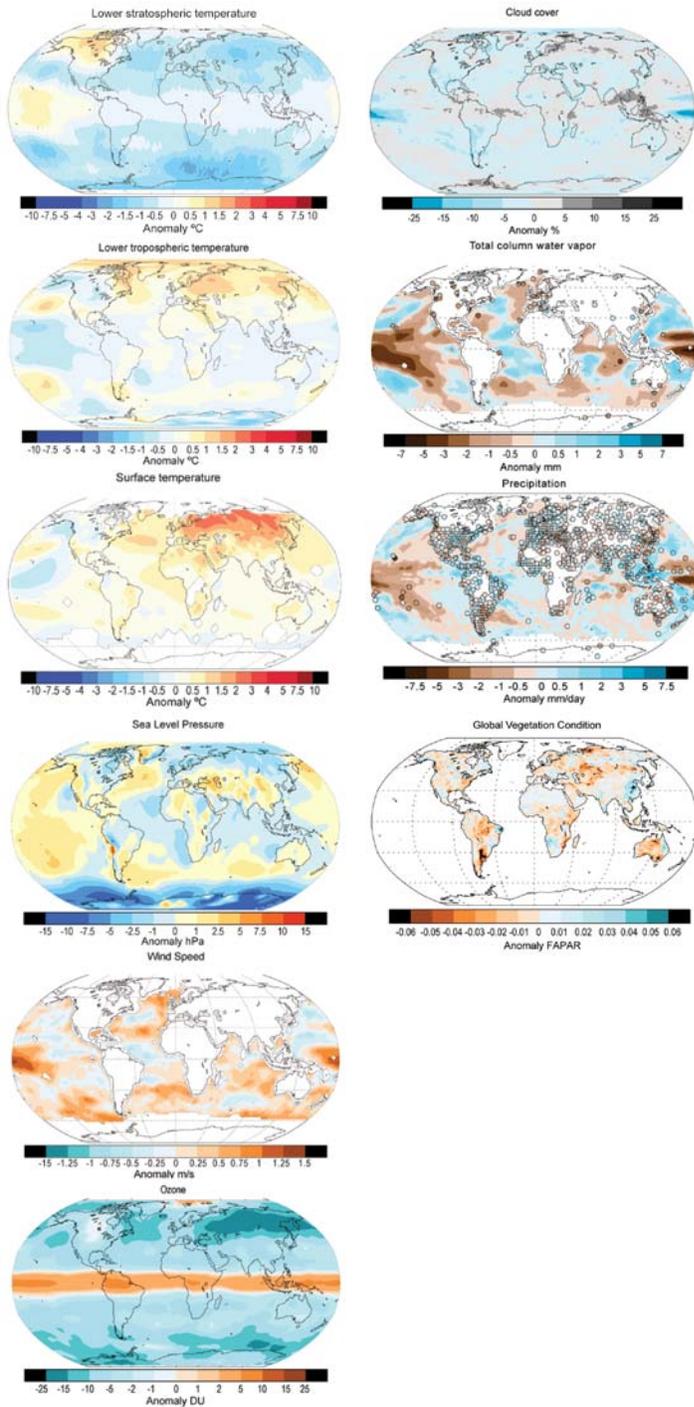


Lámina 2.1 Mapas globales de anomalías de aquellas variables para las que ha sido posible crear una estimación significativa. Aunque las climatologías pueden diferir notablemente en función de su periodo de referencia, los patrones espaciales dominan sobre los mismos. Las fuentes de los datos y climatologías utilizados se ofrecen en la forma (nombre del banco de datos / fuente, año inicial – año final) para cada variable. Ver texto y figuras relevantes para más detalles.

Temperatura de la baja estratosfera (RSS MSU 1981-1990); Temperatura de la baja troposfera (UAH MSU 1981-1990); Temperatura superficial (NCDC 1961-1990); Cobertura nubosa

(PATMOS-X 1982-2008); Columna total de vapor de agua (SSM/I / GPS 1997-2008); Precipitación (RSS / GHCN 1989-2008); Presión media a nivel del mar (HadSLP2r 1961-1990); Velocidad del viento (SSM/I 1988-2007); Columna total de ozono (Anomalía anual media global 2008 de SCIAMACHY. Las anomalías medias anuales fueron calculadas a partir de datos reticulares  $1^{\circ} \times 1.25^{\circ}$  tras remover la media estacional de GOME (1996-2003) y SCIAMACHY (2003-2007)); Estado de la vegetación (Anomalías anuales FAPAR relativas a 01/1998 - 12/2008 de los productos mensuales FAPAR a resolución  $0.5 \times 0.5$  grados (derivados de datos SeaWiFS (NASA) y MERIS (ESA) )).

## 2. TEMPERATURAS

### 2.1 TEMPERATURAS SUPERFICIALES GLOBALES 2008 – M.J. Menne and J. J. Kennedy

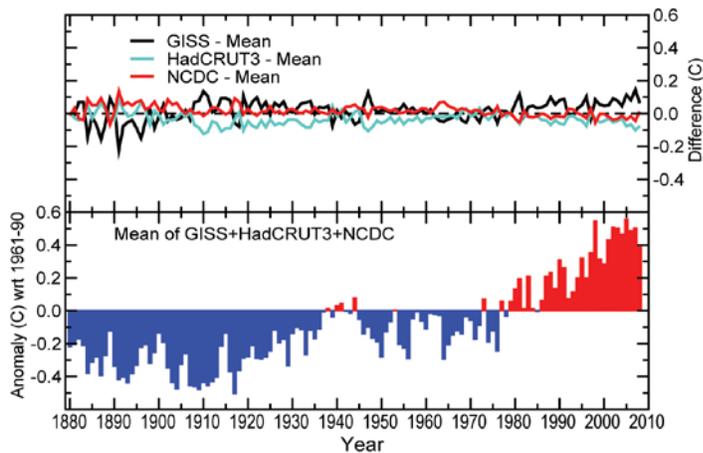


Figura 2.1 Anomalías de la temperatura global de la superficie respecto al promedio 1961 to 1990. Panel inferior: media de GISS, HadCRUT3 y NCDC; panel superior: diferencia entre GISS, HadCRUT3, NCDC y la media.

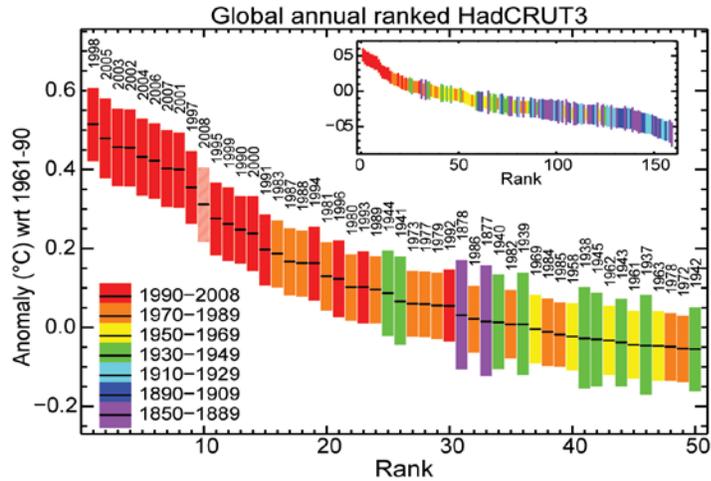


Figure 2.2 Ránkings anuales de la temperatura y límites de confianza al 95% del análisis de temperaturas de HadCRUT3. El panel principal muestra los 50 años más cálidos y el pequeño insertado el registro de 159 años completo.

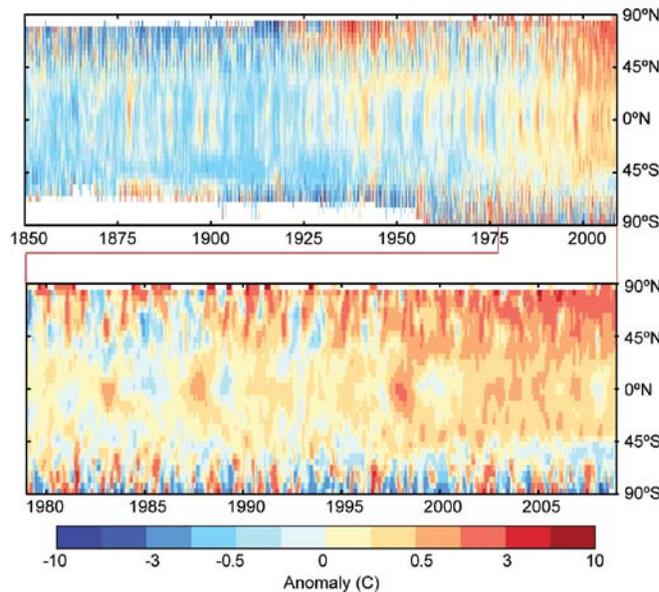


Figure 2.3 Anomalías de las medias mensuales de HadCRUT3 por latitud para 1850 a 2008. Datos suavizados espacial y temporalmente usando un filtro 1:2:1. Áreas en blanco indican datos perdidos.

## 2.2 TEMPERATURAS DE LA BAJA TROPOSFERA - John Christy, Dian Seidel, Carl Mears, Leo Haimberger

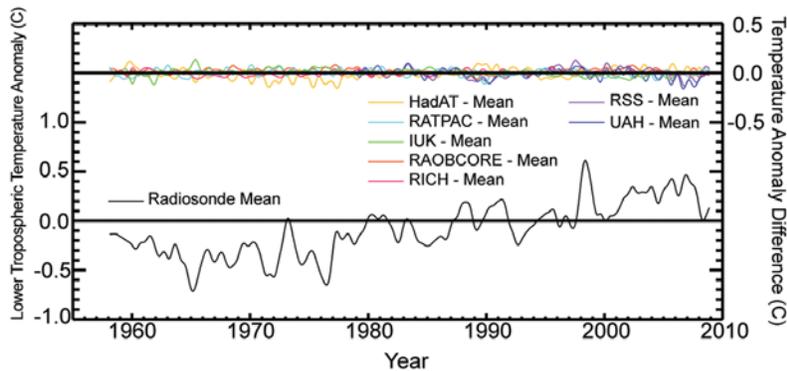


Figure 2.4 Temperatura media global de la baja troposfera (1958-2008) derivada de diversos bancos de datos, incluyendo cinco de radiosondeos (HadAT, IUK, RAOBCORE, RATPAC y RICH) y dos de Unidades de Sondeo de Microondas (MSU, según el acrónimo en inglés) (RSS, UAH). Todas las series se refieren a las capas muestreadas por MSU - 2LT, abarcando 0-8 km en altura. La curva negra es la media de los bancos de datos de radiosondeos, y las curvas de colores muestran las diferencias entre los bancos individuales y la media descrita anteriormente. Las referencias para los bancos de datos de radiosondeos son (Thorne et al. 2005, Sherwood et al. 2008, Haimberger 2007, Free et al. 2005, Haimberger et al. 2008) y para los de MSU (Mears and Wentz 2009a, Christy et al. 2003).

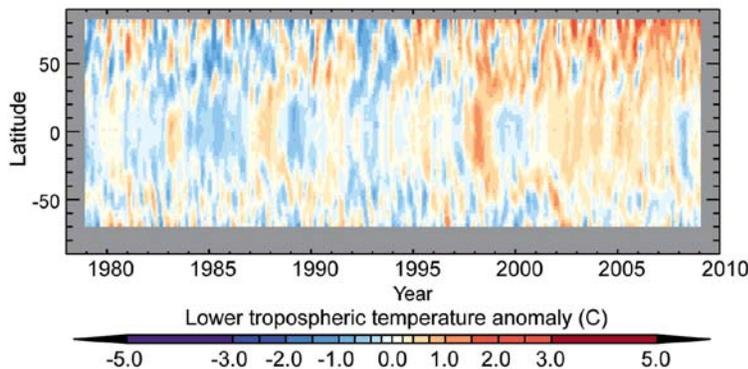


Figure 2.5 Anomalías respecto a la media zonal de las temperaturas de la baja troposfera (1979-2008) respecto a la media 1979-1988. Anomalías basadas en datos Microwave Sounding Unit Channel 2LT procesados por sistemas de teledetección (Remote Sensing Systems, RSS) (Mears and Wentz 2009a).

### 2.3 TEMPERATURAS ESTRATOSFÉRICAS - Dian Seidel, John Christy, Carl Mears

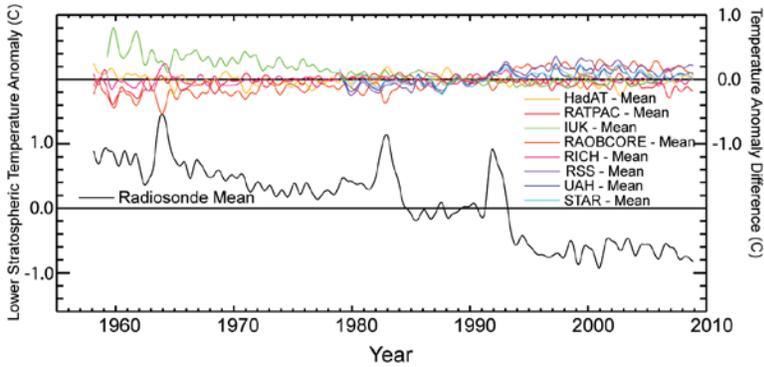


Figura 2.6 Como la Figura 2.4, pero todas las series temporales son muestreadas del canal 4 de MSU, abarcando 10-25 km en altura, con tope entorno a 18 km. Se usa el banco de datos adicional STAR (Zou et al., 2008) y el Canal 4 - RSS es descrito en Mears y Wentz (2009b).

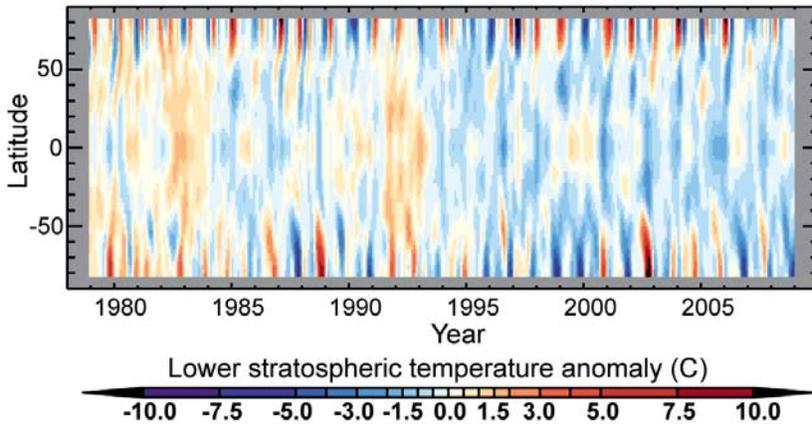


Figura 2.7 Como la Figura 2.5 pero respecto al canal de la baja estratosfera (Mears and Wentz, 2009b).

**CAJA EXPLICATIVA: ¿FALSEAN LAS TENDENCIAS DE LAS TEMPERATURAS EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS LAS PREVISIONES?**

**Jeff Knight, John J. Kennedy, Chris Folland, Glen Harris, Gareth S. Jones, Matthew Palmer, David Parker, Adam Scaife, and Peter Stott**

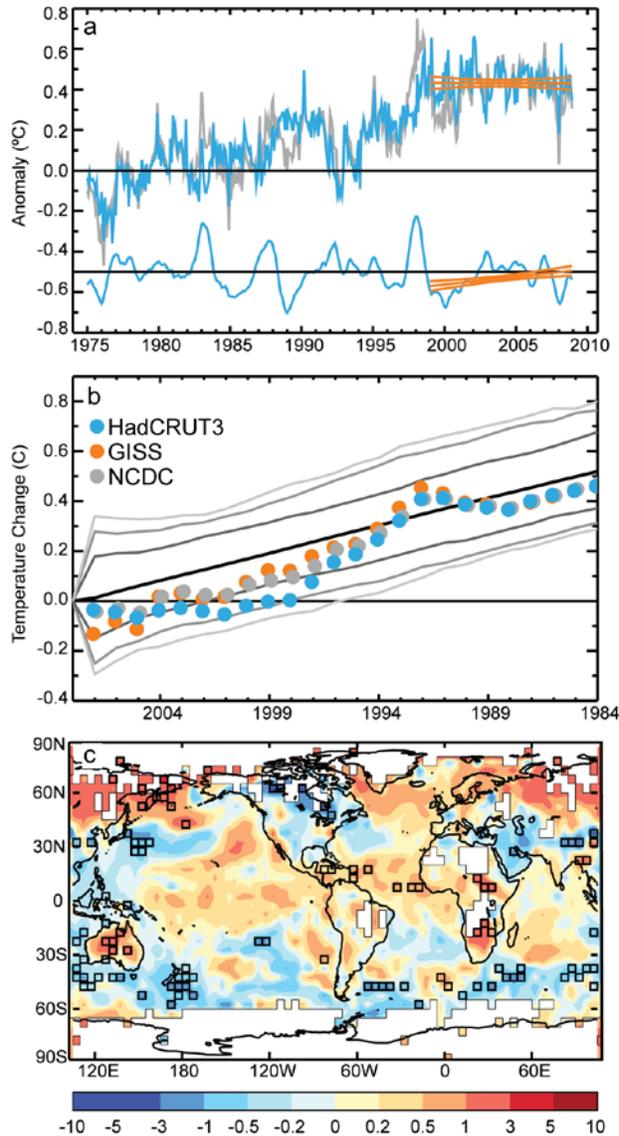


Figura 2.8 Cambios en las temperaturas medias globales en la última década en contexto: **a** Anomalías de la temperatura media global (respecto a la climatología 1961-90) desde 1975, derivadas del banco de datos combinado tierra-océano HadCRUT3 (curva gris). Se muestra también la temperatura media después de remover el efecto del ENSO (curva azul superior), y la propia contribución del ENSO (curva azul inferior, movida 0.5°C). En naranja se muestran las tendencias calculadas por mínimos cuadrados en las componentes ENSO y ENSO-eliminado, así como sus incertidumbres a calculadas a partir de dos desviaciones típicas. **b** Cambios en las temperaturas medias globales ajustadas para el ENSO respecto a 2008 como año inicial para HadCRUT3, el banco de datos del Goddard Institute for Space Studies (GISS) (Hansen et al. 2001) y el del National Climate Data Center (NCDC) (Smith et al. 2008) (dots). En negro se muestran cambios medios en periodos de similar longitud para las simulaciones del clima del siglo XXI, envueltos por los intervalos del rango de tendencias del 70%, 90% and 95% (curvas grises). **c** Distribución 1999-2008 de las tendencias en HadCRUT3 (°C/decada). Los cuadrados negros indican inconsistencias al nivel de dos desviaciones típicas con las tendencias de 17 décadas simuladas (ver texto).

### 3. CICLO HIDROLÓGICO

#### 3.1 COLUMNA TOTAL DE VAPOR DE AGUA - Carl Mears, Junhong Wang, Liangying Zhang

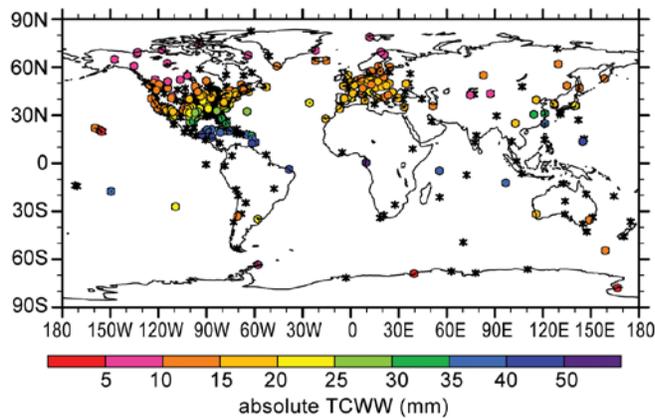


Figura 2.9 2008-promedio de la columna total de vapor de agua TCWV (en mm) en 252 estaciones (círculos en colores) y 308 estaciones (asteriscos) con datos en 2008, aunque insuficientes para el cálculo del promedio.

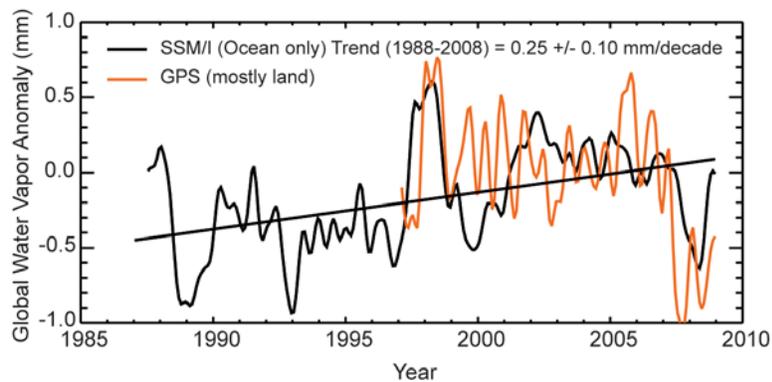


Figura 2.10 Series temporales de anomalías de la columna total de vapor de agua, TCWV tanto a partir de SSM/I como de la media de las estaciones GPS. Las series temporales se han suavizado para eliminar la variabilidad a escalas menores de 6 meses. Se muestra también un

ajuste lineal a los datos SSM/I indicando una tendencia positiva en el vapor de agua durante el periodo 1988-2008.

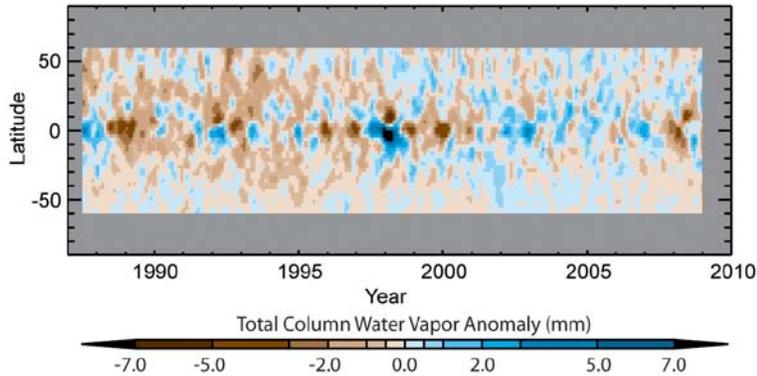


Figura 2.11 Gráfico tiempo-latitud para la anomalía de la columna total de vapor de agua, TCWV calculada utilizando como periodo de referencia 1988-2007. Los datos se han suavizado en la dirección del tiempo para eliminar la variabilidad a escalas inferiores a 4 meses.

### 3.2 PRECIPITACIÓN GLOBAL— D. H. Levinson, K. A. Hilburn y M. C. Kruk

Figure 2.12 a) Anomalías anuales globales de la precipitación sobre la superficie terrestre (mm.) durante el periodo 1901–2008 a partir del banco de datos GHCN (Vose et al. 1992). Las anomalías de precipitación se calcularon respecto a 1981–2000 (Trenberth et al. 2007): barras verdes = anomalías positivas, barras amarillas = anomalías negativas y barra roja = anomalía de 2008. Los valores anuales suavizados de GHCN y CRU (v.3) se crearon usando un filtro binomial de 13 puntos. b) Series temporales de la diferencia entre los valores suavizados de las anomalías anuales de GHCN y las anomalías globales sobre las áreas terrestres a partir de diversos bancos de datos de precipitación para 1951-2008: CRU v.3, Chen et al. (2002), el Global Precipitation Climatology Project (GPCP), y dos del Global Precipitation Climate Centre (VasClimO and Full v.3). c) Las anomalías de precipitación sobre el océano son relativas al periodo 1988-2008. Los promedios para el océano global entre latitudes 60°S y 60°N utilizan una definición común de “océano”. El ciclo anual se ha eliminado y las series temporales se han suavizado con un filtro de paso bajo por convolución usando la distribución gaussiana, con una amplitud de cuatro meses con pico en su parte central. Nótese que los datos RSS están disponibles para todo 2008, mientras los de GPCP y CMAP tan para abril y julio 2008, respectivamente. La figura insertada ofrece la media para 1988-2008 (in mm año<sup>-1</sup>) y la tendencia lineal (en mm año<sup>-1</sup> década<sup>-1</sup>) junto con el intervalo de confianza del 95%. Las líneas rectas denotan las tendencias lineales, y el

intervalo de confianza se estima en base a las desviaciones del ajuste lineal, no incorporando el “error” de ningún banco de datos en concreto.

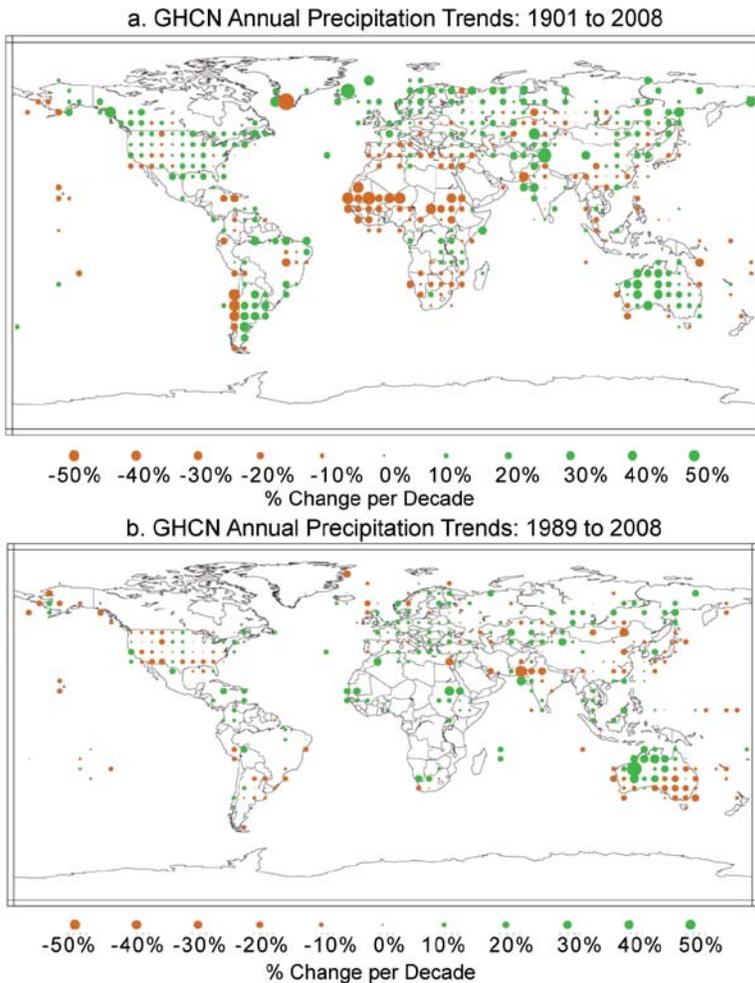


Figura 2.13. Tendencias en la precipitación anual calculadas a partir del banco de datos mensual GHCN para dos periodos diferentes: a) 1901-2008 (en % de cambio siglo<sup>-1</sup>), y b) 1989-2008 (en % cambio década<sup>-1</sup>). El cálculo de tendencias en cada punto de red requiere que hayan podido ser analizados al menos dos tercios (66%) de años sin valores perdidos.

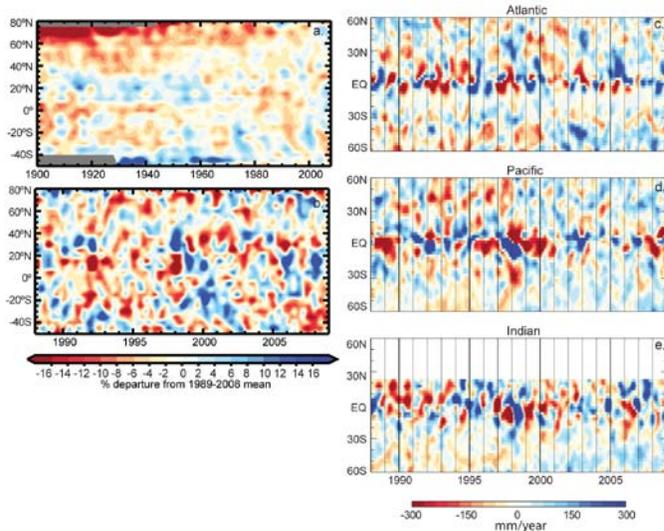


Figura 2.14. a) Gráfico tiempo-latitud de la precipitación terrestre anual del GHCN en términos de porcentaje de desviación respecto al periodo de base 1989 - 2000 con medias zonales determinadas por bandas de 5° de latitud, cubriendo 1901–2008. Los sombreados grises se deben a la falta de datos al sur de 40°S y al norte de 75°N. b) Lo mismo para el registro durante la era satélite de RSS c, d, e) Secciones tiempo latitud de las anomalías de precipitación (en mm año<sup>-1</sup>) promediadas sobre el Atlántico (c), Pacífico (d), e Índico (e) Cuencas oceánicas observadas por los promedios mensuales de RSS. Las anomalías se calcularon usando 1988-2008 como periodo de base y eliminando el ciclo anual dependiente de la latitud.

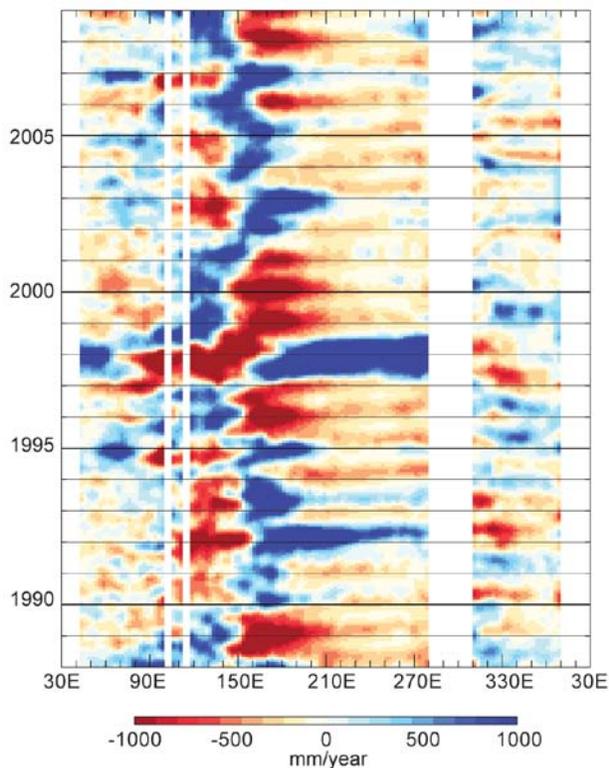


Figura 2.15. Sección tiempo-longitud de las anomalías de precipitación sobre el océano tropical (5°S a 5°N) observadas a partir de los promedios mensuales del banco de datos de RSS. Las anomalías se determinaron usando 1988-2008 como periodo de referencia y eliminándole ciclo anual dependiente de la longitud. Las áreas ausentes resultan de la máscara continental: entre 10°-40°E se deben a África, entorno a 100° y 115°E a Sumatra y Borneo, entre 280°-310°E a Sudamérica.

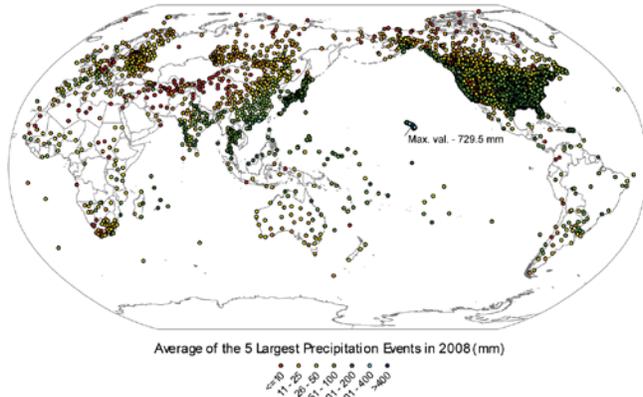


Figure 2.16. Mapa global de los extremos en la precipitación diaria observados en 2008 a partir del banco de datos GHCN. Se muestra la media de los cinco eventos mayores de precipitación (en mm) en cada estación.

### 3.3 NORTHERN HEMISPHERE CONTINENTAL SNOW COVER EXTENT- David A. Robinson

Tabla 2.1. Información climatológica mensual y anual de la extensión de la nieve continental en el Hemisferio Norte de noviembre de 1966 a diciembre de 2008. Se incluye el número de años con datos utilizados, medias desviaciones estándar, valores de 2008 y rankings. Las áreas se expresan en millones de kilómetros cuadrados. 1968, 1969 y 1971 tienen 1, 5, y 3 meses perdidos respectivamente, por lo que no se incluyen en los cálculos anuales (Ann). Norte América (N. Am.) incluye Groenlandia. Los rankings van de la mayor extensión (1) a la menor (Entre 39 y 43 dependiendo del mes).

	Yrs	Mean	Std. Dev.	2008	2008 N.Hem. rank	Eurasia rank	N. Am. rank
Jan	42	47.0	1.6	50.1	1	1	13
Feb	42	45.9	1.8	47.4	11	13	10
Mar	42	40.9	1.9	37.9	39	42	7
Apr	42	31.3	1.7	29.4	36	42	9

May	42	20.3	1.9	17.7	38	38	34
Jun	41	10.8	2.2	6.6	41	41	41
Jul	39	4.7	1.5	2.4	39	39	39
Aug	40	3.4	1.0	2.4	35	38	34
Sep	40	5.6	1.0	5.1	26	30	17
Oct	41	18.3	2.6	16.8	33	31	26
Nov	43	34.1	2.0	32.8	32	32	25
Dec	43	43.5	1.8	43.9	22	32	7
Ann	39	25.5	1.0	24.4	36	36	25

Figura 2.17. Anomalías de la cobertura mensual de nieve sobre las tierras del Hemisferio Norte (incluyendo Groenlandia) entre noviembre 1966 y diciembre 2008. Las anomalías se han calculado a partir de los mapas de nieve de la NOAA. La hemisférica media de nieve es de 25.5 millones de kilómetros cuadrados para todo el periodo de registro. Las medias mensuales se utilizaron para nueve meses perdidos entre 1968 and 1971 para crear unas series continuas de medias móviles. Los valores perdidos se sitúan entre junio y octubre. No faltan datos en meses invernales.

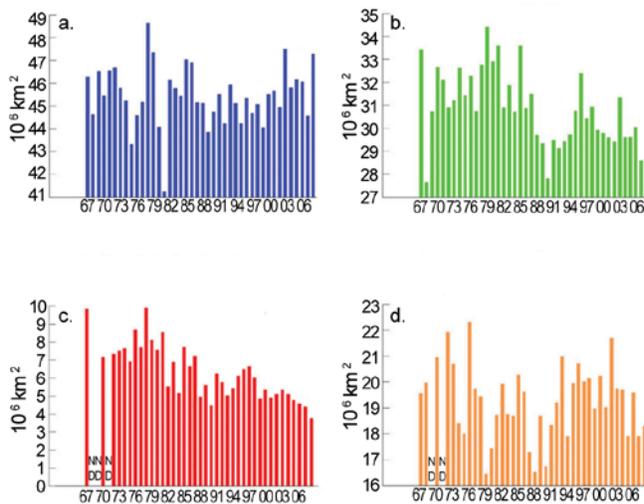


Figure 2.18. Extensión estacional de la cobertura de nieve sobre las tierras del Hemisferio Norte (incluyendo Groenlandia) entre invierno (Dic - Feb) 1966-67 y otoño (Sep - Nov) 2008. Calculadas a partir de los mapas de nieve de la NOAA.

### 3.4 COBERTURA NUBOSA GLOBAL - M. J. Foster, S. A. Ackerman, R. Bennartz, A. K. Heidinger, B. C. Maddux, W. B. Rossow

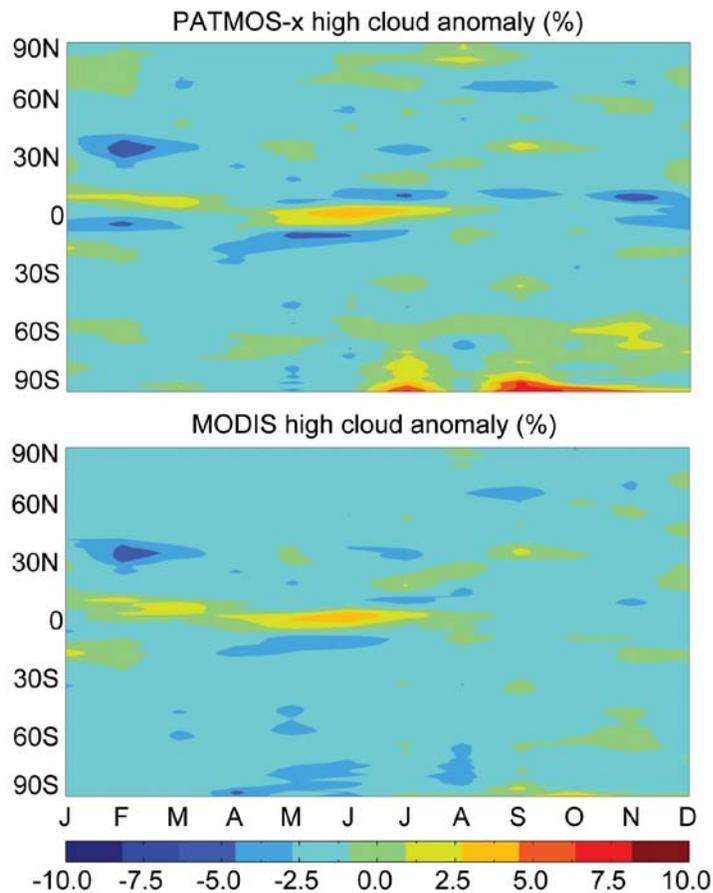


Figura 2.19. a) Promedios zonales mensuales de las anomalías de PATMOS-x de la cobertura de nubes altas (presión en la parte superior de la nube < 440 hPa) en 2008, relativos a la climatología 2003-8 basada en las asimilaciones de los satélites NOAA-16 y NOAA-18. El periodo de referencia 2003-8 se elige para coincidir con el de MODIS (panel b) y facilitar la comparación b) Como a) pero para MODIS (presión en la parte superior de la nube < 440 hPa) basados en la asimilación de los satélites Aqua y Terra.

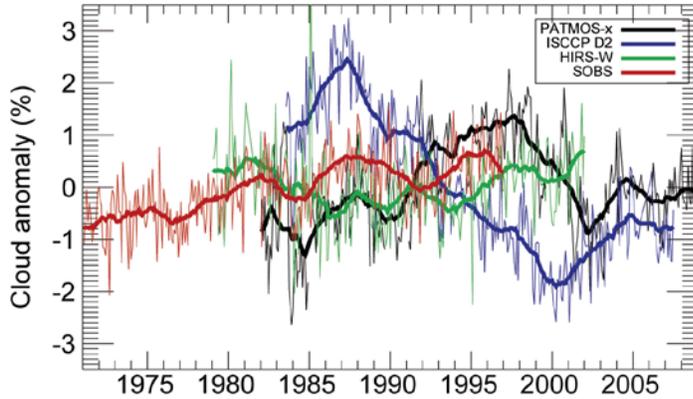


Figura 2.20. Anomalías de la nubosidad entre enero 1971 y diciembre 2008 tomadas de cuatro bancos de datos. Las líneas gruesas y sólidas representan el suavizado con un filtro boxcar con una ventana de dos años. Hay seis meses perdidos en las series PATMOS-x entre enero 1985 y febrero de 1991, así como una laguna de enero 1994 a febrero 1995.

### 3.5 DESCARGA FLUVIAL Alison M. Macdonald, Balázs M. Fekete, Laura C. Bowling, Richard B. Lammers, Richard Lawford

Tabla 2.2: Estimaciones de la media global a largo plazo de la escorrentía ( $\text{km}^3 \text{ año}^{-1}$ ) hacia las cuencas oceánicas mayores. El % de variación mide la variación entre las distintas estimaciones y es igual a la desviación estándar dividida por la media y por cien. Las filas 1-3,5 y 7 están adaptadas de la Tabla 4 de Dai y Trenberth (2002) que indica que se excluye la escorrentía antártica hacia el Océano del Sur, que estiman en  $\sim 2614 \text{ km}^3 \text{ yr}^{-1}$  a partir de Jacobs et al. (1992) (ver sus referencias). Las filas 4, 6 y 8 son estimaciones de GRDC (2004). Al incluir solo las estimaciones hechas en la última década se reduce el porcentaje de variación respectivamente a 16%, 6%, 8%, 42%, 10% y 4% para las columnas 1 a 6, respectivamente

	Arctic	Atlantic	Indian	Med. & Black Seas	Pacific	TOTAL
Baumgartner and Reichel (1975)	2,600	19,300	5,600	0	12,000	37,713
Korzun et al. (1977)	5,220	20,760	6,150	0	14,800	46,930
Oki (1999)	4,500	21,500	4,000	0	10,000	40,000
Shiklomanov (1999)	4,281	19,799	4,858	0	12,211	41,149
Fekete et al. (2000)	2,947	18,357	4,802	1,169	11,127	38,402
Fekete et al (2002)	3,268	18,506	4,858	475	10,476	37,583
Dai and Trenberth (2002)	3,658	19,168	4,532	838	9,092	37,288 $\pm 662$

GRDC (2004)	3,863	20,373	5,051	0	11,245	40,533
Average, Standard Deviation and % Variation of Above Values	3,792 ±863 23%	19,720 ±1,102 6%	4,981 ±653 13%	827 ±347 42%	11,369 ±1724 15%	3,9950 ±3176 8%

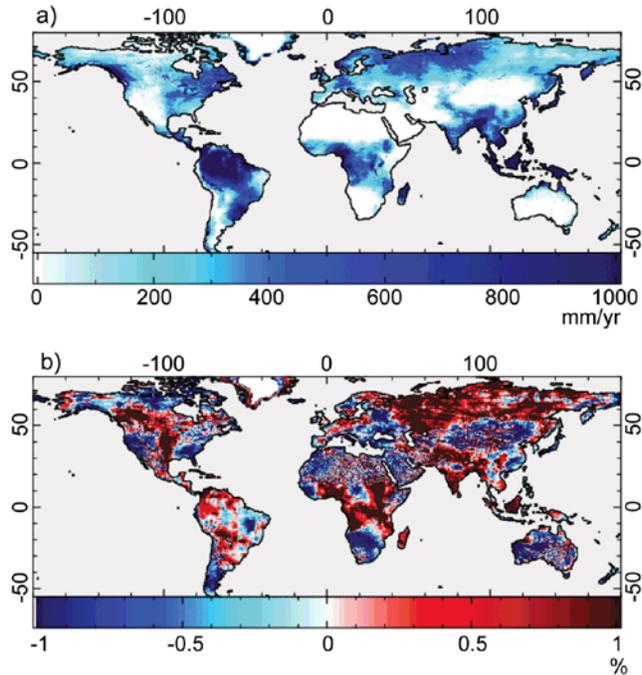


Figura 2.21 Estimaciones para 2007 de a) escorrentía b) su anomalía basada en salidas de un modelo hidrometeorológico utilizando las medidas de precipitación del Global Precipitation Climate Project (GPCP).

#### 4. CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA

##### 4.1 PRESIÓN MEDIA A NIVEL DEL MAR (MSLP) – Rob Allan

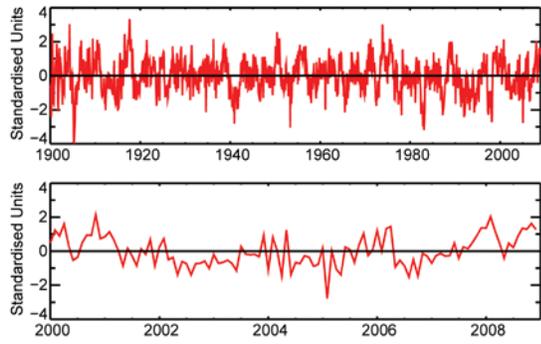
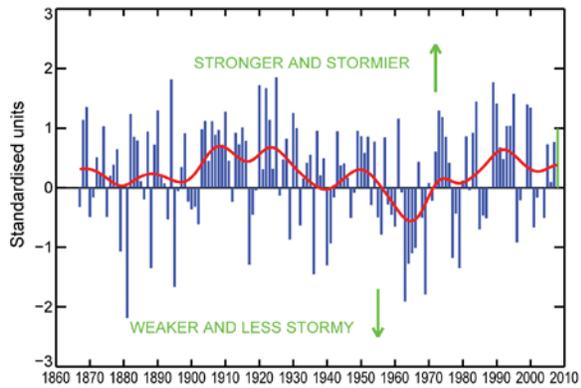


Figura 2.22 El SOI para (a) 1900 hasta el presente y (b) de 2000-2008 relativo al periodo de base 1876 a 2008.



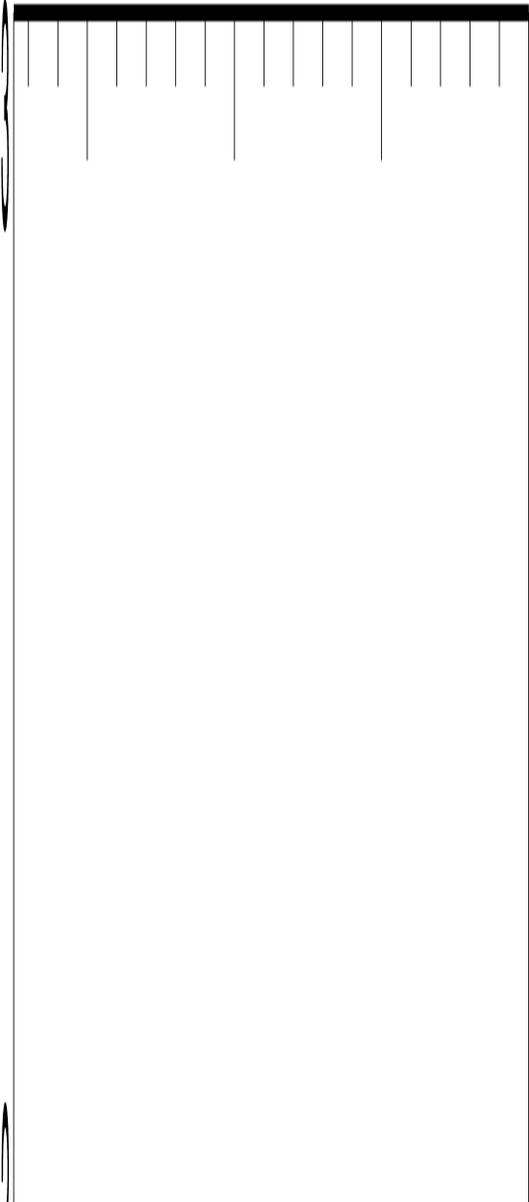


Figura 2.23 a. Series históricas instrumentales (Ponta Delgada (Azores) menos Stykkisholmur (Islandia), normalizadas) de la NAO desde mitades de los 1860s hasta el presente (azul), filtro binomial de 21 puntos aplicado tres veces a los datos (rojo). Las barras verdes muestran la media para el invierno boreal de 2007/2008. b. Valor de la media móvil estandarizada para tres meses del índice del Modo Anular del Sur (Southern Annular Mode (SAM)) o Oscilación Antártica (AAO) desde 1979. Los pesos de SAM/AAO se definen como el modo principal del análisis de la Función Empírica Ortogonal (EOF) de la altura media mensual de los 700 hPa durante 1979-2000. El índice mensual SAM/AAO se construye proyectando las anomalías de la media mensual a 700 hPa sobre el EOF dominante. Las series temporales resultantes se normalizan con la desviación estándar del índice mensual (1979-2000 como período de referencia). Fuente:

[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily\\_ao\\_index/aao/aao.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/aao/aao.shtml)

#### 4.2 VELOCIDAD DEL VIENTO SUPERFICIAL – Carl Mears

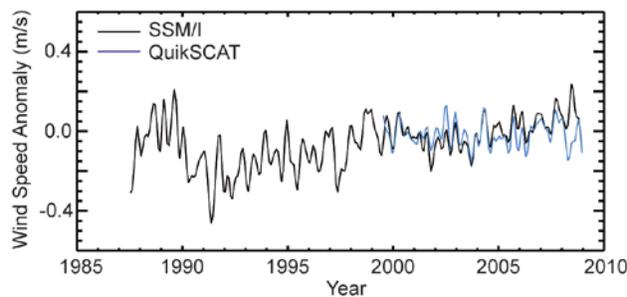


Figura 2.24 Anomalías de la velocidad del viento en superficie promediadas sobre el conjunto de océanos libres de hielo. Las series temporales han sido suavizadas para eliminar la variabilidad a escalas más cortas de 4 meses. El periodo de referencia para las medidas de SSM/I es 1988-2007. Para las medidas QuikSCAT es 2000-2007, con la media ajustada para coincidir con las anomalías SSM/I para 2000-2007.

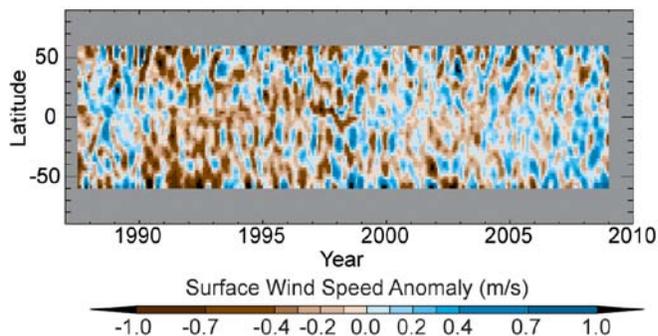


Figure 2.25 Anomalías de la velocidad del viento superficial por latitud (periodo de referencia 1988-2007) sobre los océanos libres de hielo. Los datos han sido suavizados para eliminar la variabilidad a escalas temporales más cortas de 4 meses.

**5. BALANCE DE RADIACIÓN EN EL TECHO DE LA ATMÓSFERA** - Takmeng Wong, Paul W. Stackhouse, Jr., David P. Kratz and Anne C. Wilber

Tabla 2.3: Media global anual en el techo de la atmósfera (TOA) de los cambios en los flujos radiativos entre 2007 y 2008, anomalía global anual para 2008 de los flujos radiativos medios relativos a los valores climatológicos medios 2001-2008 y variabilidades interanuales 2-sigma respecto a los flujos medios globales anuales 2001-2008 (unidades en  $Wm^{-2}$ ). Anomalía de la variabilidad anual 2008 (relativa a la climatología) Cambio interanual (2001 a 2008) (2008 menos 2007) Onda larga  $-0.75-0.54 \pm 0.56$  Onda corta  $-0.14-0.26 \pm 0.41$  Neta  $+0.89+0.80 \pm 0.82$

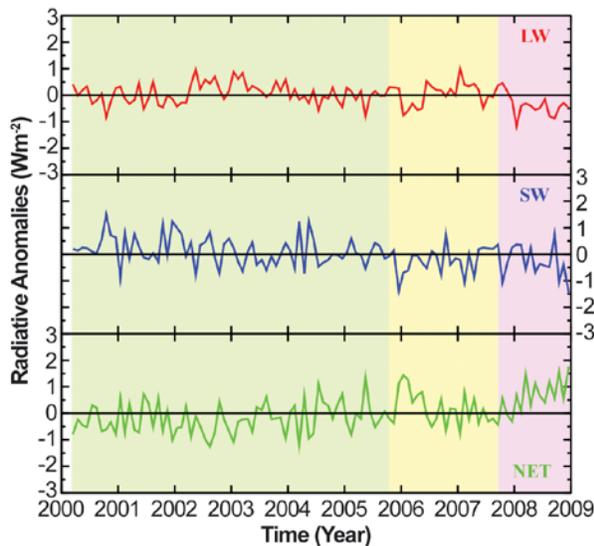


Figura 2.26 Series temporales de las anomalías globales mensuales desestacionalizadas del Balance de Radiación de onda larga (línea roja), onda corta (línea azul), y radiación neta (línea verde) desde marzo 2000 a diciembre 2008. La anomalía se calcula relativa a la climatología del mes de calendario entre marzo 2008 y diciembre 2008. El área sombreada en verde/amarillo/rosa de la figura indica la porción de la serie temporal que se construye usando los datos CERES EBAF (3/2000 a 10/2005); CERES ERBE-like (11/2005 a 8/2007); FLASHFlux (9/2007 a 12/2008) respectivamente. Los tres bancos de datos se derivan directamente de las medidas CERES. Los datos EBAF han sido renormalizados de forma que el promedio global de radiación neta en el techo de la atmósfera para 2000-2005 es consistente con el valor del almacenamiento de calor en el océano (Willis et al., 2004; Hansen et al., 2005; Wong et al., 2006). El sombreado

verde (EBAF) y amarillo (ERBE-like) alta calidad de datos con análisis en profundidad y en órbita de estabilidad. El sombreado rosa (FLASHFlux) indica datos climáticos preliminares con posibles artefactos instrumentales. Las diferencias medias entre bancos de datos se han eliminado utilizando periodos solapados y las series temporales combinadas ERB se estabilizaron a partir del valor EBAF antes de la desestacionalización.

## 6. COMPOSICIÓN ATMOSFÉRICA

### 6.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ATMÓSFERA – R. C. Schnell

#### DIÓXIDO DE CARBONO, METANO Y MONÓXIDO DE CARBONO – E. J. Dlugokencky

(i) Dióxido de Carbono

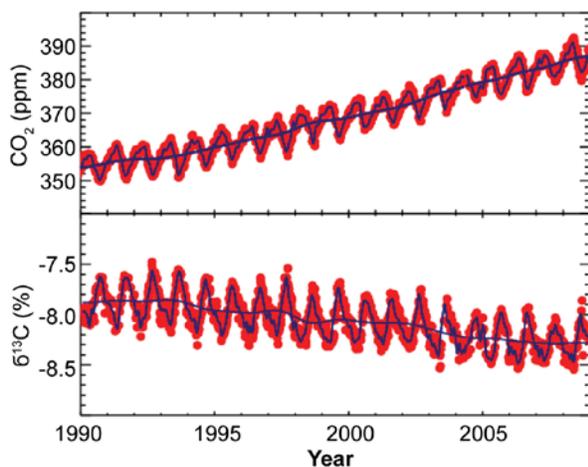


Figura 2.27 Fracciones molares de CO<sub>2</sub> en aire seco (arriba: NOAA ESRL) y δ<sup>13</sup>C en CO<sub>2</sub> (abajo: University of Colorado, INSTAAR, cortesía de James White) a partir de muestras semanales en Cape Kumukahi, Hawaii.

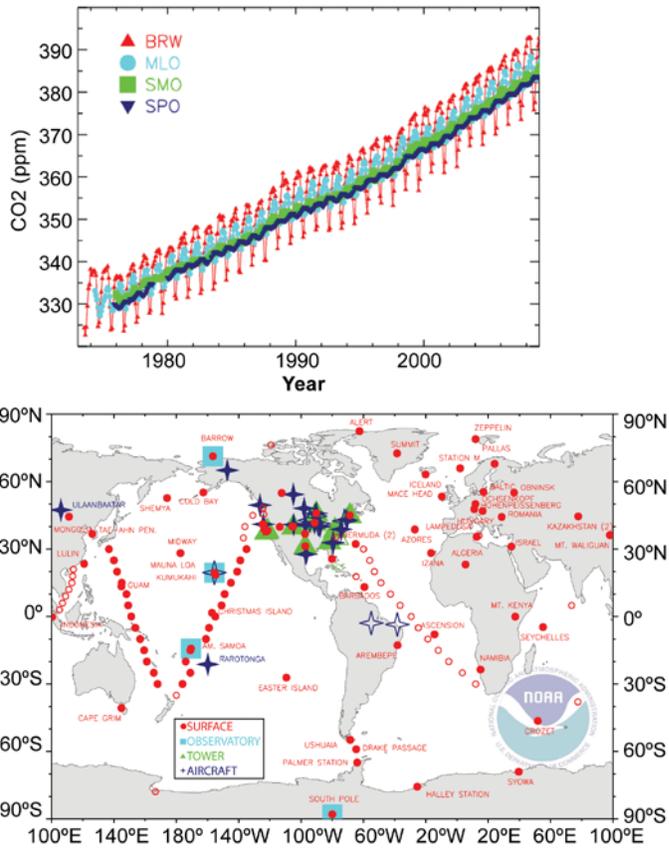


Figure 2.28 Panel a. Fracciones molares medias de CO<sub>2</sub> determinadas a partir de los observatorios NOAA ESRL en Barrow, Alaska; Mauna Loa, Hawaii; American Samoa; y South Pole, que forman parte de una red mayor que se muestra en el panel b. Los resultados de 2008 son preliminares. Los datos son cortesía de Kirk Thoning, NOAA ESRL. Las tendencias actuales de CO<sub>2</sub> en MLO están disponibles en : <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>. Más información gráfica: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/iadv/> y [http://www.esrl.noaa.gov/gmd/Photo\\_Gallery/GMD\\_Figures/ccgg\\_figures/](http://www.esrl.noaa.gov/gmd/Photo_Gallery/GMD_Figures/ccgg_figures/).

(ii) Metano (CH<sub>4</sub>)

(iii) Monóxido de Carbono

## OZONE-DEPLETING GASES AND THEIR REPLACEMENTS – S. A. Montzka.

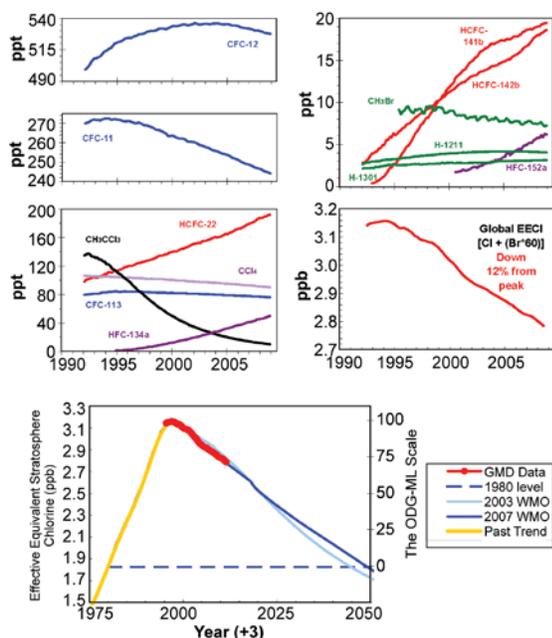


Figura 2.29 Cambios en las tasas de mezcla troposféricas globales (en ppt, or  $\text{pmol mol}^{-1}$ ) de los más abundantes CFCs, HCFCs, HFCs, solventes clorados, y gases bromados. El panel central derecho muestra los cambios seculares en en los equivalentes atmosféricos de cloro (EECl; en ppb o  $\text{nmol mol}^{-1}$ ), como estimador del potencial de destrucción de ozono de estos halocarburos. El EECl se deriva de tasas de mezcla observadas de los gases destructores de ozono que aparecen en los otros 4 paneles y procede de la suma de  $[\text{Cl} + (\text{Br} \times 60)]$  contenida en estos gases. El panel inferior muestra cambios recientes en el Equivalente Estratosférico de Cloro (EESC) observados por la red global de la NOAA/GMD contextualizados con cambios seculares observados en el pasado, incluyendo el nivel observado in 1980 cuando se avistó inicialmente el agujero de ozono, y proyecciones de futuro. El Índice de Gases destructores de Ozono para las latitudes medias se deriva (eje derecho) de reescalar el EESC. El EESC deriva de EECl simplemente añadiendo tres años al eje temporal para representar el retraso asociado a la mezcla de aire de la troposfera a la estratosfera media, donde se encuentra la capa de ozono. [Fuente: Montzka et al. (1996, 1999.)]

## EFFECTO COMBINADO DE LOS GASES TRAZA DE LARGA PERMANENCIA EN EL BALANCE DE RADIACIÓN – S. A. Montzka.

Table 2.4 Eficiencias radiativas y tiempos de permanencia de los compuestos químicos considerados por AGGI y ODGI.

Industrial Designation or Common Name	Chemical Formula	AGGI	ODGI	Radiative Efficiency ( $\text{Wm}^{-2} \text{ppbv}^{-1}$ ) <sup>*</sup>	Mixing ratio [change from 2006 to 2007] <sup>a</sup>	Lifetime
Carbon Dioxide	$\text{CO}_2$	Y	N	$1.41 \times 10^{-5}$	382.6[1.7]	

Methane	CH <sub>4</sub>	Y	N	3.7x10 <sup>-4</sup>	1781.4[6.0]	12.0
Nitrous oxide	N <sub>2</sub> O	Y	N	3.03x10 <sup>-3</sup>	321.9[0.7]	114
<b>Chlorofluorocarbons</b>						
CFC-11	CCl <sub>3</sub> F	Y	Y	0.25	247.3[-2.3]	45
CFC-12	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	Y	Y	0.32	530.6[-1.8]	100
CFC-113	CCl <sub>2</sub> FCClF <sub>2</sub>	Y	Y	0.30	77.4[-0.8]	85
<b>Hydrochlorofluorocarbons</b>						
HCFC-22	CHClF <sub>2</sub>	Y	Y	0.20	182.9[7.7]	12.0
HCFC-141b	CH <sub>3</sub> CCl <sub>2</sub> F	Y	Y	0.14	18.7[0.6]	9.3
HCFC-142b	CH <sub>3</sub> CClF <sub>2</sub>	Y	Y	0.20	17.2[1.2]	17.9
<b>Hydrofluorocarbons</b>						
HFC-134a	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	Y	N	0.16	43.2[4.3]	14
HFC-152a	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	N	N	0.09	5.3[0.7]	1.4
<b>Chlorocarbons</b>						
Methyl Chloroform	CH <sub>3</sub> CCl <sub>3</sub>	Y	Y	0.06	12.9[-2.5]	5.0
Carbon Tetrachloride	CCl <sub>4</sub>	Y	Y	0.13	92.1[-1.2]	26
Methyl Chloride	CH <sub>3</sub> Cl	N	Y	0.01	548[7.3]	1.0
<b>Bromocarbons</b>						
Methyl Bromide	CH <sub>3</sub> Br	N	Y	0.01	7.6[0.0]	0.7
Halon 1211	CBrClF <sub>2</sub>	Y	Y	0.30	4.1[-0.03]	16.0
Halon 1301	CBrF <sub>3</sub>	Y	Y	0.32	3.1[0.03]	65
Halon 2402	CBrF <sub>2</sub> CBrF <sub>2</sub>	N	Y	0.33	0.47[-0.01]	20
<b>Fully fluorinated species</b>						
Sulfur Hexafluoride	SF <sub>6</sub>	Y	N	0.52	6.16[0.26]	3,200

\* Forzamientos radiactivos y permanencias tomados de Daniel and Velders *et al.* (2007) y Clerbaux and Cunnold *et al.* (2007).

<sup>a</sup> Las tasas de mezcla son promedios de medidas superficiales determinados a partir de la NOAA global cooperative sampling network (Hofmann *et al.*, 2006). Los cambios indicados entre corchetes son simplemente la diferencia entre las tasas de mezcla globales anuales de 2007 y 2006. Las unidades son ppm for CO<sub>2</sub>, ppb para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, y ppt para el resto.

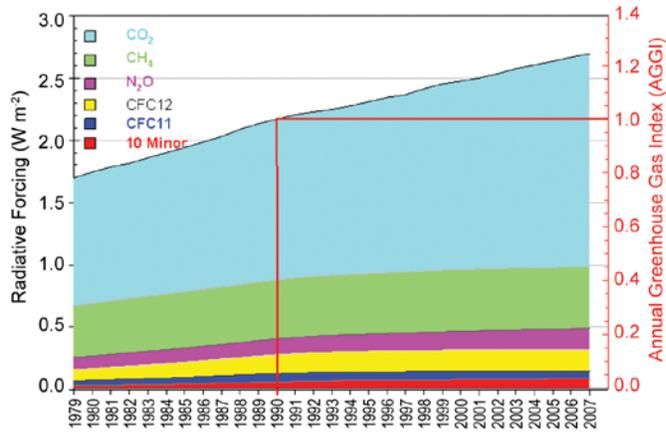


Figura 2.30 Índice Anual de Gases Efecto Invernadero de la NOAA (AGGI). Muestra el forzamiento radiativo relativo a 1750 de todos los gases de larga permanencia indexado a 1 para 1990. Desde 1990, el forzamiento radiativo de los gases efecto invernadero ha aumentado un 24%.

## ÓXIDO NITROSO Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE - J. W. Elkins y G. S. Dutton

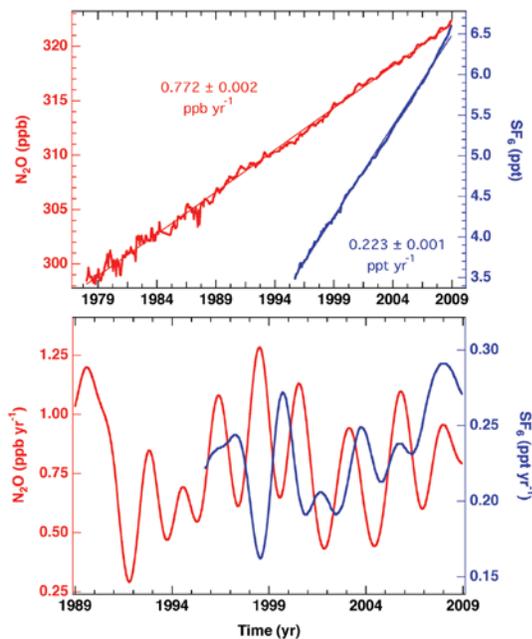


Figura 2.31 Panel superior: Medias globales mensuales junto con estimaciones de la tasa de crecimiento lineal del óxido nitroso ( $N_2O$ , rojo) en ppb y hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ , azul) en ppt a partir de la red de halocarburos NOAA/ESRL. Panel inferior: Tasa de crecimiento instantáneo de  $N_2O$  y  $SF_6$  utilizando un un filtro de dos años; notar la rápida tasa de crecimiento atmosférico del  $SF_6$  desde 2003. Los datos atmosféricos de  $N_2O$  previos a 1989 y de  $SF_6$  previos a 1999 fueron analizados de contenedores en lugar de instrumentos de operación continua en los observatorios de base NOAA/ESRL.

## 6.2 AEROSOL GLOBALES – Jim Haywood, Nicolas Bellouin, y Andy Jones

Figure 2.32. Annual mean total aerosol optical depth derived from the MODIS AQUA sensor for a) 2007, b) 2008. Panel c) shows the anthropogenic aerosol optical depth derived from MODIS aerosol optical depths and fine mode fractions for 2008, following Bellouin et al. (2008). Missing data areas are white.

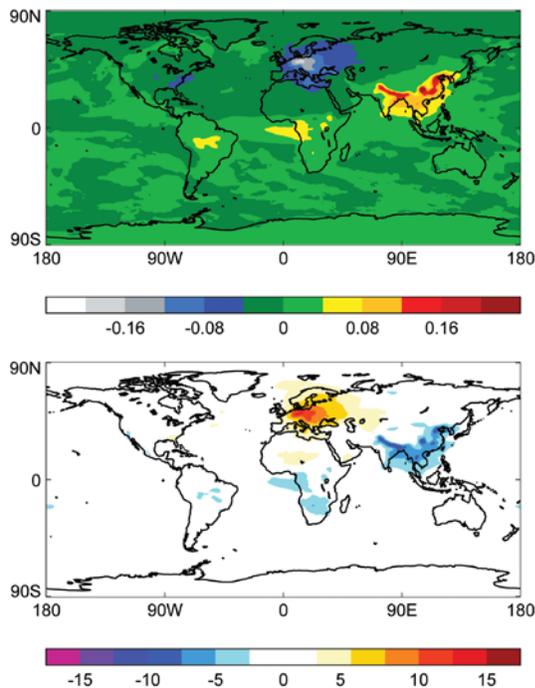


Figura 2.33 a) Cambios en la profundidad óptica de los aerolsoles simulados por el modelo global del Met Office Hadley Centre (HadGEM1) para 1980 - 2000. Los tonos azules y grises muestran decrementos sobre Europa y el este de USA debido a controles de emisiones más restrictivos mientras que los amarillos y rojos reflejan las emisiones de los países de creciente industrialización. b) Cambio modelizado de la luz solar recibida en superficie ( $Wm^{-2}$ ) para el mismo periodo – el amarillo y naranja indica ‘brightening’ mientras que el ‘dimming’ se muestra in the colores azules.

## 6.3 OZONO ESTRATOSFÉRICO– Mark Weber

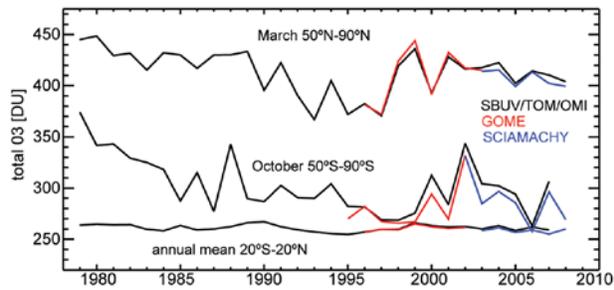


Figura 2.34 Series temporales de SBUV/TOMS/OMI (negro), GOME (rojo), y SCIAMACHY (azul) para el ozono total en las bandas 50°N-90°N en marzo, 20°S-20°N (media anual), y 50°S-90°S en octubre. Las anomalías se calcularon a partir de promedios areales mensuales ponderados a partir de promedios zonales a intervalos de 5° de latitud removiendo la media estacional de 1979-1989.

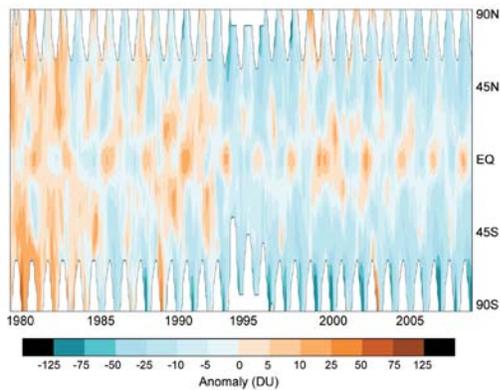


Figura 2.35 Variaciones temporales (1979-2008) de las anomalías zonales del ozono total. Basadas en el combinado SBUV/TOMS/OMI hasta junio de 1995 (Frith et al., 2004), GOME de Julio 1995 a Mayo 2003, y datos SCIAMACHY desde junio 2003 a diciembre 2008 (Weber et al., 2007).

## 7. PROPIEDADES DE LA SUPERFICIE

### 7.1 GLACIARES ALPINOS Y CASQUETES- Mauri S. Pelto

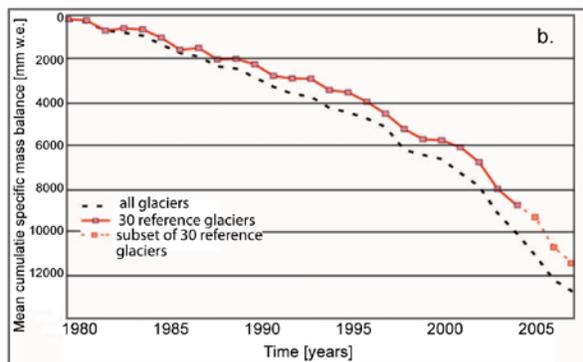
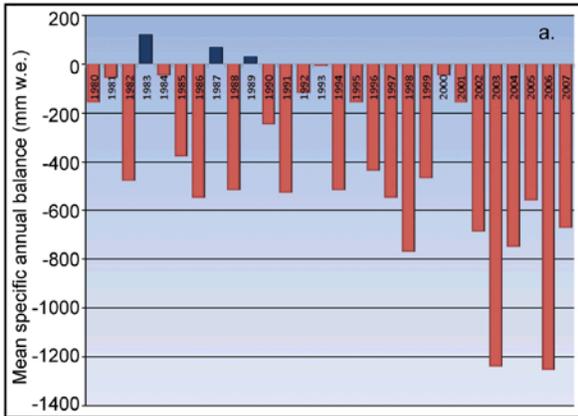


Figura 2.36 a) Promedio anual del balance de masas (mm de equivalente de agua) de 30 WGMS glaciares de referencia, 1980-2007. b) Balance acumulativo medio de los 30 glaciares de referencia y todos los glaciares monitorizados. Dado que no todos los glaciares de referencia tienen datos completos durante los últimos años, se muestra una línea discontinua.

## 7.2 USOS DEL SUELO - A.S. Belward, E. Bartholomé, F. Achard, A.B. Brink

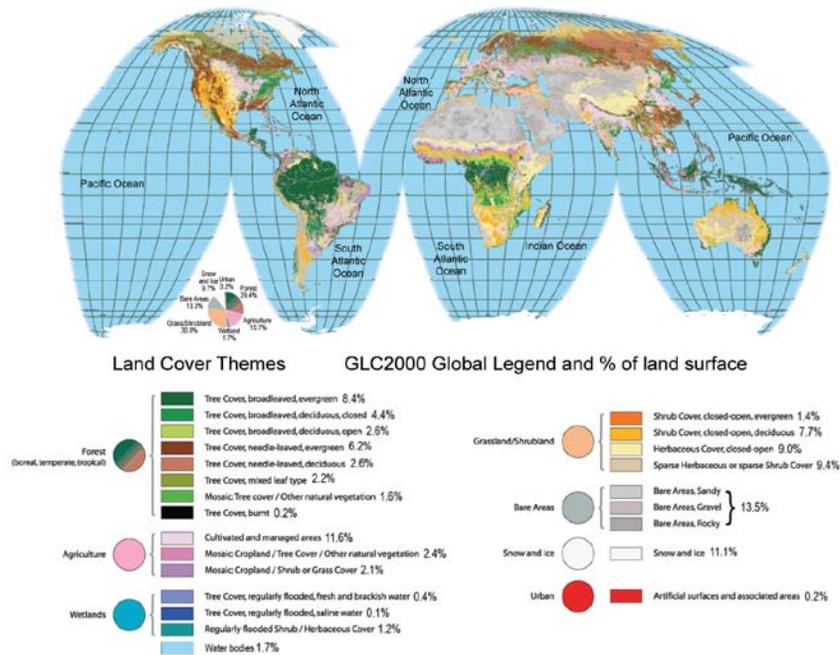


Figure 2.37 Usos del suelo globales al final del milenio: 22 clases, leyenda compatible clasificación FAO de usos del suelo (Di Gregorio y Jansen 2000). Proyección Interrupted Goode Homolosine, Clasificación derivada de las observaciones satelitales diarias SPOT VGT , celda 1 x 1 km, entre noviembre 1999 y diciembre 2000. El mapa y los datos de referencia independientes coinciden el 68% de las veces (Mayaux et al. 2006). EL 22% de los errores de clasificación ocurren en clases mixtas, por ejemplo lugares que se reconocen como bosque caducifolio de hoja ancha se han clasificado como bosque mixto.

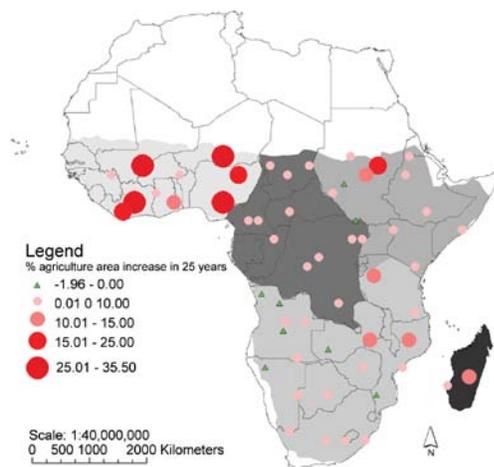


Figure 2.38 Conversión de vegetación natural en agricultura y viceversa en África entre 1975 y 2000; las tasas oscilan entre -1.96% to 35.5%

### 7.3 CONDICIONES GLOBALES DE LA VEGETACIÓ – N. Gobron y A.S. Belward

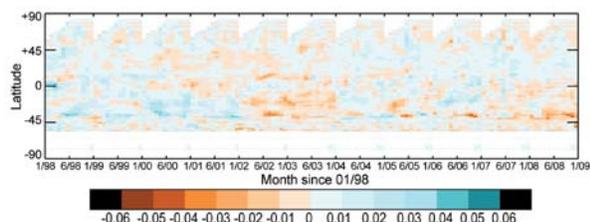


Figura 2.39; Media zonal de anomalías FAPAR 1998 – 2008. Rango de valores entre -0.06 to 0.06.

#### Agradecimientos

Autores de Met Office Hadley Centre fueron financiados por Joint UK Department of Energy and Climate Change (DECC), Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) and Ministry of Defence (MoD) Integrated Climate Programme - DECC/Defra (GA01101), MoD (CBC/2B/0417\_Annex C5).

Table 2.5 Las fuentes utilizadas en este capítulo están disponibles para propósitos de investigación.

Fuente	Bancos de datos	Notas
<a href="http://www.hadobs.org">www.hadobs.org</a>	HadCRUT3 (temperaturas superficiales), HadAT (temperaturas de radiosondeos), HadSLP2r (Presión a nivel del mar e indicadores derivados)	Disponibles múltiples bancos de datos adicionales
<a href="http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/anomalies/anomalies.html">http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/anomalies/anomalies.html</a>	NCDC (temperaturas superficie)	
<a href="http://data.giss.nasa.gov/gistemp/">http://data.giss.nasa.gov/gistemp/</a>	GISS (temperaturas superficie)	
<a href="http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ratpac/index.php">http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ratpac/index.php</a>	RATPAC (temperaturas radiosondas)	

<a href="http://earth.geology.yale.edu/~sherwood/radproj/">http://earth.geology.yale.edu/~sherwood/radproj/</a>	IUK (temperaturas radiosondas)	Puede relocalizarse ya debido a cambios de institución del gestor
<a href="http://www.univie.ac.at/theoret-met/research/raobcore/">http://www.univie.ac.at/theoret-met/research/raobcore/</a>	RAOBCORE y RICH (temperaturas de radiosondeos)	
<a href="http://vortex.nsstc.uah.edu/data/msu/">http://vortex.nsstc.uah.edu/data/msu/</a>	Registro UAH MSU (temperaturas satélite)	
<a href="http://www.remss.com">http://www.remss.com</a>	Registro RSS MSU (temperaturas satélite), Registro RSS SSM/I (viento precipitación y columna total de vapor de agua sobre el océano), TMI y AMSR-E (precipitación)	El registro SSM/I solo disponible en disco duro.
<a href="http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/mscat/mscatmain.htm">http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/mscat/mscatmain.htm</a>	Registro STAR MSU (temperaturas satélite)	
On request from <a href="mailto:junhong@ucar.edu">junhong@ucar.edu</a>	GPS basado en tierra Columna total de vapor de agua	
<a href="http://www.geo.unizh.ch/wgms/mbb/mbb10/sum07.html">http://www.geo.unizh.ch/wgms/mbb/mbb10/sum07.html</a>	Datos de balance de masas glaciár	
<a href="http://gem.jrc.ec.europa.eu/index.php">http://gem.jrc.ec.europa.eu/index.php</a>	Usos del suelo globales	Muchos otros bancos disponibles
<a href="http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ghcn-monthly/index.php">http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ghcn-monthly/index.php</a>	GHCN mensual (precipitación)	También otras variables
<a href="http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ghcn-daily/">http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ghcn-daily/</a>	GHCN diario	También otras variables
<a href="http://www.cdc.noaa.gov/data/gridded/data.gpcc.html">http://www.cdc.noaa.gov/data/gridded/data.gpcc.html</a>	GPCC (VasClimO and Full v.3) (precipitación)	
<a href="http://precip.gsfc.nasa.gov">http://precip.gsfc.nasa.gov</a>	GPCP (precipitación)	
<a href="http://www.cpc.noaa.gov/products/global_precip/html/wpage.cmap.html">http://www.cpc.noaa.gov/products/global_precip/html/wpage.cmap.html</a>	CMAP (precipitación)	
<a href="http://climate.rutgers.edu/snowcover">http://climate.rutgers.edu/snowcover</a>	Extensión de la cobertura de nieve	
<a href="http://www.atmos.washington.edu/~ignatius/CloudMap">http://www.atmos.washington.edu/~ignatius/CloudMap</a>	Observaciones de tiempo en superficie (SOBS) nubes	
<a href="http://www.ssec.wisc.edu/~donw/PAGE/CLIMATE.HTM">http://www.ssec.wisc.edu/~donw/PAGE/CLIMATE.HTM</a>	HIRS-W nubes	
<a href="http://isccp.giss.nasa.gov">http://isccp.giss.nasa.gov</a>	ISCCP D2 nubes	
<a href="http://cimss.ssec.wisc.edu/patmosx">http://cimss.ssec.wisc.edu/patmosx</a>	PATMOS-x nubes	
<a href="http://ladsweb.nascom.nasa.gov">http://ladsweb.nascom.nasa.gov</a>	MODIS nubes	
<a href="http://www.cdc.noaa.gov/data/reanalysis">http://www.cdc.noaa.gov/data/reanalysis</a>	NCEP/NCAR reanalysis	

<a href="http://www.gth-h.net">http://www.gth-h.net</a>	Datos de escorrentía	
<a href="http://grdc.bafg.de">http://grdc.bafg.de</a>	Centro de datos globales de escorrentía	
<a href="http://eosweb.larc.nasa.gov/">http://eosweb.larc.nasa.gov/</a>	Datos CERES EBAF, CERES estilo ERBE, y FLASHFlux (balance terrestre de radiación a partir de banda ancha de satélite; onda larga saliente, onda corta reflejada y radiación neta)	Muchos otros bancos disponibles incluyendo aerosoles
<a href="http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/">http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/</a>	Indicadores de gases efecto invernadero	
<a href="http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/">http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/</a>	Monitorización del dióxido de carbono	
<a href="http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/towers/">www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/towers/</a>	Monitorización ESRL del monóxido de carbono	
<a href="http://www.cmdl.noaa.gov/odgi/">http://www.cmdl.noaa.gov/odgi/</a>	Índice de gases destructores de ozono	
<a href="http://www.esrl.noaa.gov/gmd/dv/ftpdata.html">http://www.esrl.noaa.gov/gmd/dv/ftpdata.html</a>	Red de halocarburos ESRL	
<a href="http://www.iup.uni-bremen.de/gome/wfdoas/">http://www.iup.uni-bremen.de/gome/wfdoas/</a>	Ozono SBUV/TOMS/OMI, GOME, SCIAMACHY	
<a href="http://fapar.jrc.ec.europa.eu/">http://fapar.jrc.ec.europa.eu/</a>	FAPAR	