

COMPARATIVA ENTRE LAS ÁREAS MEDIDAS CON FOTOGRAFÍA Y LAS MEDIDAS POR PROYECCIÓN DE LA IMAGEN DEL SOL SOBRE UNA PLANTILLA

Jorge Luis del Rosario García

La idea es comprobar la fiabilidad de las observaciones de las áreas de los grupos de manchas solares con métodos artesanales como el de la proyección de la imagen del Sol en una plantilla.

Introducción

Las observaciones fotográficas permiten una gran precisión frente a las observaciones realizadas dibujando la proyección del Sol sobre una plantilla, pero puede ocurrir que no haya otra posibilidad de realizar esas medidas por falta de medios, siendo así ¿son lo suficientemente aceptables?

Las observaciones las realicé con un telescopio refractor de 77/1000 mm con un ocular de 20 mm que me permite proyectar el disco completo del Sol sobre una plantilla de 16 cm.

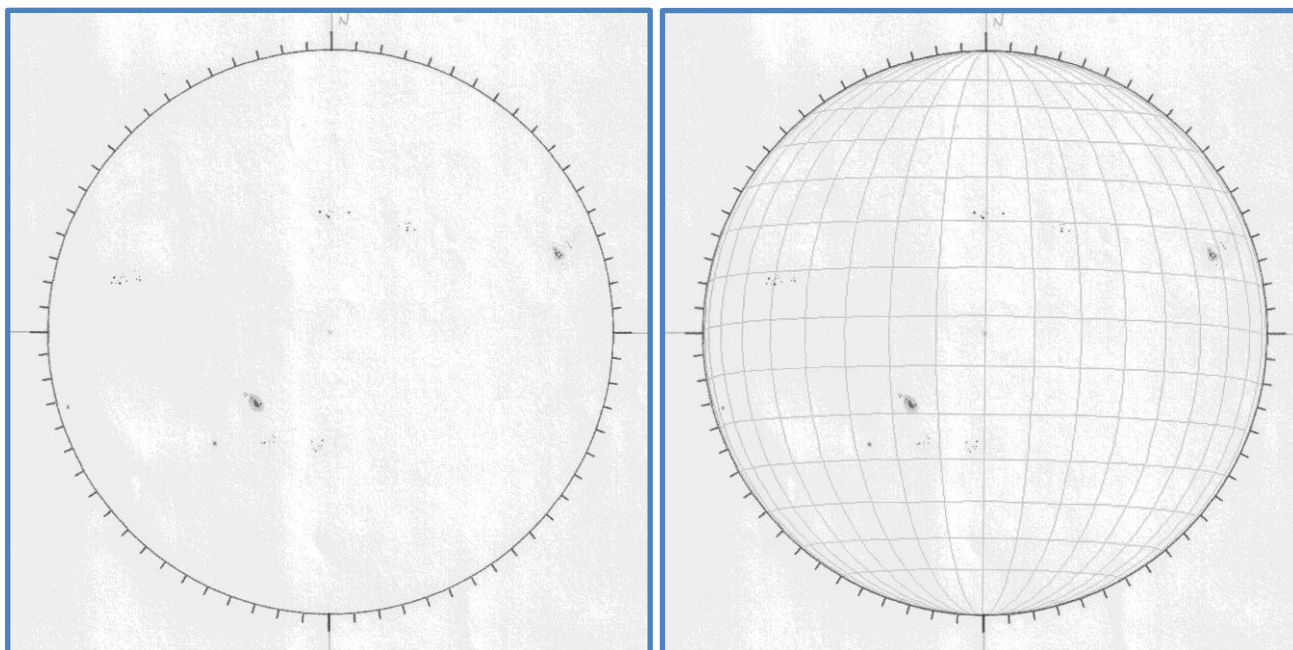
Y las observaciones realizadas con fotografía se hicieron con el siguiente instrumental: **Javier Ruíz Fernández** trabaja con Astrosolar + Equinox 120/900 mm y cámara Nikon D40 y **Juan Pedro Mesas Plaza** lo hace con Baader K line + Newton Vixen SS 200/800 mm y la cámara Olympus E300.



Las observaciones hechas con fotografía fueron tomadas de la base de datos de la página web de **Parhelio** (<http://www.parhelio.com>).

Medidas

Tras hacer el dibujo del Sol, comienza el proceso de orientación del mismo con las coordenadas para el día y la hora de observación, luego se añade una cuadrícula con los meridianos y paralelos solares y es entonces, con esas guías y con la ayuda de una regla cuando tomo las medidas de longitud y ancho de cada una de las manchas solares para medir así su área sobre el papel. Los principales problemas aparecen con las manchas solares que tienen pequeños focos sueltos, como los grupos de tipo **A, B, C y D** según la clasificación de Zürich, ya que muchos de esos focos son menores de un milímetro, por lo que se sobredimensionan, ya que la máxima aproximación posible es de 0,5 mm, por otro lado, los grupos de manchas solares muy desarrollados, como los grupos del tipo **E y F** son tan complejos que, por regla general, mido el área de la región y no la de las manchas solares únicamente.



Luego, las áreas medidas en milímetros sobre la planilla las sustituyo en la ecuación que permite pasarlas a medidas de área como la millonésima parte del hemisferio observable del Sol:

$$A_i = 10^6 \cdot \frac{A'_i}{2 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \cos\left(\arcsin\left(\frac{r_i}{R}\right)\right)}$$

Donde:

Ai = Es el área de una mancha solar expresada en millonésimas parte del disco solar observado.

A'i = Es el área de una mancha medida en milímetros cuadrados sobre la planilla.

R = Es el radio de la planilla medido en milímetros.

ri = Es la distancia que hay desde el centro de la mancha hasta el centro de la planilla medida en milímetros.

Para realizar la comparación he usado las medidas de las áreas de las manchas solares observadas durante el año 2011 por **Javier Ruíz Fernández**, por **Juan Pedro Mesas Plaza** y por mí, los datos usados fueron tomados de la base de datos de la web de **Parhelio** (<http://www.parhelio.com>) como ya indiqué anteriormente y de mis propias observaciones.

Tanto las observaciones realizadas por **Javier** como las de **Juan Pedro** fueron hechas a través de fotografía y usando los programas *Sol* e *Iris* de forma conjunta para reducirlas, el procedimiento lo pueden ver de forma detallada en la propia web de **Parhelio**, en el siguiente enlace: <http://www.parhelio.com/docareas.html>.

Datos

Los datos tomados son los de la tabla anexa:

FECHA	NOAA	JMP	JDR	FECHA	NOAA	JRF	JDR	FECHA	NOAA	JRF	JMP
16/04/2011	11190	449	645,34	17/01/2011	11147	250	141,62	16/04/2011	11190	449	449
	11191	109	109,19	20/01/2011	11147	217	292,19		11191	103	109
	11193	560	674,1	02/02/2011	11150	59	102,09		11193	452	560
16/05/2011	11208	48	23,6	08/02/2011	11153	228	955,69	16/05/2011	11208	52	48
	11214	187	183,25		11157	15	18,05		11214	158	187
28/07/2011	11260	563	829,65		11156	7	8,07	28/07/2011	11260	610	563
	11261	540	440,04	10/02/2011	11156	56	412,35		11261	389	540
02/08/2011	11260	439	186,51	28/02/2011	11164	455	806,99	03/08/3011	11260	312	421
	11261	757	1178,06		11165	13	53,65		11261	522	593
	11263	1190	1963,43	06/03/2011	11164	1237	1473		11263	1022	999
03/08/3011	11260	421	307,49		11167	15	80,05	28/09/2011	11306	63	93
	11261	593	1009,73	07/03/2011	11166n	18	27,47		11305	192	208
	11263	999	1512,18		11164	1192	1849,21		11302	1417	1326
28/09/2011	11306	93	34,82		11169	171	207,23		11304	17	56
	11305	208	55,31	11/03/2011	11166	1190	1248,39	29/09/2011	11302	1006	1326
	11302	1326	1436,57		11169	323	1086,02		11304	39	26
	11304	56	115,84	12/03/2011	11166	1051	1657		11301	21	26
29/09/2011	11302	1326	1541,01		11169	413	788,9		11305	209	260
	11304	26	7,87	18/03/2011	11173	41	161,85		11306	64	77
	11301	26	10,36	20/03/2011	11175	181	125,84	11/10/2011	11309	87	101
	11305	260	210,36	13/04/2011	11186	79	102,73		11312	329	366
	11306	77	31,09	16/04/2011	11190	449	645,34		11315	65	99
	11307	80	57,05		11191	103	109,19		11314	463	506
11/10/2011	11309	101	72,21		11193	452	674,1		11313	241	396
	11312	366	160,1	19/04/2011	11191	67	54,27	14/10/2011	11312	340	358
	11315	99	77,05		11193	611	1003,89		11315	13	21
	11314	506	242,1	07/05/2011	11203	141	31,86		11318	49	71
	11313	396	640,39		11204	156	7,37		11314	386	444
12/10/2011	11309	96	188,83	08/05/2011	11203	138	36,82		11319	222	383
	11312	374	423,89		11204	125	8,18		11313	95	105
	11314	505	199,19	15/05/2011	11208	79	67,41		11320	14	23
	11313	335	779,71		11214	98	79,64		11316	501	564
	11316	370	393,51	16/05/2011	11208	52	23,6		11317	116	121
	11317	115	121,58		11214	158	183,25	25/10/2011	11327	165	157
14/10/2011	11312	358	150,39	28/05/2011	11224	220	508,67		11324	118	276
	11315	21	16,36		11225	56	9,61		11325	132	163
	11318	71	56,52		11223	24	12,73		11330	740	786
	11314	444	329,67	01/06/2011	11225	24	6,47		11332	70	72
	11319	383	473,32		11229	38	80,48	24/11/2011	11357	43	67
	11313	105	80,7		11228	151	161,39		11353	16	23
	11320	23	75,19		11230	15	38,44		11355	138	167
	11316	564	221,24		11226	276	325,59		11356	416	550
	11317	121	34,82		11227	139	182,37		11358	168	159
15/10/2011	11312	335	283,24	02/06/2011	11226	244	362,11		11352	114	104
	11315	30	72,21		11227	123	167,86		11354	30	49
	11314	454	241,43		11225	16	6,71	26/12/2011	11383	12	37
	11319	451	603,66		11229	18	13,27		11384	528	754
	11313	73	51,37		11228	137	289,6		11386	362	376
	11320	19	11,8		11230	22	16,14				
	11316	477	262,95	03/06/2011	11226	253	369,85				
	11317	123	31,46		11227	21	33,07				
16/10/2011	11312	316	121,58		11225	16	7,2				
	11314	408	327,58		11229	13	6,7				
	11319	889	1509,15		11228	142	157,77				
	11322	75	102,73		11230	6,7	12				
	11316	443	130,34	05/06/2011	11226	147	130,78				
	11317	127	28,96		11227	59	118,4				
25/10/2011	11327	157	75,19		11228	80	104,72				
	11324	276	184,07	12/06/2011	11234	11	28,26				
	11325	163	76,8	14/06/2011	11234	60	76,57				

JRF = Javier Ruiz Fernández

JMP = Juan Pedro Mesas Plaza

JDR = Jorge Luis del Rosario García

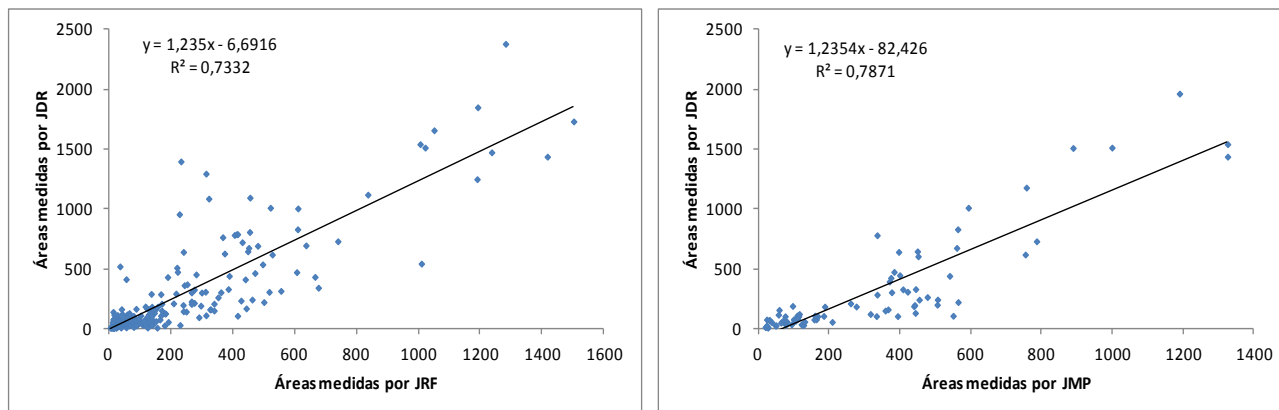
En la tabla se muestran las fechas de las observaciones, la numeración de los grupos de manchas solares observados en simultáneo por cada pareja de observadores según NOAA y las áreas de los grupos de manchas solares medidas por cada observador.

Únicamente he podido usar los grupos de manchas solares en los que coincidían **Javier** y **Juan Pedro** por un lado, **Javier** y yo por otro y por último **Juan Pedro** y yo, de ahí que aparezcan tres tablas. Por esta razón también se ha perdido gran cantidad de observaciones, aquellas donde no había coincidencia.

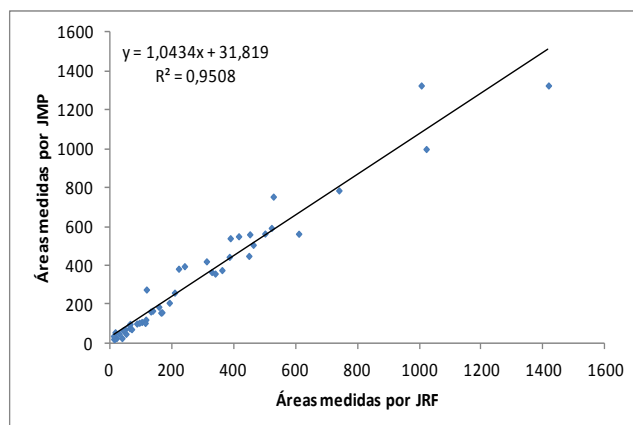
Análisis

El siguiente paso fue realizar una correlación entre las observaciones por parejas, es decir, comparar las observaciones de **Javier** con las mías y las de **Juan Pedro** con las mías.

Los resultados se muestran en las siguientes gráficas:



Mientras que la correlación entre los datos fotográficos de **Javier** y **Juan Pedro** queda como se ve en la siguiente gráfica:



Como era de esperar, la pendiente de la gráfica para la comparativa **JDR vs JRF** y para **JDR vs JMP** es casi idéntica, su valor es de $m = 1,235$ y $R^2 = 0,7$, mientras que la comparativa entre **JRF y JMP** da una pendiente de $m = 1,043$ y $R^2 = 0,95$. Comentaba que era de esperar, puesto que se supone que las observaciones de **Javier** y **Juan Pedro** deben ser similares ya que ambas se hicieron con el mismo método y sobre todo porque la precisión de las observaciones con fotografía es mucho mayor, hecho que queda reflejado en la gráfica, cuya pendiente se aproxima bastante a 1, “lo de que no sean iguales probablemente se debe al uso de diferentes instrumentos y técnicas por parte de los astrofotógrafos” (nota aclaratoria de **Javier Ruíz Fernández**).

Está claro que el error cometido en mis observaciones es grande. Pero aún así, si tomamos valores medios, la relación entre mis observaciones y las observaciones fotográficas quedaría de la siguiente manera:

$$A_{\text{plantilla}} = 1,235 \cdot (A_{\text{fotografía}} + 44,559)$$

Las áreas observadas por mí son algo mayores que las observadas con fotografía, de hecho, existe un error de unos 2° en las medidas, que se puede traducir en 1,8 mm en la plantilla, “cuando dibujamos las manchas solares tendemos a realizar el dibujo más grande de lo que sería la mancha solar real” (nota aclaratoria de **Javier Ruíz Fernández**), este hecho puede favorecer esta diferencia que se comenta.

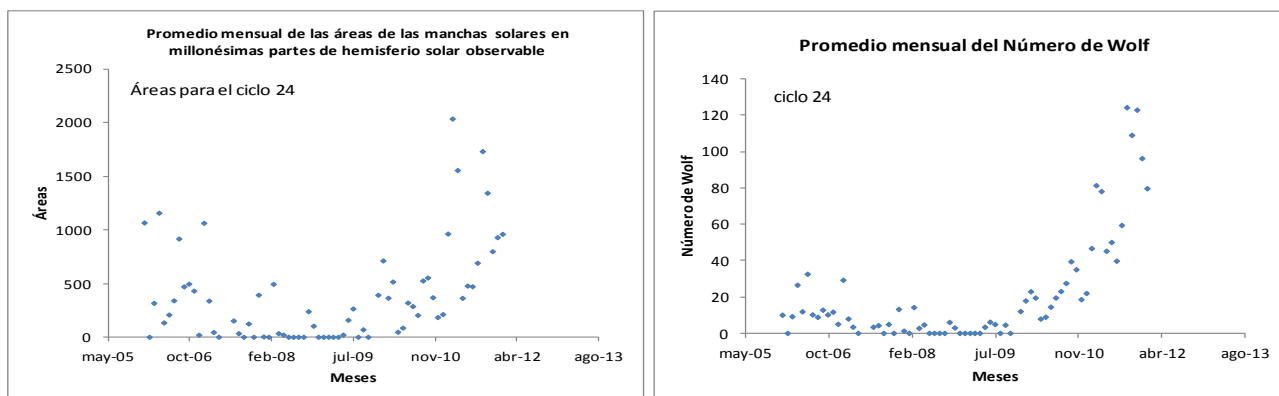
Por otra parte, es curioso ver en las gráficas como los focos no están tan sobredimensionados como se esperaba ya que estos están por debajo de la recta, este hecho se puede explicar pensando que se deba al exceso de celo que le pongo a la hora de dibujarlos para no desviarme demasiado de la realidad y tal vez,

me esté quedando corto en la medida de sus áreas y por otro lado, me esté quedando largo en la medida de las áreas de los grupos de manchas solares muy desarrollados ya que como indiqué anteriormente no mido el área de las manchas solares sino la del grupo de manchas solares completo.

Las áreas medidas que más se aproximan a los resultados fotográficos son las de las manchas solares que están pasando por el meridiano central o las áreas de las manchas solares de tipo **G**, **H** o **J** según la clasificación de Zürich, ya que debido a su tamaño y forma los errores cometidos son menores.

Conclusión

Aún así y aunque solo sea a título personal, las áreas de las manchas solares medidas de esta forma artesanal son un buen índice para el seguimiento de la actividad solar, como se puede ver en las siguientes gráficas:



En las dos gráficas vemos que ambas distribuciones evolucionan marcando la subida al máximo del ciclo solar número 24 (Según la enumeración de **Carrington**) de actividad solar de una forma bastante similar.

Agradecimiento

Quería agradecer las correcciones y las aportaciones de **Javier Ruíz Fernández**, que han enriquecido este trabajo.

Bibliografía

- Compendium of practical astronomy, V2. Ed: Günter Dietmar Roth.
- Error of observation and their treatment. J. Topping. Ed: Chapman and Hall. Science paperback.