

*El pasado septiembre en la reunión anual de los 6 metros de Jimmy, W6JKV, en Austin, Tejas (EEUU), tuvimos la ocasión de asistir a una magnífica exposición de K6MIO, Dr. James R. Kennedy, acerca de la **propagación F2 y su relación con el ciclo solar**.*

Jim es un científico que trabaja como director asociado de operaciones del observatorio Gemini de Hilo, Islas Hawai.

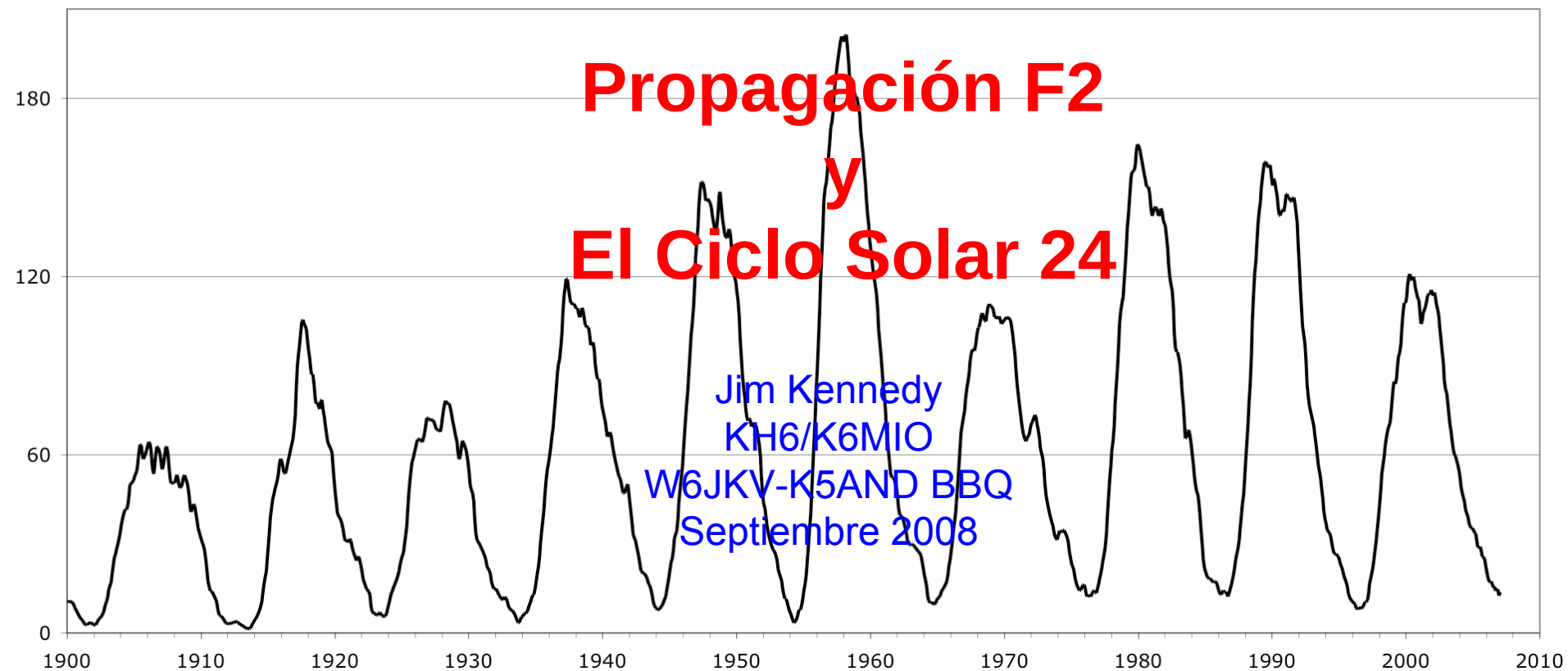
En el congreso de URE de diciembre se proyectó su trabajo una vez traducido.

73 y buena propagación

De EA7KW, José Ramón Hierro

Propagación F2 y El Ciclo Solar 24

Jim Kennedy
KH6/K6MIO
W6JKV-K5AND BBQ
Septiembre 2008



Fundamentos de la propagación por la capa F

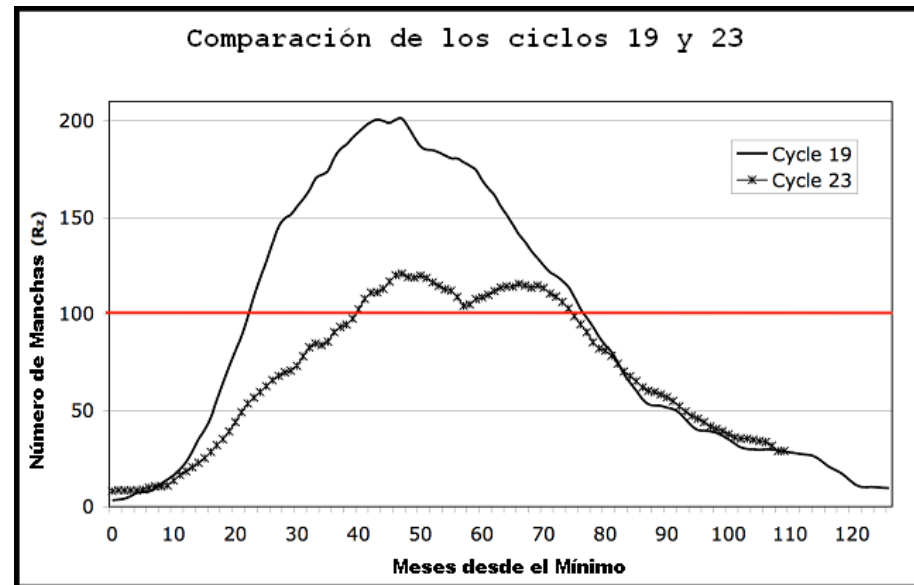
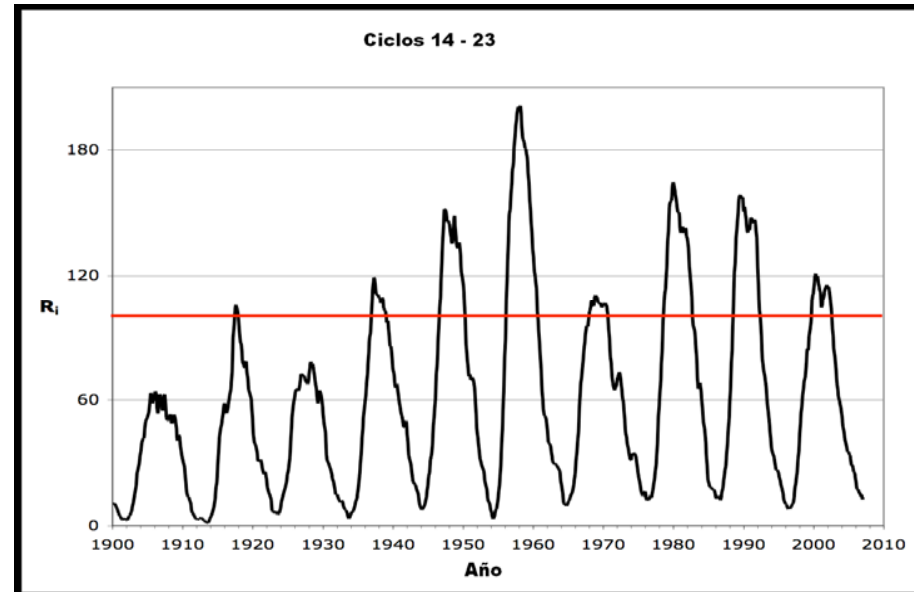
Por qué nos interesamos por el DX en los 6 metros
(y TEP en 2 metros)

- La capa F se ioniza por la radiación EUV
- La ionización modela la propagación por la F2
- Alta EUV solar => “alta” actividad solar
- $50 \text{ MHz} > \text{MUF}$ para niveles solares “medios”
- Por tanto, la F2 en 6m ocurre cerca del máximo solar
- **Así pues, *el cuándo* es lo que nos interesa**
 - También ***cuánto***, pero eso es más difícil de definir

Ciclo de “Actividad”

Manchas solares, erupciones y CMEs

- El índice de manchas solares internacional es el R_i
 - $R_i = (\text{n}^\circ \text{ de manchas} + 10 \text{ n}^\circ \text{ de grupos})$
- Valles y picos de la actividad Solar
 - Pico *aproximadamente* cada 11 años
 - Su longitud *varía mucho* (de 9 a 14 años)
 - El R_i *máximo varía mucho* (de 60 a 200)
- 100 es el *Número Mágico* para la F2
 - Puede existir un ciclo de unos 240 años
 - Dada que la tendencia desde 1902 fue de ciclos cortos
 - Ahora puede ir a ciclos **largos**
- El ciclo **empieza** en el mínimo solar KH6/K6MIO



El Sol en un Buen Día

Máximo Solar del Ciclo 23

- Gira cada $\approx 27/28$ días

- Manchas solares y sus grupos

- Dos bandas
- Norte y sur del ecuador
- ≈ 14 días de cara a la Tierra
- Vida entre días y semanas
- Pueden volver

- Bandas de Latitud

- $\approx 30^\circ$ N/S en el Ciclo Nuevo
- $\approx 15^\circ$ N/S en el Máximo
- $\approx 5^\circ$ N/S en el Mínimo

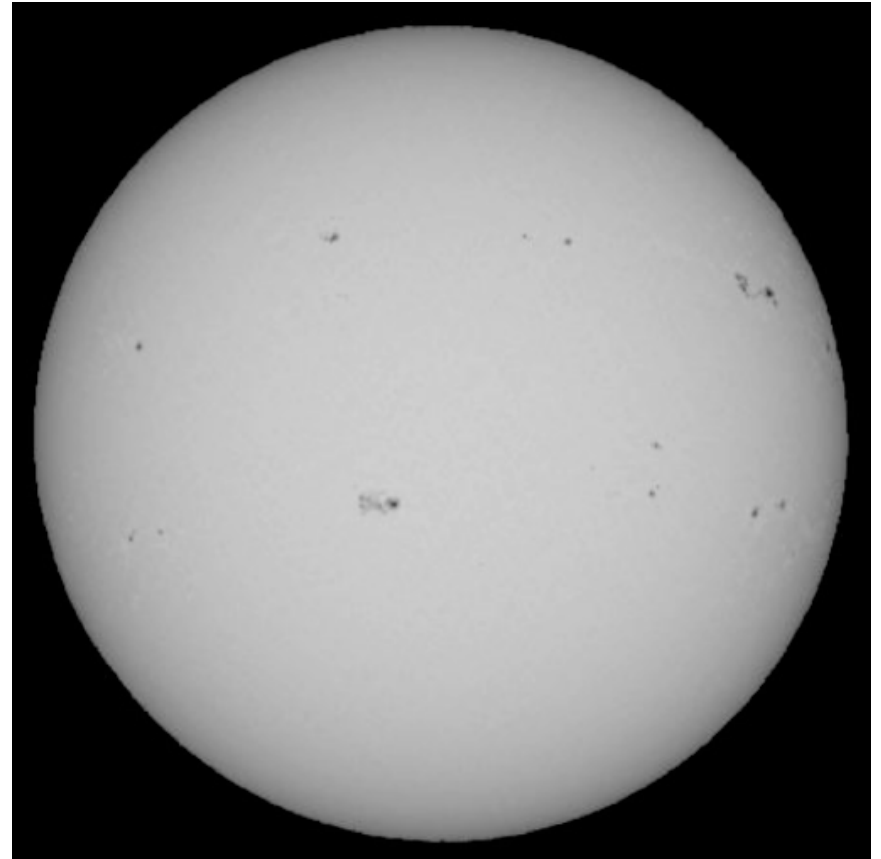
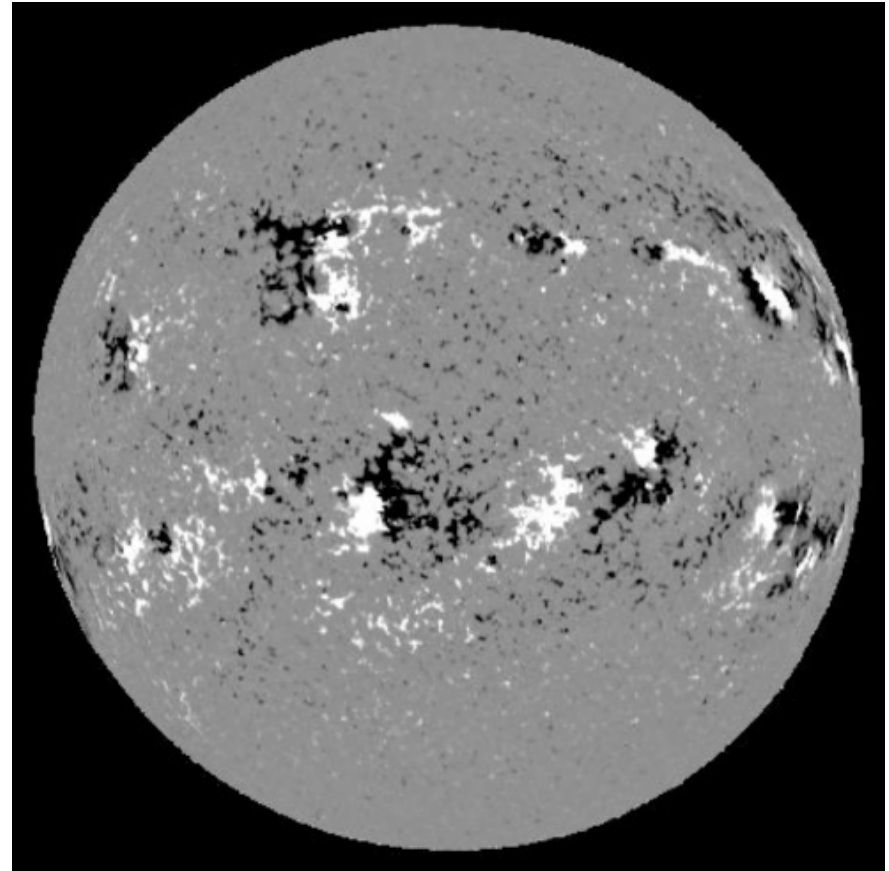


Imagen NSO H α del 3 de abril 2000. NSO/AURA/NSF

Ciclo “Magnético”

Regiones Magnéticamente Activas

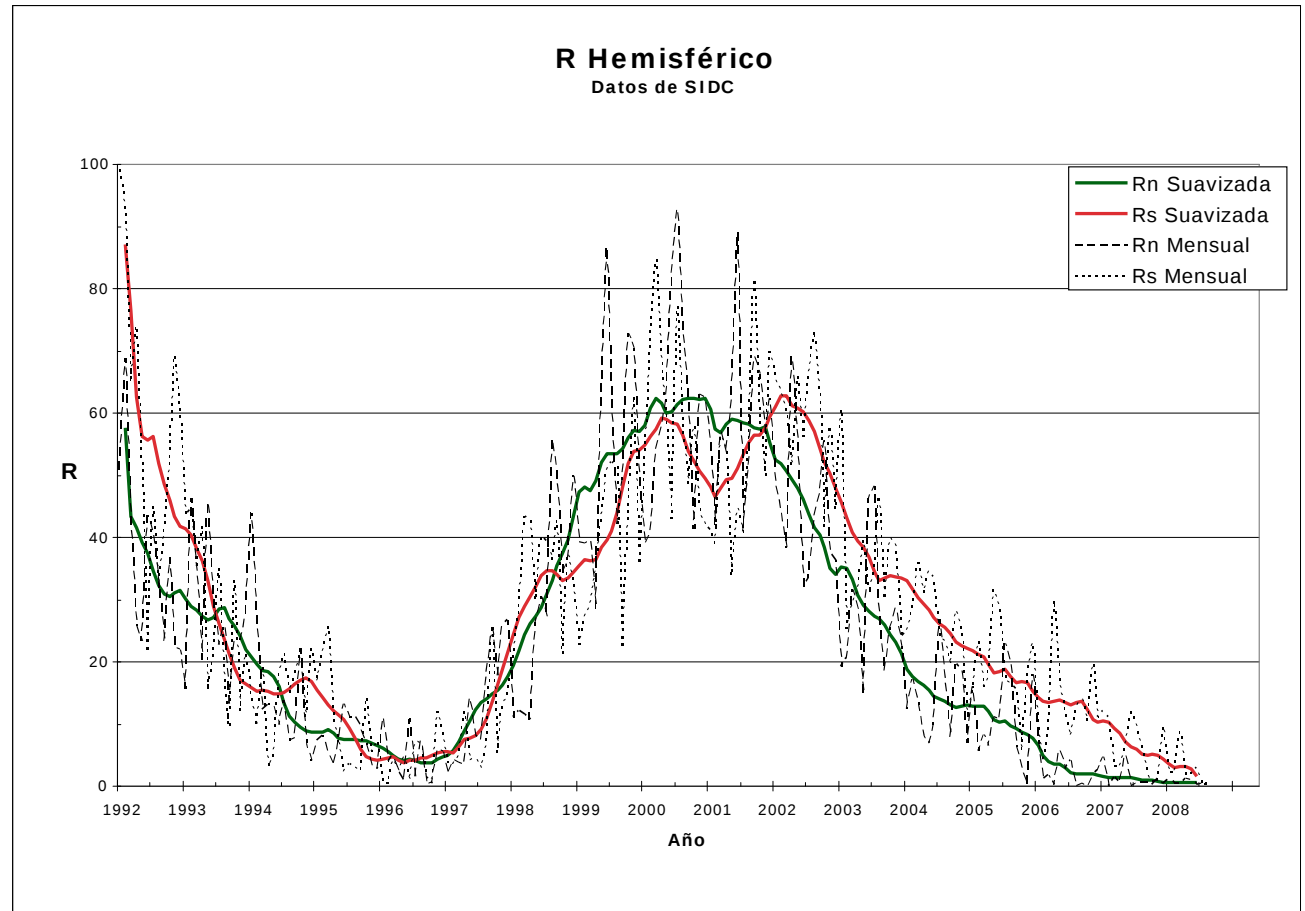
- Las Manchas y los Grupos son magnéticamente bipolares
- Liderando a la mancha siguiente: La flecha del campo está:
 - De izquierda a derecha en un Hemisferio, y
 - De derecha a izquierda en el otro
- La polaridad Magnética se invierte en cada ciclo
- ==> Ciclo magnético de 22 años



Magnetograma del NSO, 3 de abril 2000. Las blancas apuntan hacia fuera y las negras hacia dentro. NSO/AURA/NSF

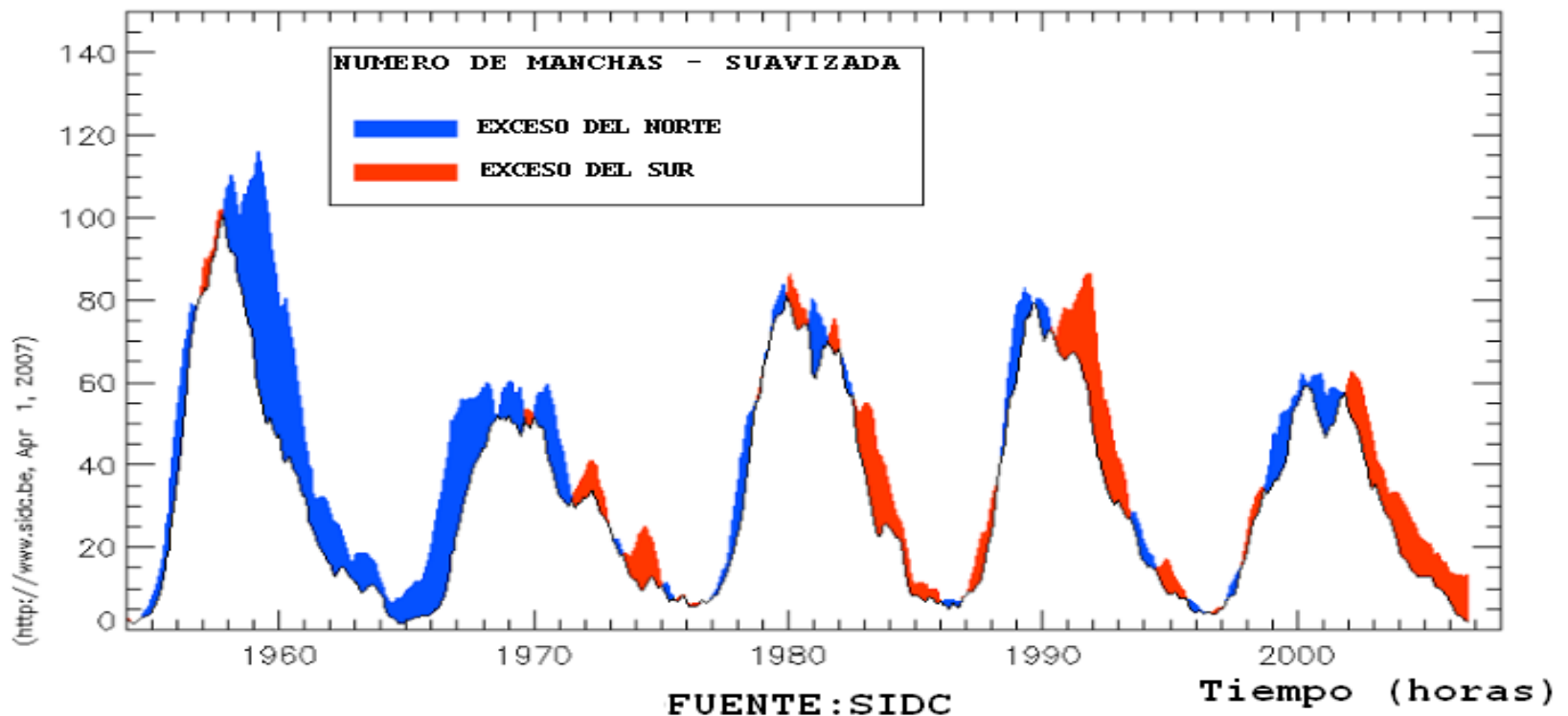
Diferencia de Fase Norte-Sur

- El Norte le gana al Sur (en los últimos ciclos)
- Mayor diferencia al *final* del ciclo
- *Aumenta la longitud del máximo* – doble pico
- *Aumenta la longitud del ciclo*
- *Disminuye el pico de R_i en el máximo*



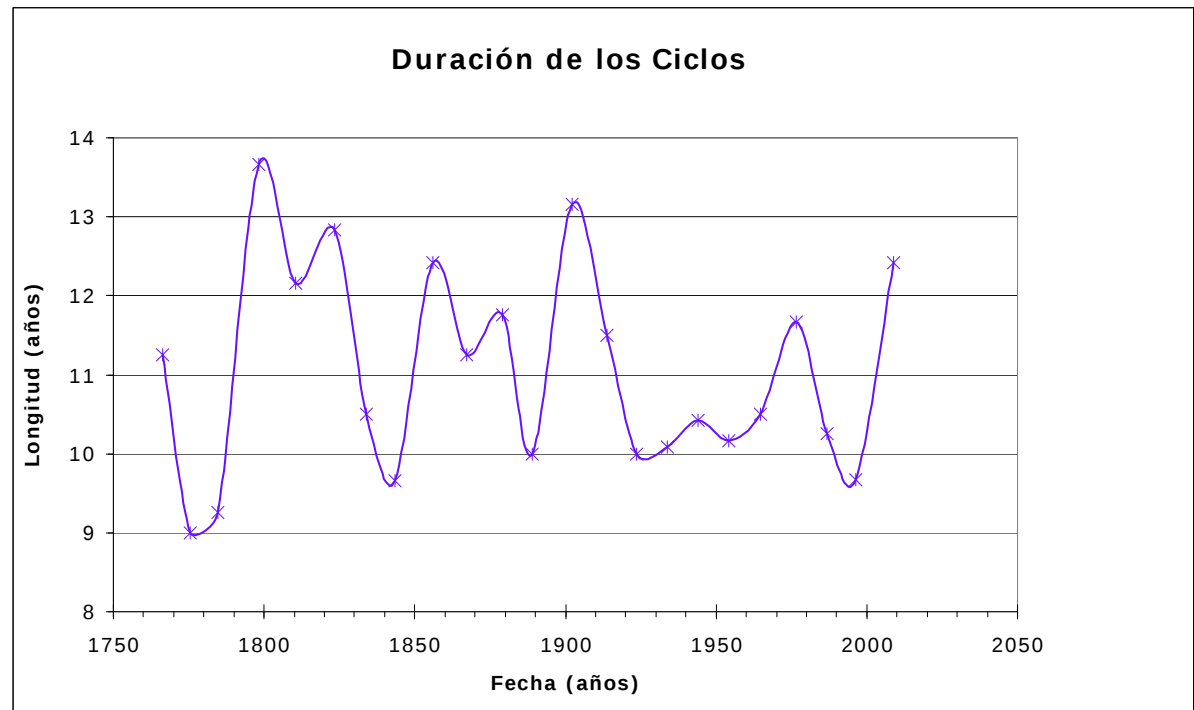
Fases en los últimos Cinco Ciclos

- El cambio del descenso por el Sur empezó después del ciclo 19
- Aumenta cada vez más y es más evidente
- Obsérvense los dobles picos del máximo desde entonces



Longitud de los Ciclos en los últimos 253 Años

- 12 años aprox.
–1800-1910
- 10 años aprox.
–1910-1996
- *Alguna* correlación entre los ciclos largos y los flojos
- El Ciclo 23 ya pasó de los **12 años** (≈ 12.4 en Oct '08)



¿Podríamos llegar al Mínimo ya?, *¡Por Favor!*

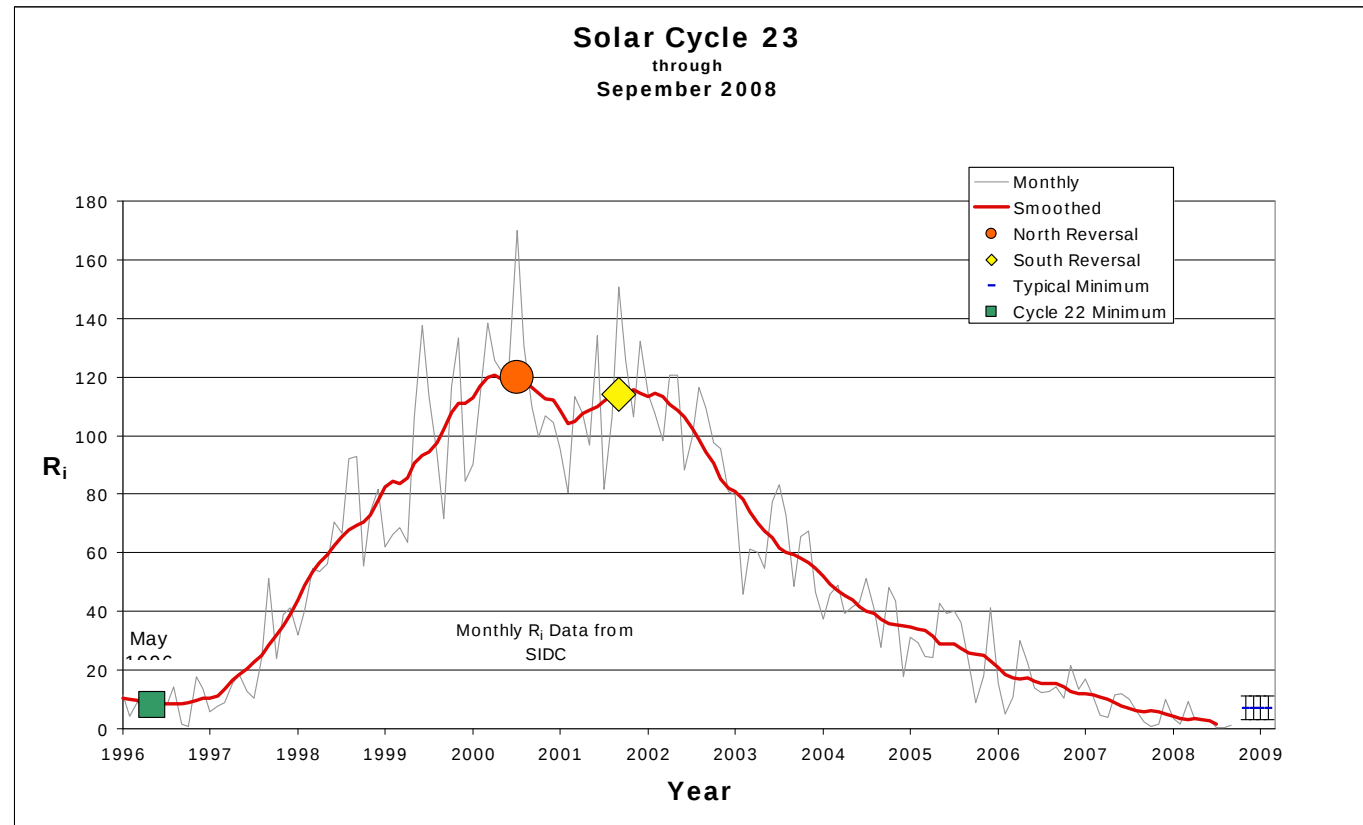
- R_i del Norte <1 desde mayo, y ≤ 0.3 desde junio

- R_i del Sur <1 desde julio (0.2)

- R_i total ahora menor que en la mayoría del los ciclos

- ¿Estamos allí ya?

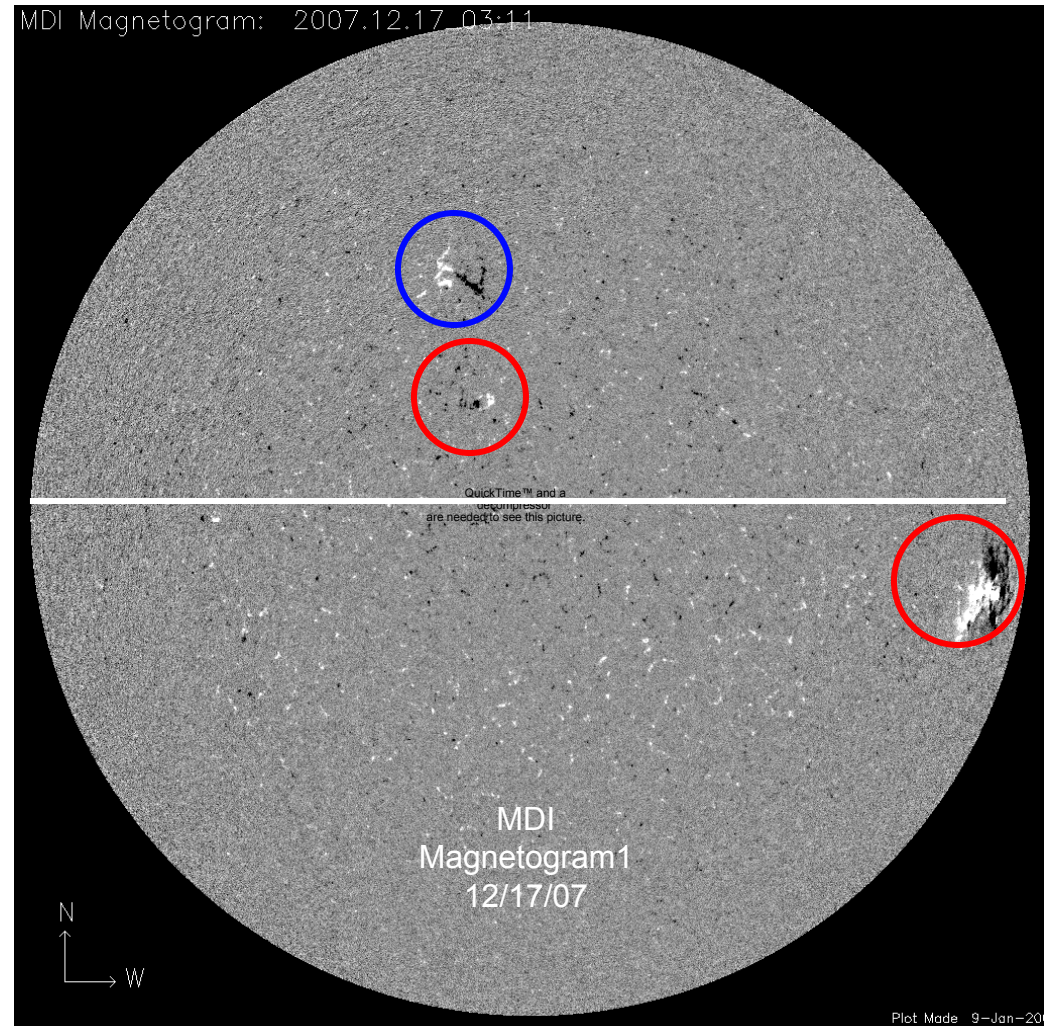
... Quizás ...



Algunas Señales Positivas

El anuncio por el “Viejo” Ciclo del “Nuevo” Ciclo

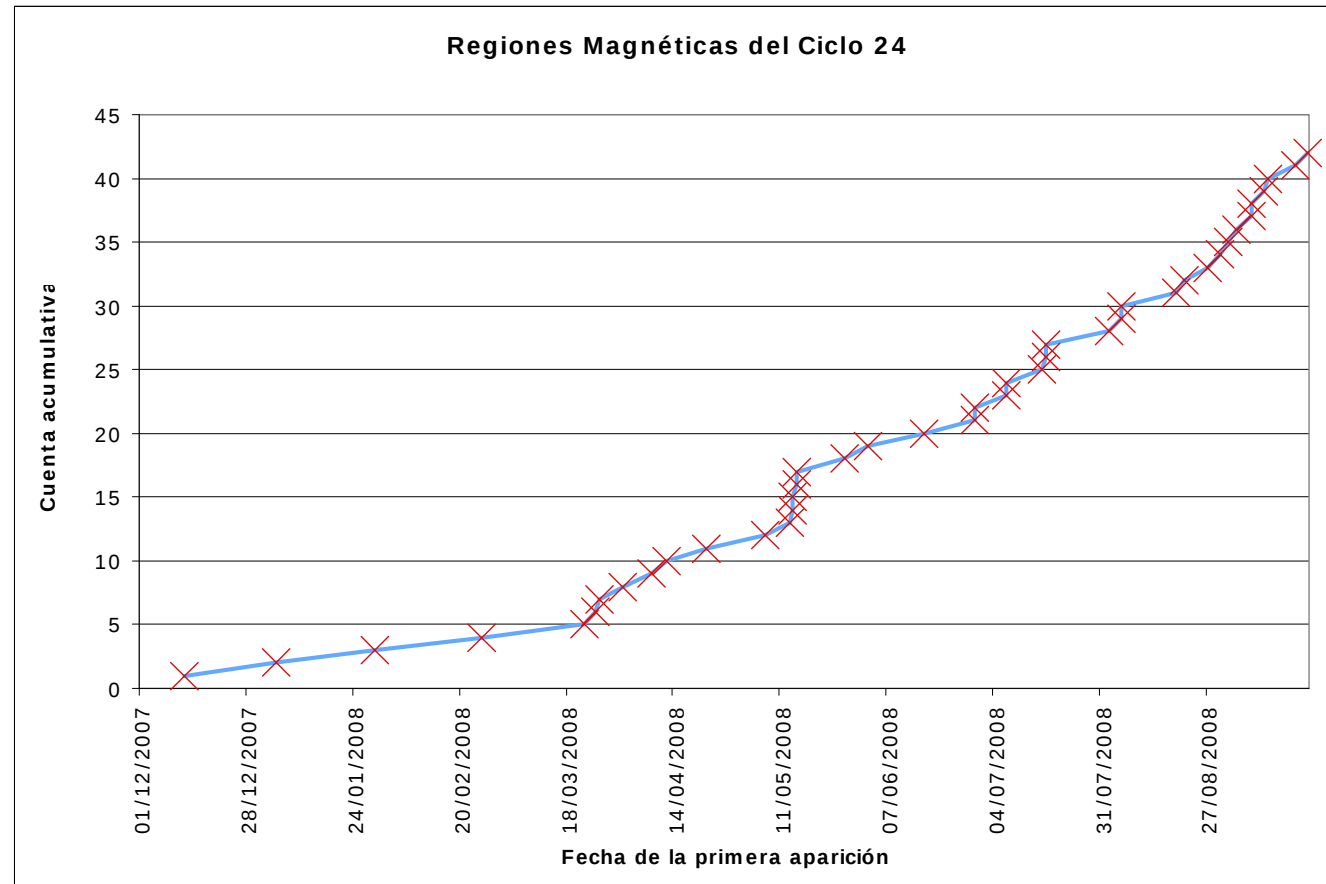
- Polaridad magnética invertida
 - Dec '07, unos resquicios de esperanza, (breve, sin embargo)
- En los círculos rojos son las del Ciclo 23
 - Norte: blanco a la derecha
 - Sur: blanco a la izquierda
- En el círculo azul corresponde al Ciclo 24
 - Norte: blanco a la izquierda
- Aparte de un par de manchas bromistas - **hasta el 21/09/08** no se han observado más pertenecientes al Ciclo 24



A pesar de la falta de manchas...

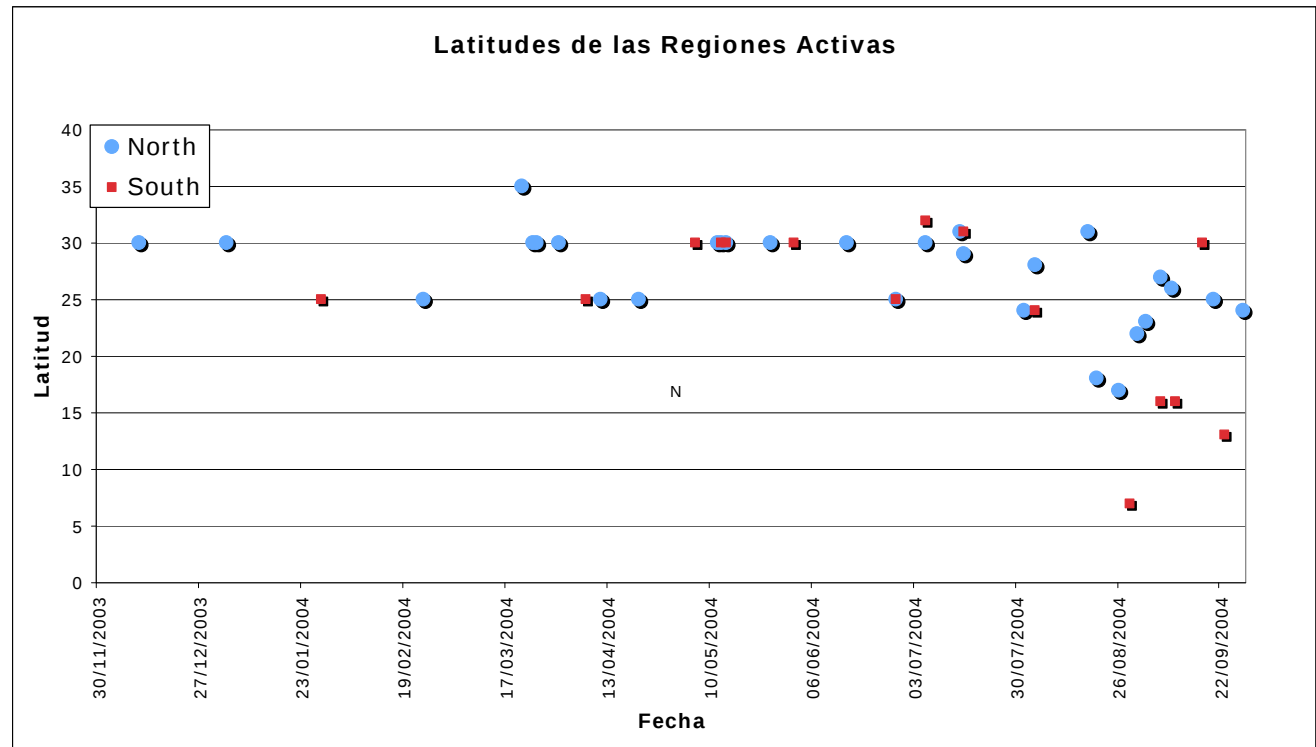
Han estado apareciendo **Pequeñas** Regiones Magnéticas del Ciclo 24

- Los Magnetogramas son más sensibles que las fotografías de las manchas
- Pequeñas regiones del Ciclo 24 han venido apareciendo desde al menos Dic '07
- El índice de aparición aumenta lentamente
- Leves indicios del ciclo de 27 días de rotación (especialmente durante marzo)



Estas Regiones Mostraron un Comportamiento de Latitud Normal

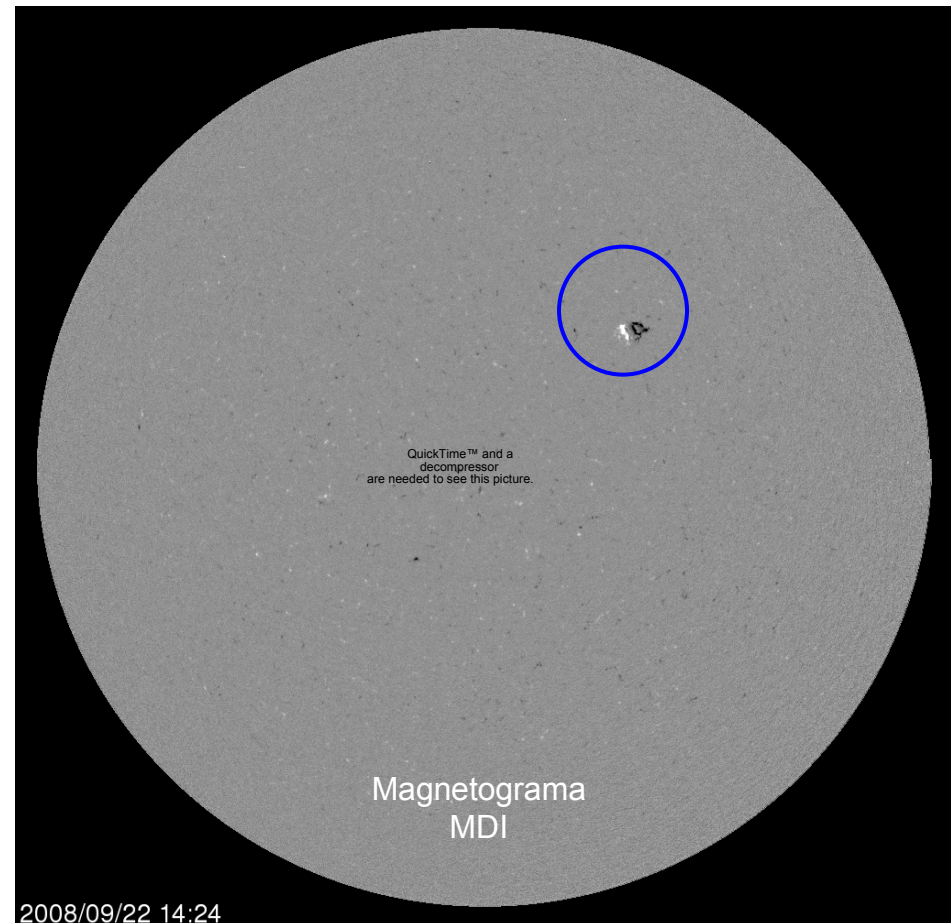
- El Norte empieza antes
 - Cerca del 30° N
- El Sur empieza más lento
 - Cerca del 30° S
- Entonces ambos empiezan a moverse hacia el ecuador
- Algunas regiones fueron posiblemente rojas (a las manchas o regiones que no siguen la reglas se les llaman rouges, *rebeldes*)



¿Al Final estamos Salvados?

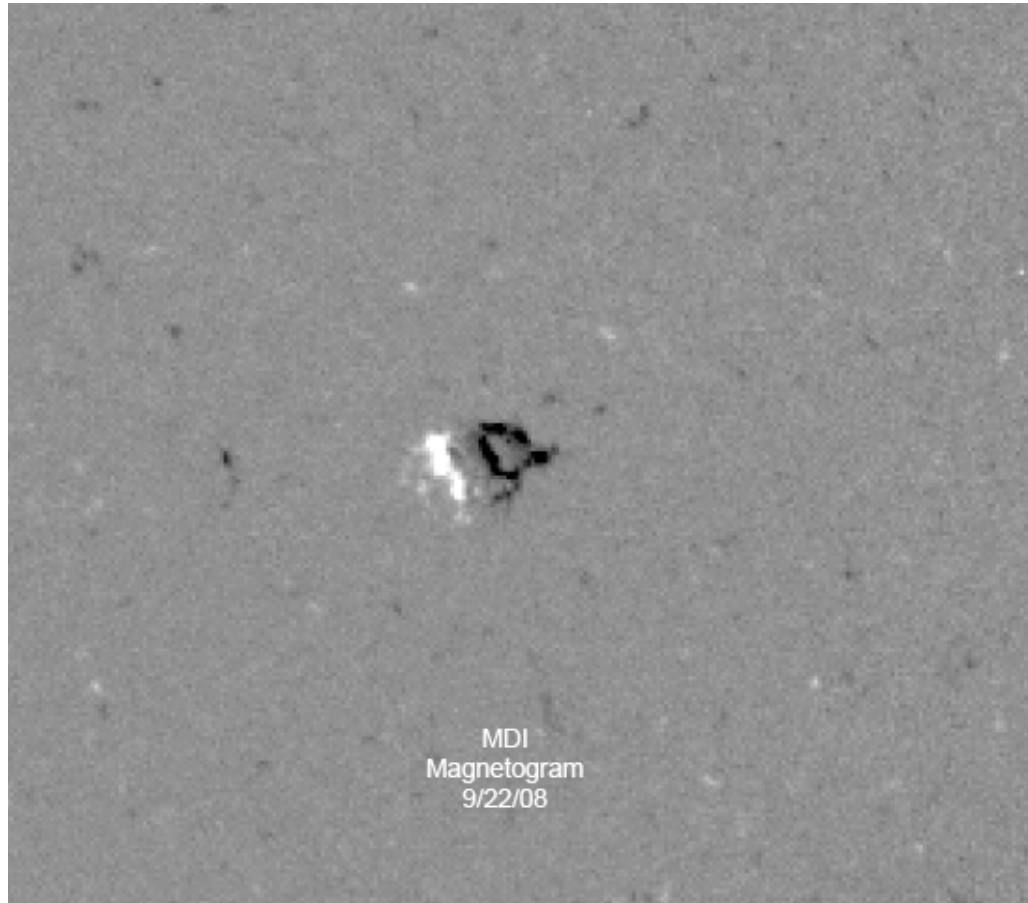
(El 21/9/08 fue un buen día)

- Quizás...
 - Aparición de una bonita región del “24” (Region 1002)
- Y, *al fin*, ¡hay una **mancha**!
 - Visible el 22/9/08
- Se espera que la actividad aparezca primero en el Norte
- En el Sur será más tarde
- Aún es demasiado pronto decir si es realmente el inicio, pero ya veremos...



Una mirada más de cerca

De la Región 1002



¿Y Si Acaso *Estamos* ahora Ya en el Mínimo?

- Tendrán que pasar varios meses para saberlo exactamente
 - Por el tema del promedio de los 12 meses
- ¿*Cuándo* es el Máximo?
 - El máximo suele ser cuatro años después del mínimo
- El hemisferio sur solar aún va “lento”
 - El flujo sur meridional es aún mucho más bajo que el del norte
 - Se espera otro doble máximo
- ¿Cómo de *alto* será el R_i máximo?
 - Esa es la pregunta del millón

Diferentes Predicciones

Algunas ya anticuadas

- Van de horribles a terroríficas
- Algunas fechas del mínimo ya han pasado

– Ambos valores, bajo y alto del R_i máximo

- Dikpati sigue siendo el más optimista

– Para máximo $R_i \approx 169$

– Dice que el mínimo pasó en el 1er cuarto del 2008

– Pero queda aún mucho para el máximo

- En el panel de la NOAA panel no se ponen de acuerdo

– Máximo $R_i = 140$, o

– Máximo $R_i = 90$

– Ambos (dos diferentes consensos) dicen que el mínimo en marzo 2008

Director de la Investigación	Método	Fecha del Mínimo del Ciclo 23	Mínimo R_i del Ciclo 23	Fecha del Máximo del Ciclo 24	Máximo R_i del Ciclo 23
Dikpati	Dinamo de Transporte de Flujo	Final 2007-Princ. 2008		Ene 2012	169 $\pm$ 12
Comité NOAA	Consenso Alto	Mar 2008		Oct 2011	140 $\pm$ 20
Comité NOAA	Consenso Bajo	Mar 2008		Ago 2012	90 $\pm$ 10
Kennewell	Estadísticas del Ciclo Reciente	Oct 2007	8.5	Ago 2011	134 $\pm$ 50
Schatten	Precursor Solar Índice SODA			Oct 2011	100 $\pm$ 30
Hathaway	Precursor Super Geomag	Ago-Sep 2006	7.2	Jun 2010	147 $\pm$ 24
Wilson	Regla de Wilson	Nov-Dic 2006		Nov-Dic 2010	
Svalgaard	Precursor Solar Campo Polar	Oct 2006		2011	75 $\pm$ 10

¿Qué se necesita para la F_2 ?

¿De cuánto y de qué hace falta?

- La pregunta **no** es “¿Cuándo es el máximo solar?”
- La pregunta **sería** “¿Cuándo estará R_i lo *suficientemente alto como para producir el salto?*”
- ¿Qué es “lo suficientemente alto?”
 - Como regla general para tener un salto con cierta periodicidad
 - $R_i \geq 60$: TEP y enlaces a TEP
 - $R_i \geq 100$: F_2 Este-Oeste
- Entonces... ¿cuándo alcanzaremos estos valores?

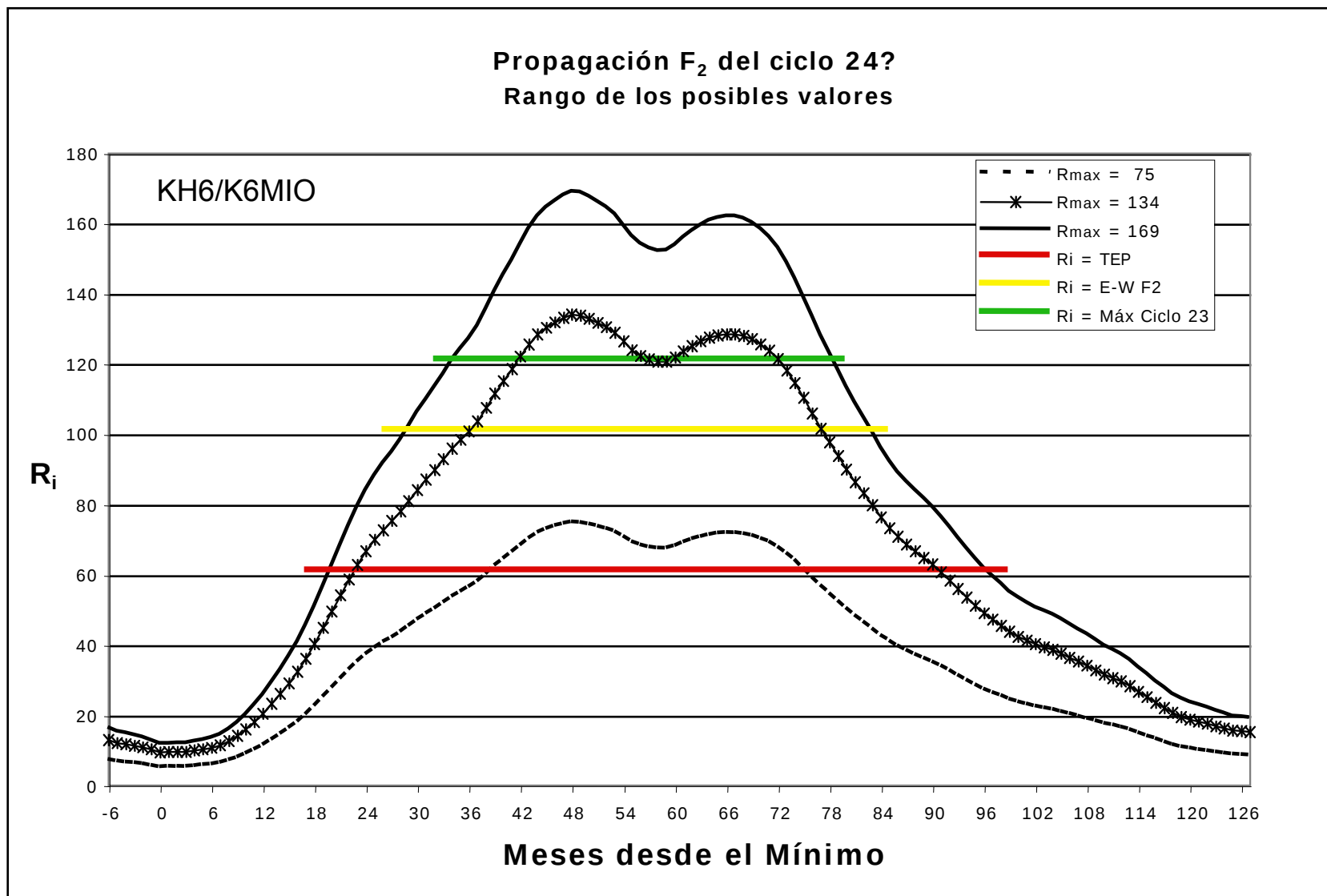
¿Entonces qué es lo próximo que nos espera?

Mis propias elucubraciones (¿Por qué no?, ¡Todo el mundo las hace!)

- La “cinta transportadora” del sur aún va muy lenta
 - Lo cual implica posibilidades de un doble pico
 - *Preveo* una curva del R_i de *apariencia* similar a la del ciclo 23
- La regla de los “cuatro años” se cumple bien
 - *Espero la llegada* del máximo *48 meses* después del mínimo
 - Pongo algunos *valores distintos del máximo R_i*
 - Busco fechas críticas para la F_2 en el rango de la R_i
- ¿Cuándo es el mínimo solar?
 - Por ahora: *elimino las fechas absolutas de la ecuación*
 - Echo las cuentas contando *desde el mínimo solar*

¿Cuándo empieza el DX?

Esto es lo realmente importante



¿Qué es lo que creo? (¡Hoy!)

- Estamos alrededor del Mínimo del Ciclo 23
- El Máximo del Ciclo 24 será alrededor de Octubre de 2012
 - La Regla de los Cuatro Años
- $R_i \text{ max} = ??$
- Pero la pregunta buena es: “¿Para cuándo viene el DX?”

Algunas “Posibilidades”

Perspectiva a septiembre de 2008

- Supongamos solamente que las predicciones del MHD y de la NOAA estén equivocadas:

R_i	Panel del NOAA Bajo $R_i = 90$	Panel del NOAA Alto $R_i = 140$	Modelo MHD $R_i = 169$
Mínimo	Sept 2008	Sept 2008	Sept 2008
60 - TEP	Feb 2011	Jul 2010	Mar 2010
100 - E/W F_2	Nunca	Sept 2011	Jan 2011
134		May 2012	Oct 2011
147		Oct 2012	Jun 2011
169			Oct 2012

Así pues... esperemos a llegar al mínimo
(¡A lo mejor ya estamos en él! – ¡espero!)

Entonces empezaremos a dibujar la curva
de subida y veremos por qué camino nos
lleva.

Buenos DX de KH6/K6MIO

Última hora: Diciembre 2008

- Las nuevas regiones están continuamente apareciendo como era de esperar.
- Todavía hay razones para pensar que el mínimo R_i mensual fue en julio/agosto de 2008. Si eso se mantiene como cierto la media suavizada del mínimo de 12 meses será en abril o mayo de 2009. (El perfil de subida del nuevo ciclo es más escalonado que el de bajada del viejo. Esto hace que la media de los 12 meses se retrase tres o cuatro meses.)

Hasta aquí por el momento.

