

Evolución del Ciclo Solar 24

Miguel Herraiz Sarachaga^{1,2}
Francisco Sánchez-Dulcet¹

- 1. Departamento de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I
Universidad Complutense de Madrid***
- 2. Instituto de Geociencias (UCM.CSIC)***

Entidad Colaboradora:

FUNDACIÓN MAPFRE Instituto de Prevención, Salud y Medioambiente

Madrid, 26 de Noviembre de 2013

Un año más ...

23-24 de Marzo, 2011: I Jornada Técnica de Clima Espacial

29 de Mayo, 2012: II Jornada Técnica de Clima Espacial



**Jornada técnica:
Clima Espacial**

Objetivos:

- Describir y analizar los factores implicados en el desarrollo del clima espacial, así como su Peligrosidad, Vulnerabilidad y Riesgo.
- Analizar las medidas desarrolladas por las instituciones estatales e internaciones sobre las tormentas magnéticas.
- Analizar el registro histórico de tormentas magnéticas y sus efectos.
- Poner en común las posibles medidas preventivas y sistemas de alerta a aplicar por las entidades posiblemente afectadas.

LUGAR DE CELEBRACIÓN:
Escuela Nacional de Protección Civil
Camino de Salmadina S/N, Autovía de Valencia, Km. 19
Rivas – Vaciamadrid (Madrid)

SUBSECRETARÍA
DIRECCIÓN GENERAL
DE PROTECCIÓN CIVIL
Y EMERGENCIAS

Ahora:

26 de Noviembre, 2013: III Jornada de **Meteorología** Espacial

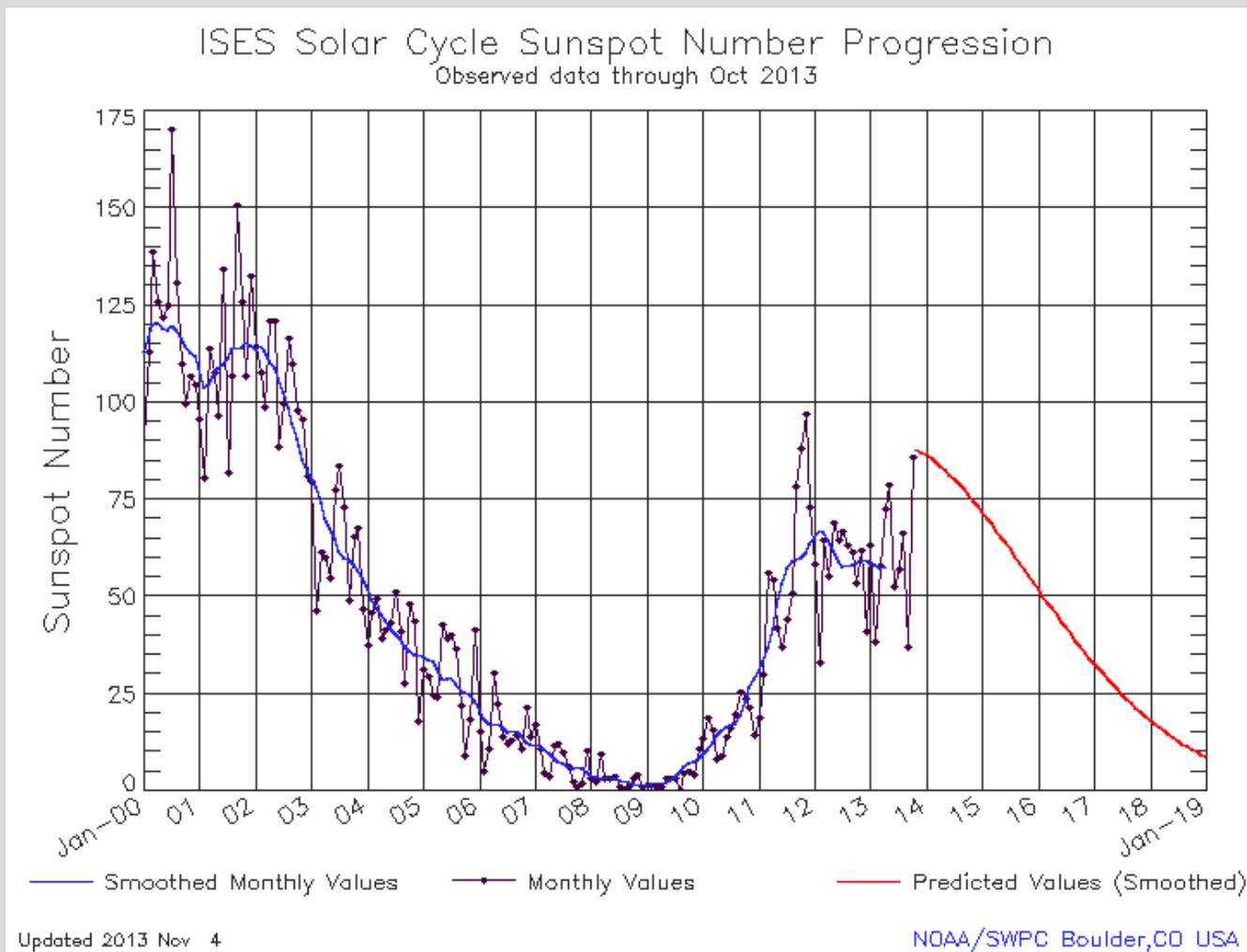
CICLO SOLAR 24

Evolución desde el 1 de junio 2012 hasta el 26 de Noviembre de 2013

Principales rasgos del comportamiento solar

Algunas características de la respuesta social

Situación actual Ciclo 24



Una mirada hacia atrás ...

2005-2006: Debate sobre el próximo ciclo 24

Dos tendencias:

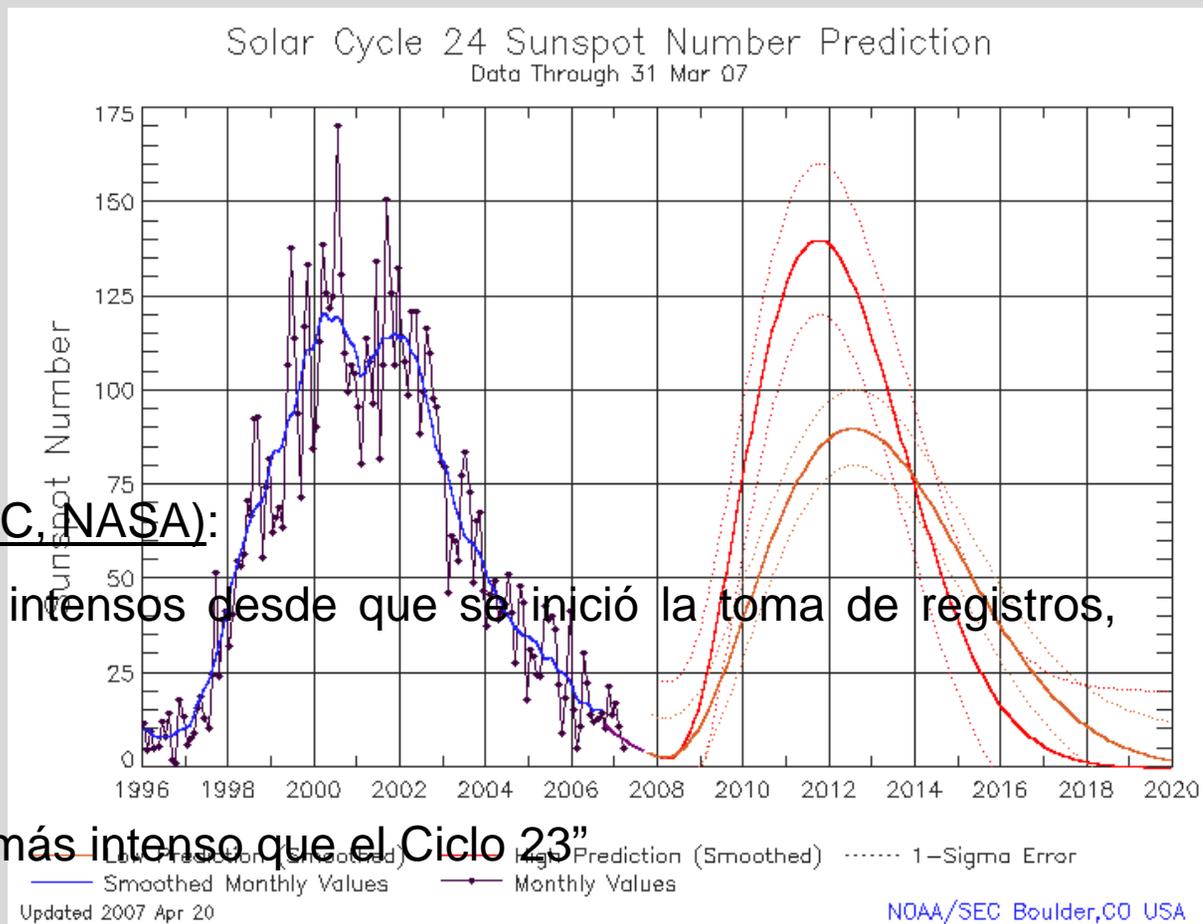
- Ciclo muy activo
- Ciclo de baja actividad

D. Hataway: (Marshall SFC, NASA):

“Uno de los ciclos más intensos desde que se inició la toma de registros, hace casi 4000 años”

D. Dikpati (NCAR, NSF):

“Entre un 30% y un 50% más intenso que el Ciclo 23”



Retraso en el inicio del Ciclo 24, previsto para 2006 ó 2007

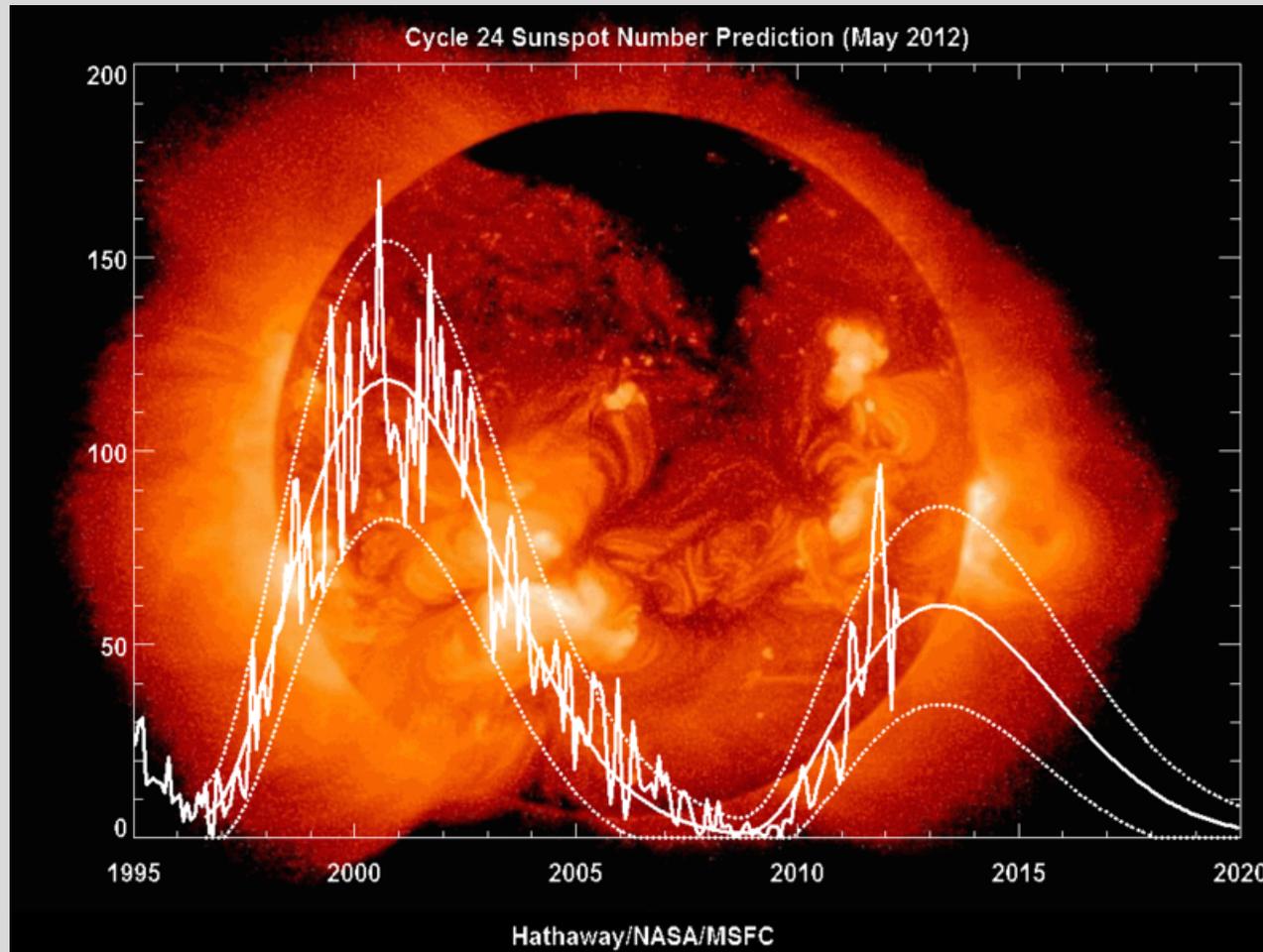
Debate

Panel para la Predicción del Ciclo Solar (SWPC): máximo del ciclo 24 a finales de 2011 o mediados de 2012. Distintos niveles de actividad

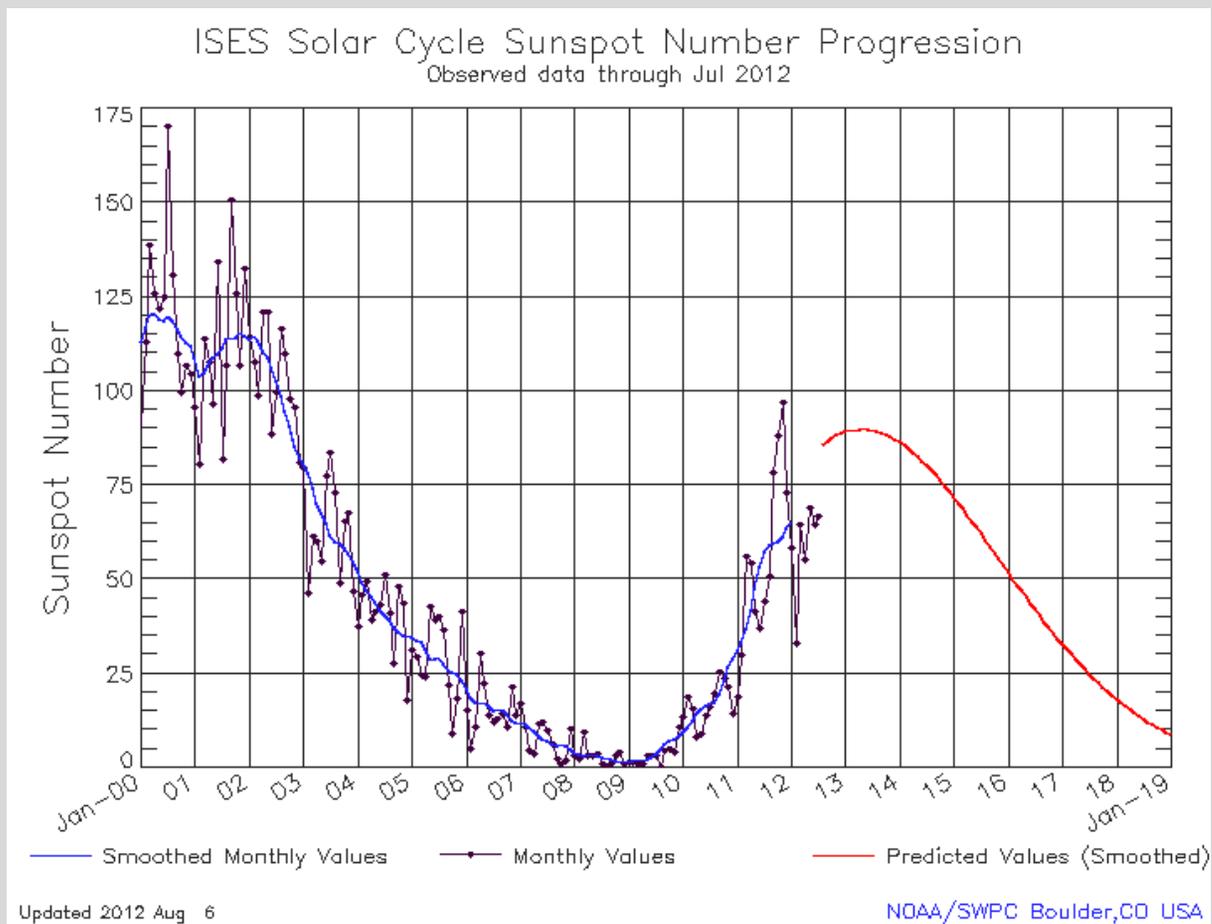
Enero 2008, comienzo del Ciclo 24

Mayo de 2009. El panel retrasa el máximo hasta mayo de 2013 y anuncia un valor máximo de 90 manchas, menor que lo previsto anteriormente

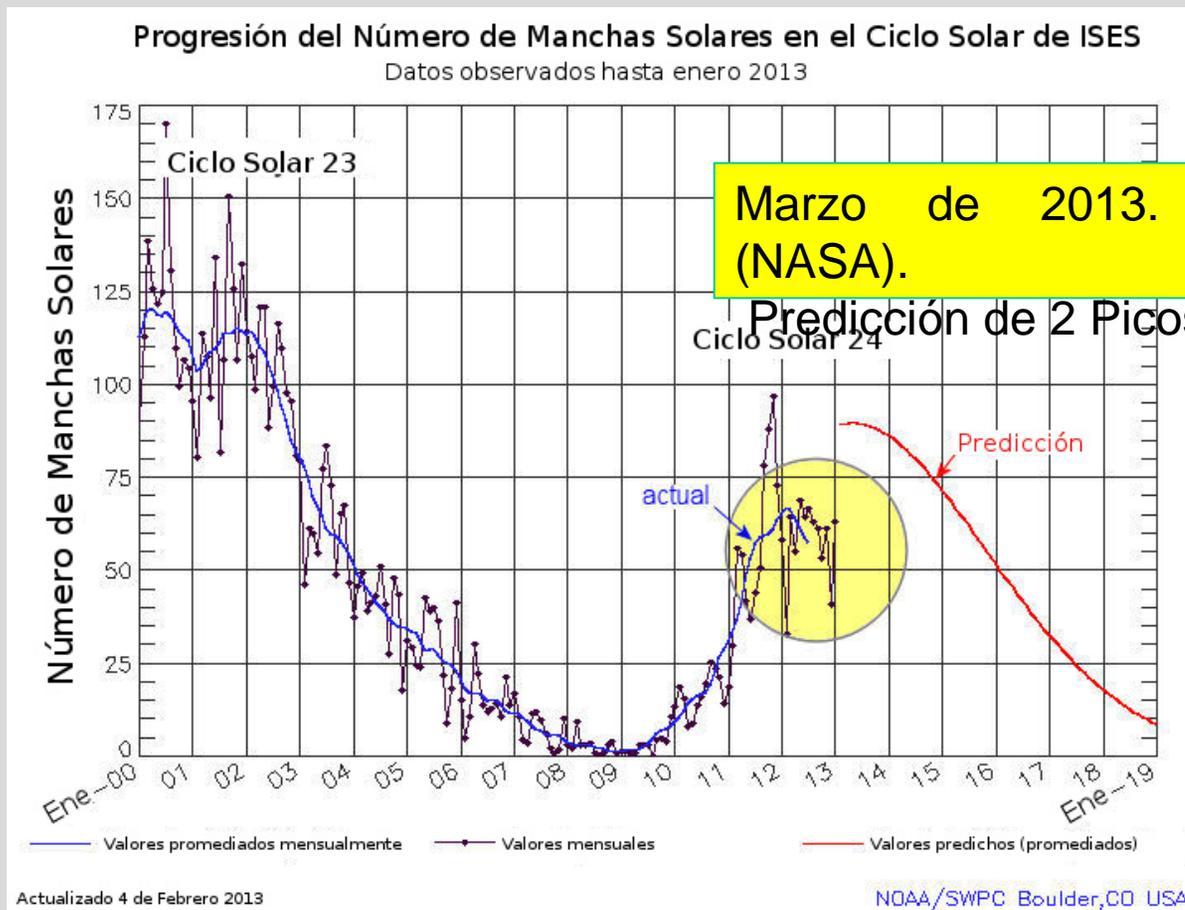
Mayo de 2012. D. Hathaway rebaja el máximo hasta 60 manchas y lo sitúa en la primavera de 2013.

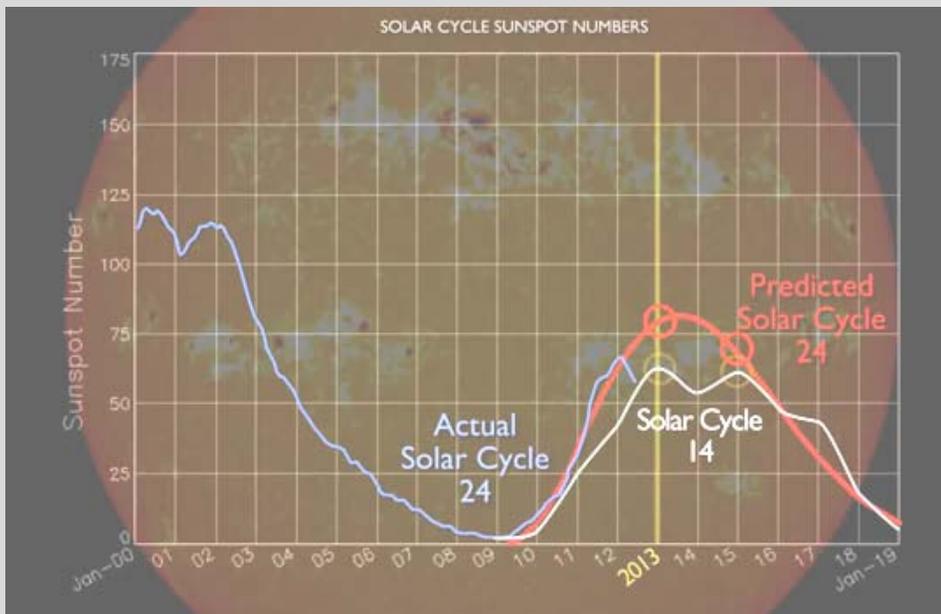


SWPC mantiene la predicción del número de manchas en 90



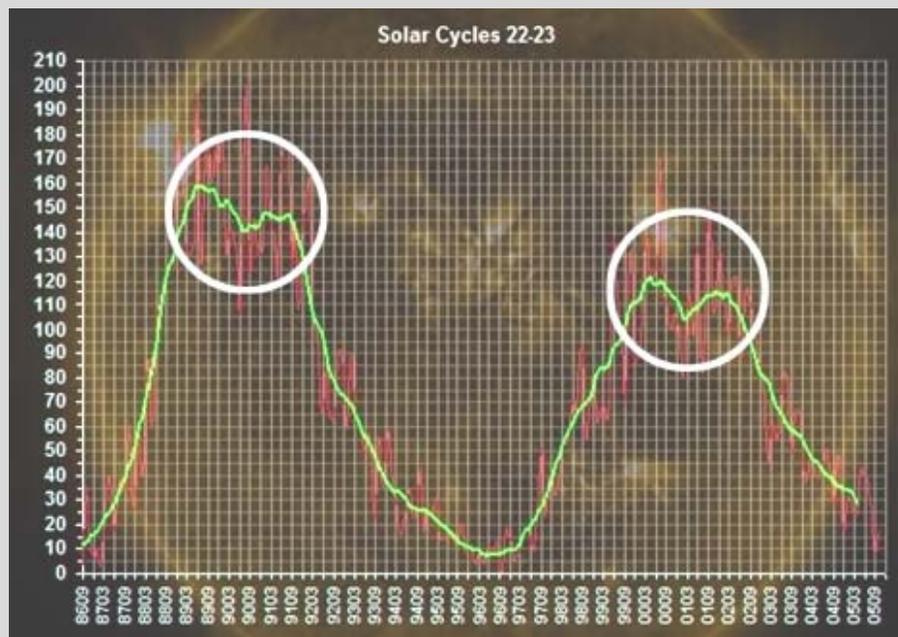
El problema continúa.....





En el ciclo 14 (1902-1913) también hubo 2 picos, ambos más pequeños que el observado este año

Y lo mismo ha ocurrido en los dos últimos ciclos



¿Qué ha sucedido desde mayo del año pasado?

Nos fijamos en la actividad solar

Pequeño recordatorio sobre la actividad solar

Fulguraciones Solares: Clases A,B,C,M,X en función de la densidad de potencia de la radiación entre 1 y 8 Amstrongs, medida en Watt/m² por el satélite GOES.

Cada nivel tiene 10 veces más energía que el anterior. A es el mínimo y X el máximo. Dentro de cada nivel (excepto en X) se distinguen 9 subniveles.

La fulguración más grande medida tuvo lugar el 4 de Noviembre de 2003 y alcanzó el valor X45.

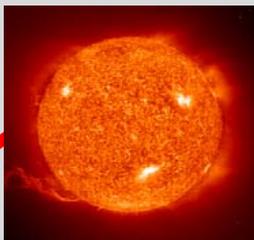


November 4th, 2003

During Solar Cycle 23,
Sunspot 486 produces the
strongest Solar Flare in
recorded history.

Estimated as X28+

Fenómenos solares



Eyección Masa Coronal
EMC

RADIACION ELECTROMAGNETICA

*LLEGADA: INMEDIATA
DURACION: MINUTOS, 1-2 HORAS*

BLOQUEOS DE RADIO

PERTURBACION DE SEÑALES DE RADIO
RADIOCOMUNICACION TIERRA Y
NAVIGACION SATELITAL, SATCOM,
INTERFERENCIAS DE RADAR,
DEBILITAMIENTO DE ONDAS CORTAS DE
RADIO

PARTICULAS DE ALTA ENERGIA

*LLEGADA: 15 MIN - POCAS HORAS
DURACION: DIAS*

TORMENTAS DE RADIACIÓN

DESORIENTACION DE SATELITES
LECTURAS FALSAS EN SENSORES
DAÑO A NAVIOS ESPACIALES
FALLOS EN LA CARGA UTIL
RADIACION EN AVIONES A GRAN ALTURA
DEBILITAMIENTO DE ONDAS CORTAS DE
RADIO

PARTICULAS DE MEDIA-BAJA ENERGIA

*LLEGADA: 2-4 DIAS
DURACION: DIAS*

TORMENTAS GEOMAGNETICAS

CARGA ELECTRICA Y ARRASTRE EN
SATELITES Y VV. EE.
PÉDIDA SATELITES
ERRORES DE NAVEGACION. GNSS
GICs
APAGONES ELÉCTRICOS

Algunas fulguraciones provocan Eyecciones de Masa Coronal

Y algunas de estas EMC generan Tormentas
Geomagnéticas

Para ello:

La fulguración debe ser muy energética (Clase M ó X)

Debe estar dirigida hacia la Tierra y alcanzarla

La componente Z del IMF arrastrado por el viento solar debe ser negativa

ESCALA NOAA

G1 (Menor. 1700 por ciclo) → G5 (Extrema. 4 por ciclo. Kp=9)

G3 (Fuerte. 200 por ciclo. Kp=7)

G4 (Severa. 100 por ciclo. Kp=8)

En este ciclo: 3 G3, 4 G4

Otros efectos en la Tierra, resultantes de la actividad solar, son los **bloqueos de radio** y las **tormentas de radiación**.

Bloqueos de Radio (producidos por las radiaciones emitidas)

Flujo Rayos X, GOES

R1 (Menor. 2000 por ciclo) → R5 (Extremo. 1 por ciclo)

Tormentas de Radiación (generadas por emisión de partículas de alta energía)

Flujo de partícula energéticas (MeV), GOES

S1 (Menor. 50 por ciclo) → S5 (Extrema. <1 por ciclo)

Evolución Solar 1

2012

Junio 11 M y 1 M3

Julio 45 M

X1,1 → 2 G1 y R3

X1,4 → G2 y R3

Día 23: EMC gigantesca. Velocidad > 2900km/s. No geoelectiva

Agosto 10 M y 1 M5,5

Septiembre 4 M

Día 27: Fulguración C3,7 → S1 y G3 en octubre

Octubre Día 20: Fulguración M 9 genera una EMC no geoelectiva
Día 23: Fulguración X1,8 que no genera EMC → Alerta R3

Noviembre 14 M y 1M6,0 → G2

Diciembre Calma. Máxima fulguración C5,7. Número de manchas: 41

Evolución Solar 2

2013

Enero
Febrero
Marzo
Abril

} Calma inesperada. Sólo 13M siendo la mayo M6,5 producida el 11 de abril. Genera un bloqueo R2, una tormenta de radiación S2 y una EMC no geoefectiva

Mayo



Muy activo (número de manchas: 79)
4X en tres días, 13-15, que generan 3R3 y 4 fuertes EMC pero sólo una de ellas es geoefectiva y genera G1.
14M. La mayor, M5,0 genera una tormenta G1 los días 24 y 25

Junio



Calma. 52,5 (número de manchas: 52)
4M

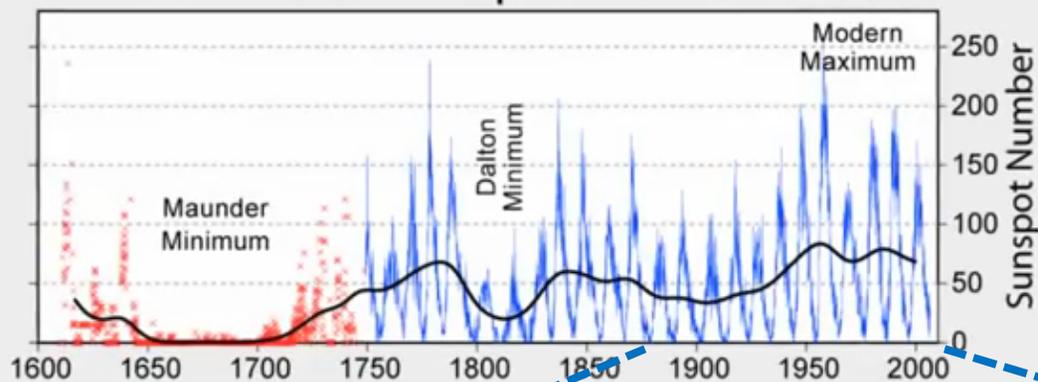
Julio

Agosto

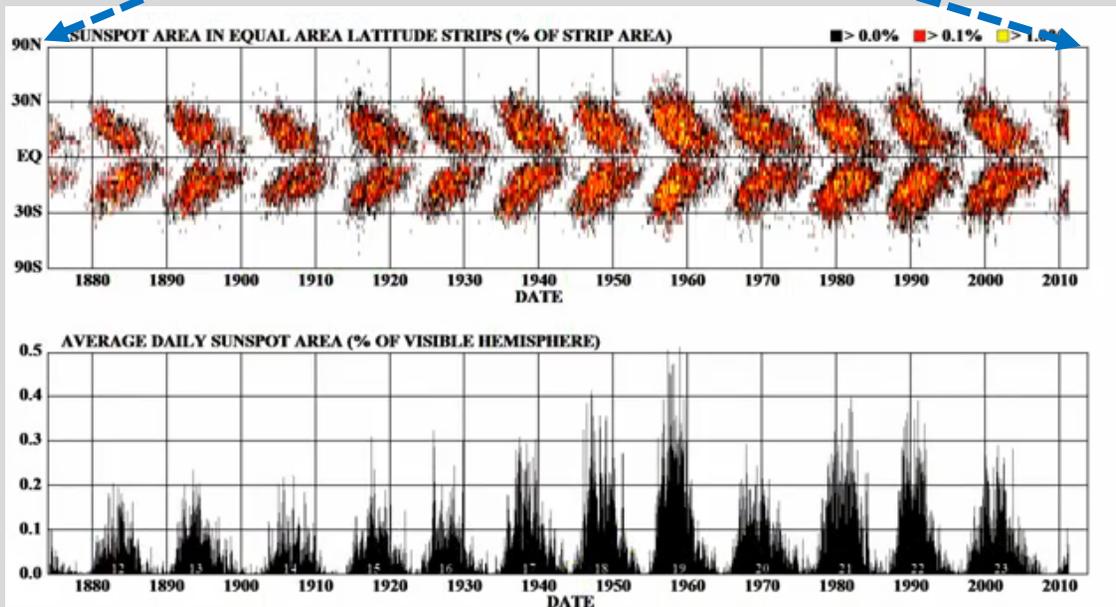
Septiembre

} Calma extrema. Número de manchas: 57, 66, 37
Sólo 4M. La mayor M3,3

400 Years of Sunspot Observations



¿Mínimo de manchas solares?



Evolución Solar 2

2013

Enero
Febrero
Marzo
Abril

Calma inesperada. Sólo 13M siendo la mayo M6,5 producida el 11 de abril. Genera un bloqueo R2, una tormenta de radiación S2 y una EMC no geoefectiva

Mayo



Muy activo (número de manchas: 79)
4X en tres días, 13-15, que generan 3R3 y 4 fuertes EMC pero sólo una de ellas es geoefectiva y genera G1.
14M. La mayor, M5,0 genera una tormenta G1 los días 24 y 25

Junio



Calma. 52,5 (número de manchas: 52)
4M

Julio

Agosto

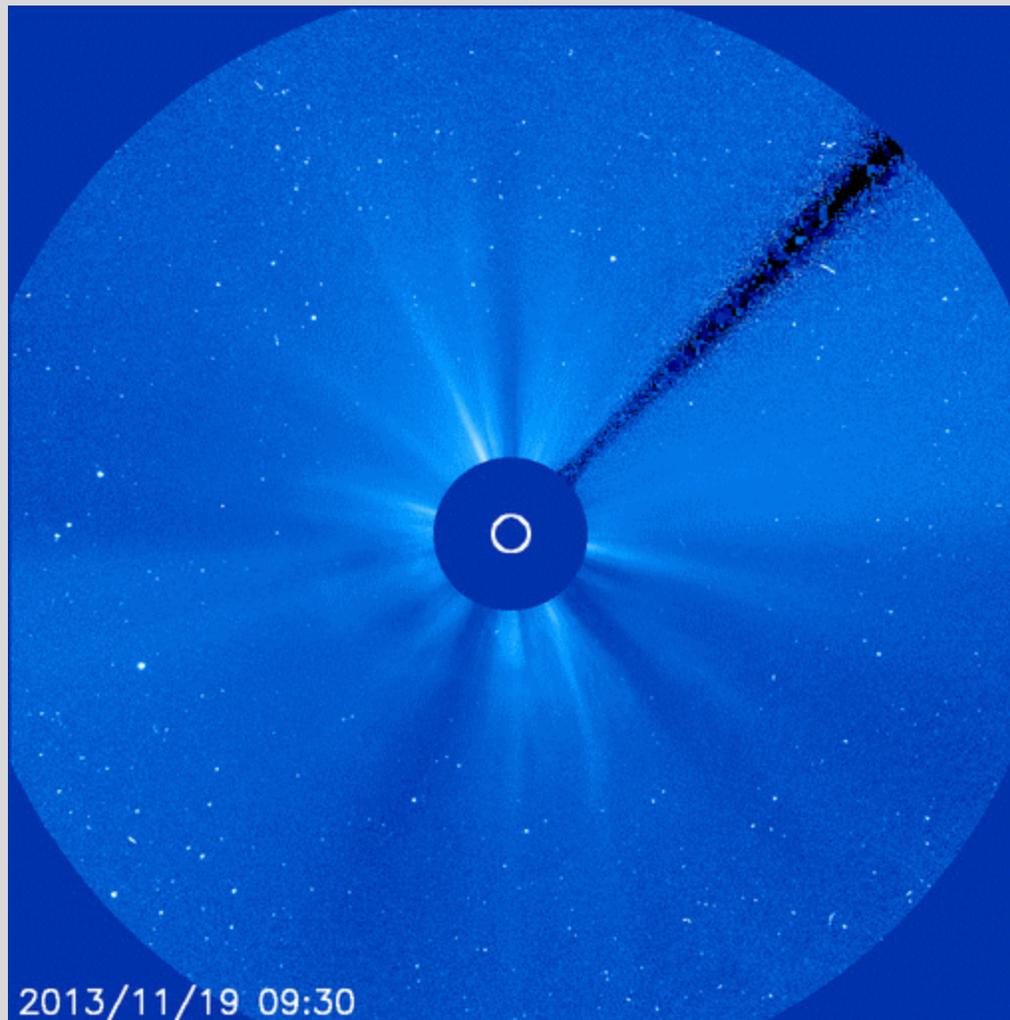
Septiembre

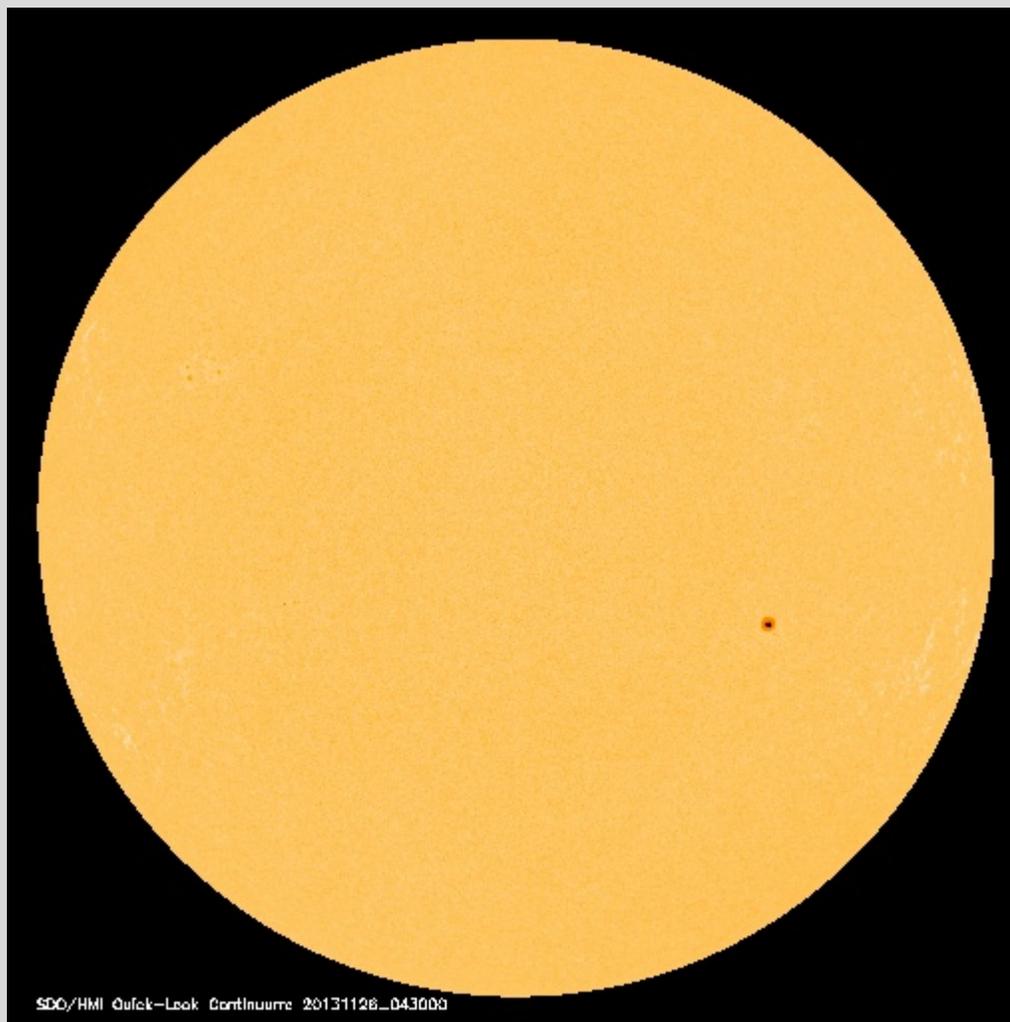
Calma extrema. Número de manchas: 57, 66, 37
Sólo 4M. La mayor M3,3

Evolución Solar 3

2013

- Octubre
- Día 2: **G2** (perturbaciones en sistemas de conducción eléctrica)
Tranquilo hasta el día 24 cuando aparece M9,3.
Día 25: X17, X2,1, 5M
Día 28: X1,0 (produce **S1**) M5,1
Día 29: X2,3
Número de manchas 86
33M
- Noviembre
- Día 1: M6,3
Día 5: X3,3
Día 8: X1,1
Día 10: X1,3
Las fulguraciones X produjeron **R3** y EMCs pero éstas no fueron geoeffectivas: Parece que las del días 8 y 10 se unieron en el espacio.
Día 19: X1 Produce una EMC no geoeffectiva.





Evolución Solar 3

2013

- Octubre Día 2: **G2** (perturbaciones en sistemas de conducción eléctrica)
Tranquilo hasta el día 24 cuando aparece M9,3.
Día 25: X17, X2,1, 5M
Día 28: X1,0 (produce **S1**) M5,1
Día 29: X2,3
Número de manchas 86
33M
- Noviembre Día 1: M6,3 ¿Es la actividad de Octubre y Noviembre
Día 5: X3,3 el segundo pico de Pesnell?
Día 8: X1,1
Día 10: X1,3
Las fulguraciones X produjeron **R3** y EMCs pero éstas no
fueron geoeffectivas: Parece que las del días 8 y 10 se
unieron en el espacio.
Día 19: X1 Produce una EMC no geoeffectiva.

Unas pinceladas sobre la respuesta social en este tiempo...

Progresiva toma de conciencia por parte de las Instituciones

Fecha Registro:28/09/2012 N. registro: 30778


CORTES GENERALES



EXCMO. SR.:

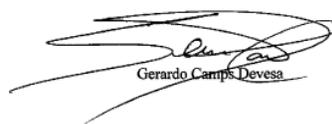
Comunico a V.E. que la Comisión Mixta para la Unión Europea, en su sesión del día 24 de septiembre de 2012, ha acordado aprobar con modificaciones la Proposición no de Ley sobre la necesidad de un protocolo de seguridad europeo para la prevención tecnológica derivada de fenómenos naturales solares (núm. expte. 161/462), presentada por el Grupo Parlamentario Socialista y publicada en el "BOCG. Sección Cortes Generales", Serie A (CG) núm. 31, de 27 de marzo de 2012, en los siguientes términos:

"El Congreso de los Diputados insta al Gobierno a que se remita al Parlamento Europeo y a la Comisión el criterio favorable para promover en el marco de las actuaciones del Centro Común de Investigación, departamento que pertenece a la Comisión Europea, para que prosiga su investigación y continúe estudiando la conveniencia de la elaboración de un catálogo educativo y preventivo conjunto para todos los países integrados en la Unión Europea, ante hipotéticas situaciones de emergencia derivadas por fenómenos naturales de origen solar."

Lo que pongo en conocimiento de V.E. a los efectos oportunos.

Palacio del Congreso de los Diputados, a 26 de septiembre de 2012.

EL PRESIDENTE DE LA COMISIÓN MIXTA PARA LA UNIÓN EUROPEA


Gerardo Camps Devesa

EXCMO. SR. PRESIDENTE DEL CONGRESO DE LOS DIPUTADOS.

Madrid, 26 de Noviembre de 2013

Unas pinceladas sobre la respuesta social en este tiempo...

Progresiva toma de conciencia por parte de las Instituciones

Profundización en la labor científica y técnica

Foundation for Resilient Societies—Docket No. AD12-13-000

**Commonsense Appeal to the
FERC Commissioners for
Action on a Regulatory Standard for
Solar Storm Protection**

Comments on Docket No. AD12-13-000
FERC Staff Technical Conference on Geomagnetic Disturbances
to the Bulk-Power System
Held on April 30, 2012
Submitted to FERC on May 21, 2012 by
Foundation for Resilient Societies

www.resilientsocieties.org

141 FERC ¶ 61,045
UNITED STATES OF AMERICA
FEDERAL ENERGY REGULATORY COMMISSION

18 CFR Part 40

[Docket No. RM12-22-000]

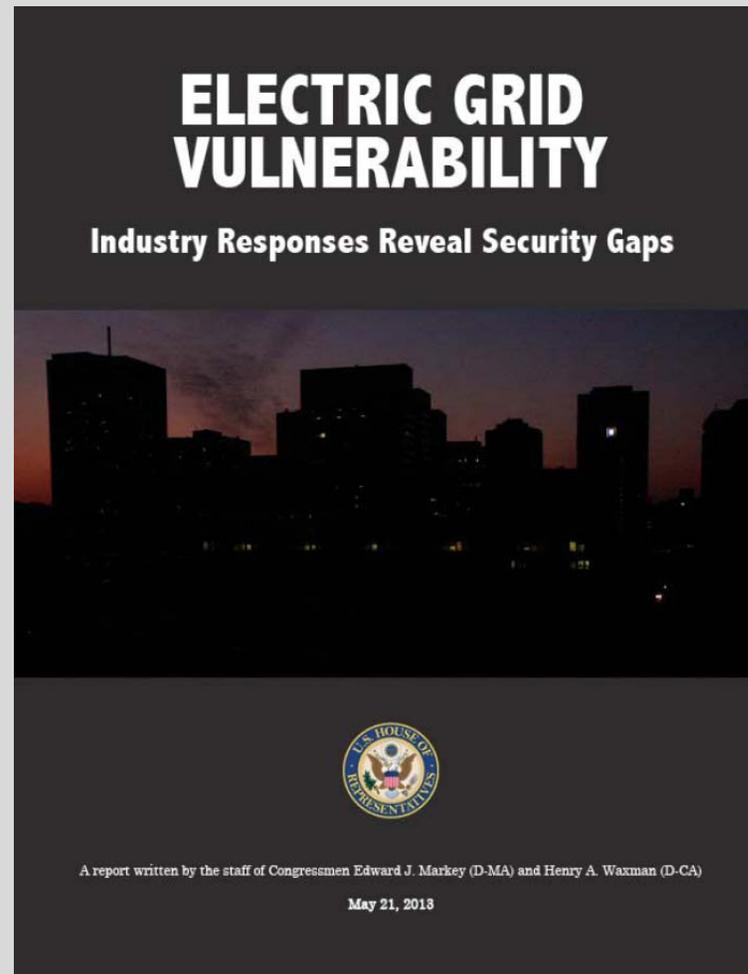
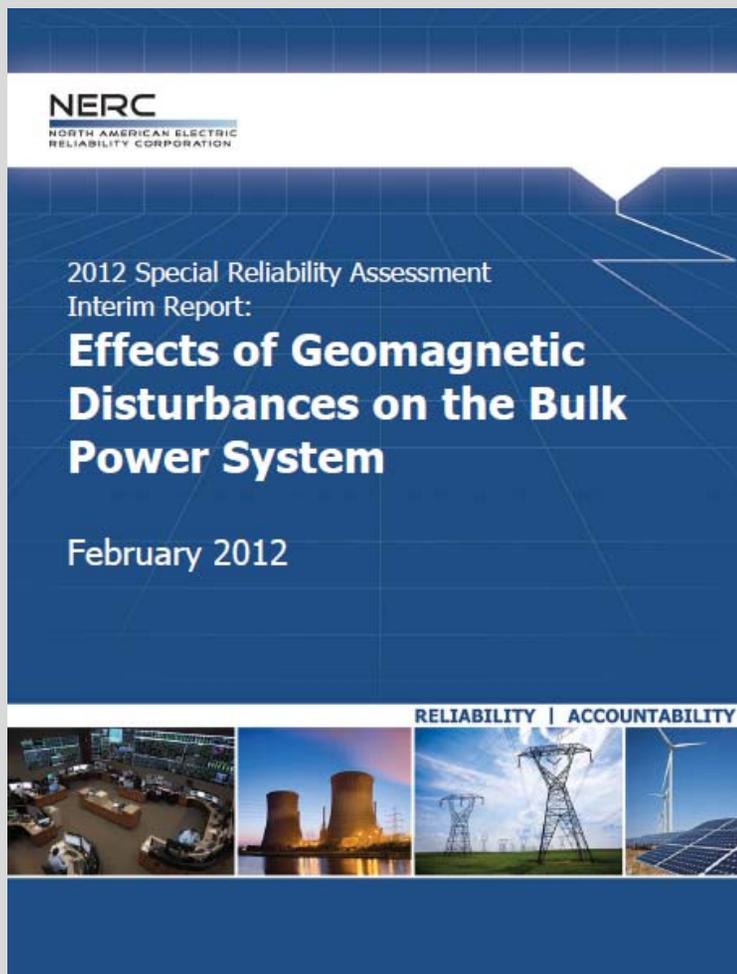
Reliability Standards for Geomagnetic Disturbances

(Issued October 18, 2012)

AGENCY: Federal Energy Regulatory Commission.

ACTION: Notice of Proposed Rulemaking.

SUMMARY: Under section 215 of the Federal Power Act, the Federal Energy Regulatory Commission (Commission) proposes to direct the North American Electric Reliability Corporation (NERC), the Commission-certified Electric Reliability Organization, to submit for approval Reliability Standards that address the impact of geomagnetic disturbances (GMD) on the reliable operation of the Bulk-Power System. The Commission proposes to do this in two stages. In the first stage, the Commission proposes to direct NERC to file, within 90 days of the effective date of a final rule in this proceeding, one or more Reliability Standards that require owners and operators of the Bulk-Power System to develop and implement operational procedures to mitigate the effects of GMDs consistent with the reliable operation of the Bulk-Power System. In the second stage, the Commission proposes to direct NERC to file, within six months of the effective date of a final rule in this proceeding, one or more Reliability Standards that require owners and operators of the Bulk-Power System to conduct initial and on-going

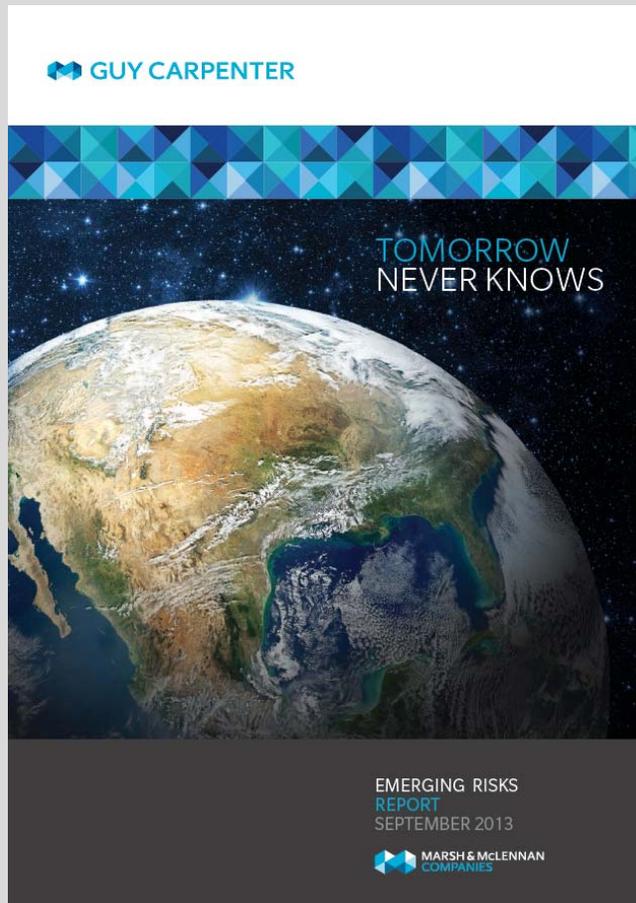


Unas pinceladas sobre la respuesta social en este tiempo...

Progresiva toma de conciencia por parte de las Instituciones

Profundización en la labor científica y técnica

Respuesta de empresas: REE, ENDESA, MAPFRE...



Unas pinceladas sobre la respuesta social en este tiempo...

Progresiva toma de conciencia por parte de las Instituciones

Profundización en la labor científica y técnica

Respuesta de empresas: REE, ENDESA, MAPFRE...

Pero despreocupación de otras...

Disminución del catastrofismo...

Pero información deficiente desde el punto de vista científico

Conclusiones

- Dado que las limitaciones de las predicciones científicas sobre la actividad solar pueden provocar el escepticismo y la desconfianza en algunos sectores de la sociedad, parece conveniente **presentar su verdadero alcance** e insistir en sus limitaciones.
- Parece indudable que estas Jornadas han tenido una influencia muy positiva para que la sociedad española avance en el conocimiento de esta amenaza natural. Por ello, quizá sea el momento adecuado para que los conocimientos transmitidos se plasmen en **normativas y medidas concretas de protección**, así como en **materiales que divulguen la respuesta a la amenaza**, etc.
- No parece aventurado señalar que existen **sectores** que siendo fundamentales para el funcionamiento de la sociedad y pudiendo estar particularmente amenazados por los fenómenos adversos de la meteorología espacial, **continúan ajenos al problema**. El trabajo encaminado a **cambiar esta situación** se presenta como extremadamente necesario.

Muchas gracias por su
atención.

Mayo de 2009. El panel retrasa el máximo hasta mayo de 2013 y anuncia un valor máximo de 90 manchas, menor que lo previsto anteriormente

