



DE BUÑOL A LAS ARDENAS

ECLIPSE DE SOL DEL 11 DE AGOSTO DE 1999

ATENEO DE BUÑOL

La Astronomía siempre ha estado presente en las actividades del Ateneo desde su inicio, con la observación de cometas y eclipses de Sol y de Luna.

Para continuar con esta labor de divulgación se ha editado este trabajo sobre el eclipse total de Sol observado desde las Ardenas francesas.



De Buñol a las Ardenas

Eclipse de Sol del 11 de agosto de 1999

Roberto Palmer Navarro

Roberto Palmer Soria



Edita: Ateneo de Buñol
Apartado de correos 81 - Buñol

ISBN: 84-923976-2-4

Depósito legal: V-4307-1999

Presentación

...no se combate, los lidios y persas se enfrentaban en una larga guerra. Los ejércitos estaban dispuestos para el combate, era el 28 de mayo del 585 a.C. Cuando, listos para entrar en acción se produjo el eclipse solar que Tales había pronosticado. Los reyes de ambos lados quedaron tan impresionados que lidios y persas dejaron de combatir. El sol reflejado en las espadas empezaba a menguar. Soldados y jefes miraron hacia lo alto temerosos, hasta que el disco solar se ocultó totalmente tras la luna. La guerra concluyó, pues el eclipse había sido una advertencia de los dioses.

Mitología Griega

Cuando se recorren más de tres mil kilómetros de carretera tiene que haber un buen motivo, como era el poder ver desde las Ardenas en Francia el *Eclipse de Sol del 11 de agosto de 1999*.

Para dejar testimonio gráfico de tan espectacular acontecimiento nada mejor que un libro como el que nos escriben Roberto Palmer y Roberto Palmer hijo, donde nos cuentan cómo lo vieron y cómo lo vivieron, y que el Ateneo de Buñol publica para contribuir a la divulgación de la ciencia.

Agustín Sierra Palmer

Presidente del Ateneo de Buñol

Prólogo

Desde tiempos inmemoriales, los eclipses de Sol han tenido toda clase de repercusiones en la historia de la humanidad. La mayoría de las veces todo ha quedado en simples anécdotas.

Hace unos años, y no pongo fecha porque soy nulo recordándolas, hubo un eclipse de Sol similar al último que hemos podido observar. Ese día montamos nuestros telescopios en el castillo de Buñol para que pudiera tener acceso todo el que quisiera disfrutar con el evento.

Después de terminar, salió la conversación sobre el próximo eclipse, que sería total en el norte de Francia y al que teóricamente debíamos asistir ya que sería el último del siglo.

Nuestra anécdota particular, es que incluso el grupo se comprometió firmando solemnemente un escrito en el cual se hablaba de organizar un viaje para disfrutar con la observación del último acontecimiento solar del siglo.

La verdad es que el único que mantuvo su compromiso fue Roberto, que en la fecha apropiada, emprendió el camino *de Buñol a las Ardenas* acercándonos a todos a un fenómeno, un eclipse total de Sol, que la mayoría de nosotros no hemos contemplado en directo y que, es muy posible, no lo hagamos nunca.

Creo que este trabajo servirá para familiarizarnos, un poco más, con el mundo apasionante de la mecánica celeste.

Ángel Álvarez Ortíz

Grupo de Astronomía del Ateneo de Buñol

Introducción

La exposición universal de París del año 1878 motivó el viaje de nuestro paisano *Ildefonso Carrascosa Morató* que describe en su libro titulado *De Buñol a París*. Nosotros, motivados por el eclipse de Sol del 11 de agosto de 1999 viajamos a Vouziers, ciudad situada en las Ardenas. Las coincidencias, tanto del lugar de destino en suelo francés como del motivo cultural, sugieren el título de este trabajo.

Con esta pequeña publicación pretendemos mostrar lo más relevante de nuestro viaje y poner a disposición de todos las imágenes obtenidas del eclipse.

La organización de la información gira en torno al viaje, el lugar de destino, el material de registro y de observación, la observación del eclipse y una colección representativa de fotografías. Al final se habla brevemente de los eclipses de Sol, del Sol, de la Luna y de las fuentes de información.

Resaltamos la importancia de la red *internet* para obtener información precisa, puntual y actualizada sobre los eclipses, y es por esto por lo que las direcciones de las páginas consultadas son citadas expresamente. Esta información junto con la disponible en determinados libros fueron suficientes para diseñar esta expedición de interés cultural ya que por no cumplir con determinados requisitos no se puede definir como científica.

El viaje

El lunes nueve de agosto de 1999 a las seis de la mañana salimos de Buñol hacia la frontera franco - española por La Junquera.

A media tarde llegamos a la ciudad de Tournus, a medio camino entre Lyon y Dijon, donde hicimos noche en una zona de acampada a orillas del río Saône.

El martes seguimos nuestro camino y llegamos al mediodía a nuestro destino, Vouziers. Nos dirigimos inmediatamente a la oficina de turismo, donde nos confirmaron que estaba todo ocupado y que tal vez quedaba alguna plaza en Buzancy, a unos 22 km. Ante la adversidad optamos por dar un pequeño paseo por las calles más céntricas de Vouziers y visitar la iglesia de San Maurille.

Después de recorrer varias de las aldeas más cercanas para encontrar alojamiento con resultado negativo, decidimos irnos a comer a "mesa y mantel" por primera vez en el viaje. Volvimos a intentar la búsqueda de alojamiento y lo encontramos gracias a la excepcionalidad del acontecimiento y al espíritu comercial de la dueña de un pequeño hotel, solitario en medio de los campos de trigo, que nos permitió montar nuestra tienda de campaña entre los árboles que ajardinaban el edificio a cambio de cenar en su restaurante.

El miércoles, después de la observación del eclipse, iniciamos nuestro viaje de retorno, visitamos Auxerre e hicimos noche en Varzy donde disfrutamos, también por primera vez, de una cama de hotel.

El jueves doce de agosto atravesamos el Macizo Central francés y quedamos sorprendidos de la belleza de sus paisajes, sobre todo cuando atravesamos la ciudad de Millau. Posteriormente cruzamos los Pirineos y antes de sufrir de nuevo los rigores del verano en España recibimos un diluvio al pasar por la provincia de Gerona. Finalmente llegamos a Buñol a las ocho de la tarde.

En resumen, recorrimos más de 3.200 km por autopistas, autovías y carreteras nacionales, comarcales y locales, francesas y españolas.



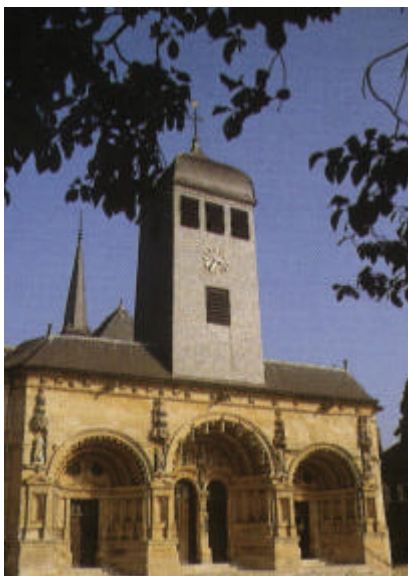
Vista panorámica del lugar elegido para observar el eclipse, en Mazagran, a 9 km de Vouziers.



Cuesta del Castillo de Buñol (cortesía del Ayuntamiento de Buñol)

El lugar de destino

La localidad de destino era Vouziers, primera ciudad de l'Argonne, situada en las Ardenas.



Iglesia de Saint-Maurille de Vouziers
(cortesía de la oficina de turismo de Vouziers)

El lugar de observación fue en pleno campo, situado en una pequeña elevación del terreno desde donde dominábamos una extensión de unos 15 km de radio, cerca de un cruce de carreteras, Mazagran, a 9 km al Oeste de Vouziers por la carretera D946 y a 49 km al Nordeste de Reims por la carretera D980.



Localización de Vouziers entre Reims y Verdun.

De esta localidad teníamos información detallada de las circunstancias del eclipse, obtenida del servidor de datos astronómicos del Bureau des Longitudes del Ministerio de Educación Nacional de Francia en la dirección www.bdl.fr/cgi-bin/eclipses/soleclnew.pm y que se resume en el cuadro de la página siguiente.

Estos datos fueron comparados con las tablas de "Circunstancias locales en la línea central" y "Coordenadas geográficas del recorrido de la sombra", ofrecidas por la NASA en la página de internet sobre el eclipse de 1999 de Fred Espenak, cuya dirección es sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/TSE1999/TSE1999.html.

Ciudad: VOUZIERS

Departamento: ARDENNES

Longitud: 4° 41' 0'' E

Latitud: 49° 25' 0'' N

Eclipse total del 11 de agosto de 1999.

Comienzo del eclipse general o primer contacto:

11 h 7 m 27.7 s

Comienzo del eclipse total o segundo contacto:

12 h 25 m 29.6 s

Máximo del eclipse:

12 h 26 m 38.0 s

Duración: 2 m 16.9 s

Obscuridad: 100%

Magnitud: 1.013

Altura del Sol: 52°

Azimut del Sol: 328°

Final del eclipse total o tercer contacto:

12 h 27 m 46.4 s

Final del eclipse general o cuarto contacto:

13 h 48 m 53.1 s

El material de registro y de observación

Un eclipse total debe ser observado a simple vista y retenerlo en la memoria como un hecho inusual y espectacular, sin embargo para registrarlo en un soporte menos volátil utilizamos el fotográfico.

El equipo fotográfico se componía de:

<i>Cuerpo de la cámara</i>	<i>YASHICA FX-3</i>
<i>Duplicador</i>	<i>TAMRON</i>
<i>Teleobjetivo</i>	<i>HANSA 75-200 f/4'5</i>
<i>Película</i>	<i>KODAK ISO-100 ELITE-CHROME</i>
<i>Filtros</i>	<i>Radiografía y cristal de soldador número 12</i>
<i>Accesorios</i>	<i>Cable disparador y trípode</i>

Para realizar las fotos elaboramos un plan después de consultar varias fuentes de información, de las cuales destacamos la ofrecida por el Observatorio Astronómico Nacional en su página de dirección www.oan.es/eclipse/foto.html.

A modo de resumen el tiempo de exposición idóneo para fotografiar los diferentes momentos del eclipse está en función de la sensibilidad de la película y del diafragma utilizado. En nuestro caso, al usar una película de sensibilidad 100 ISO y un diafragma f/9, esos tiempos de exposición, expresados en segundos, debían rondar los siguientes valores:

parcialidad	En este caso también depende del filtro utilizado: deben seguirse las indicaciones del fotómetro.
cromosfera	1/4000
protuberancias	1/1000
anillo de diamantes	1/60
corona	de 1/250 a 4 segundos (aumentando el tiempo de exposición de dos en dos pasos: 1/60, 1/15, 1/4, 1/2, 1)

Debido a la situación meteorológica las condiciones de luz no eran las teóricas y por eso el plan elaborado no fue seguido al pie de la letra con el consiguiente efecto negativo en el resultado de las fotos obtenidas.

La observación de las fases parciales la hicimos mediante la proyección con unos prismáticos de 8x40 y directamente protegiéndonos con los filtros antes mencionados. Por supuesto que la totalidad la vimos a simple vista.

Los filtros solares como las radiografías, que contienen plata, y los cristales de soldador de alta numeración (N 14) son aptos con precauciones para la observación del sol, como indica el profesor Ralph Chou de la Escuela de Optometría de la Universidad de Waterloo, Ontario, Canada, en la dirección umbra.nascom.nasa.gov/eclipse/990811/text/eye-safety.html.

La observación del eclipse

La noche del martes comenzó a llover pero a medianoche el cielo estaba lleno de estrellas, y con la esperanza de que la meteorología no fuera adversa nos dormíamos. Sin embargo al amanecer el miércoles la lluvia golpeaba de nuevo el techo de nuestra tienda. Las noticias de la radio confirmaban la situación atmosférica negativa para poder observar el eclipse, que para dar una idea se muestra la imagen obtenida por satélite contenida en la dirección:

www.ghcc.msfc.nasa.gov/GOES/eclipse.html

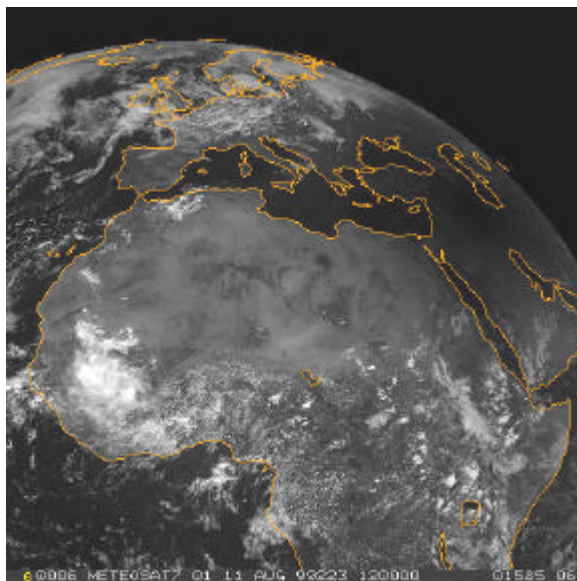


Imagen de satélite que muestra el aspecto de la atmósfera el 11 de agosto a las 12 horas (las 14 horas en horario oficial) (cortesía de la NASA).

Cuando paró de llover fuimos al lugar de observación elegido y plantamos el trípode con la cámara fotográfica tapada con un plástico por miedo a que la lluvia hiciera presencia de nuevo. Por suerte el cielo dejaba huecos para poder ver el eclipse en su totalidad, y las nubes cuando llegaban a nuestra posición se disolvían y no eran de gran espesor. En la fotografía de abajo se puede observar el cielo existente y la actitud pasiva que nos dominaba ante la incertidumbre.



El cielo encapotado hacía presagiar lo peor, al fondo había un grupo de personas con un telescopio y la cámara fotográfica acoplada al mismo.

Por fin llegó el momento y se inició el primer contacto a la hora prevista, las nubes presagiaban lo peor, el nerviosismo y la desesperación se apoderó de todos los que allí estábamos, pero finalmente y con mucha suerte observamos el segundo contacto precedido de un magnífico anillo de diamantes, anillo que forma la luz de la fotosfera solar que se cuela por los cráteres de la Luna.

Pasados unos segundos vino la totalidad, la corona hizo su presencia y nuestra alegría era mayúscula, estábamos viendo el eclipse total: el disco solar estaba completamente ocultado por el disco lunar y aparecieron los penachos de la corona solar, la capa más externa del Sol que tiene un brillo del orden de un millón de veces inferior al de la fotosfera. Además debido a que el Sol se encuentra en una fase de máxima actividad, los penachos de la corona se distribuían uniformemente alrededor del círculo negro de la Luna.

Para describir la totalidad la compararíamos con la imagen del dibujo de un paisaje cuyo cielo está dominado por un Sol negro rodeado de penachos blancos, a su izquierda un astro luminoso, Venus (único astro adicional visible durante la totalidad), y todo iluminado con una luz parecida a la del crepúsculo pero con matices grises.

Pasados dos minutos y unos pocos segundos volvió a aparecer el segundo anillo de diamantes, que significa el final del eclipse total al darse el tercer contacto, pero de una espectacularidad mucho mayor que la del primero.

A partir de ese momento el paisaje fue recobrando su luz perdida durante la totalidad así como las condiciones del aire, pues su temperatura había descendido en varios grados y aumentado su velocidad.

La única observación destacable de comportamiento animal fue la aparición por los campos de trigo ya recolectado de un joven corzo que corría desesperadamente, posiblemente desorientado por la obscuridad y por la elevada presencia de personas.

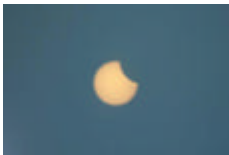
La fase de parcialidad la observamos con filtros de radiografía y de cristal de soldador, también mediante la proyección con unos prismáticos, un montaje que era observado con atención por las personas que por allí pasaban curioseando. En determinados momentos la presencia de nubes permitía observar sin la ayuda de filtros o proyección.



Montaje para proyectar la parcialidad y cámara fotográfica dispuesta para disparar.

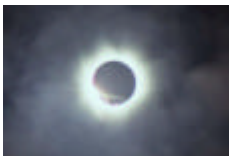
Galería de fotografías

En esta sección se muestran cinco imágenes obtenidas con el equipo fotográfico antes mencionado, que fueron digitalizadas con una resolución de 1350 puntos por pulgada y al tamaño real de una diapositiva.



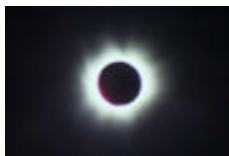
Primera fase de parcialidad

El disco lunar toca por primera vez el disco solar (la fotosfera), se dice que se produce el primer contacto, pasados unos minutos la parte eclipsada ya era considerable. Esta fotografía fue tomada con un filtro de radiografía.



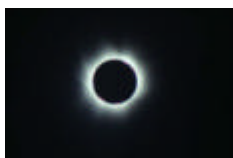
Anillo de diamantes

Se aprecia vagamente el anillo de diamantes que precede al segundo contacto. Las nubes no permitieron afinar más en este efecto.



Corona y cromosfera solares

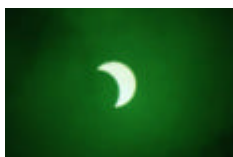
Una vez que se produce el segundo contacto, el disco lunar alcanza el disco solar por el interior, aparece la corona solar, formada por gas ionizado (cargado eléctricamente) que se mueve a merced de los campos magnéticos solares. La luz rojiza es emitida por la cromosfera, lo que denota que es más fría que la corona.



Corona y protuberancias solares

El tiempo de exposición de esta fotografía es menor que en el empleado para obtener la anterior, y ambas tomadas sin filtros.

La luz rojiza es debida a la luz de la cromosfera que aparece a través de las irregularidades del disco lunar y a la luz emitida por las protuberancias que son erupciones cromosféricas.



Segunda fase de parcialidad

Después del tercer contacto, momento en que el disco lunar deja de tocar por la derecha al disco solar, se forma el segundo anillo de diamantes y comienza la segunda fase de parcialidad.

Esta imagen fue obtenida con un filtro de cristal de soldador del número 12. En esta como en la primera no son observables las capas más externas a la fotosfera solar.



Primera fase de parcialidad



Anillo de diamantes



Corona y cromosfera



Corona y protuberancias



Segunda fase de parcialidad

Los eclipses de Sol

La forma más simple para describir el movimiento relativo del Sol, Tierra y Luna es aquella donde el Sol ocupa uno de los focos de una elipse que coincide con la trayectoria que recorre la Tierra en su movimiento de traslación alrededor de él.

La Luna se desplaza con la Tierra al mismo tiempo que se mueve alrededor de ella recorriendo una elipse, estando la Tierra situada en uno de sus focos.

La Luna y la Tierra al moverse en órbitas elípticas provoca que desde la Tierra veamos como nos alejamos del Sol en verano y nos acercamos en invierno lo que influye en su tamaño aparente, haciendo que el disco solar oscile en torno a su valor medio que es de unos 0'5 grados. Lo mismo ocurre con la Luna que unas veces se aleja y otras se aproxima a la Tierra variando su tamaño, siendo su valor medio también de aproximadamente 0'5 grados. Ambos discos, solar y lunar, vistos desde la Tierra tienen aparentemente el mismo tamaño, aunque a veces uno será ligeramente mayor que el otro y viceversa.

Cuando la Luna oculta el Sol desde la Tierra se observa un eclipse de Sol, y cuando la Tierra oculta el Sol se observa un eclipse de Luna.

Desde la Tierra se observará que la Luna oculta el Sol cuando esté en fase de luna nueva y cuando el lugar de observación esté más o menos alineado con la Luna y el Sol. La segunda condición hace que los eclipses no se produzcan todos los meses pero sí periódicamente.

Si el disco lunar es más grande que el solar se observará un eclipse total, y si es más pequeño un eclipse anular. Un eclipse parcial se da cuando la zona de observación terrestre está descentrada con la línea que une el Sol y la Luna.

La totalidad se observa en la zona geográfica donde se proyecta la sombra de la Luna que puede tener un centenar de kilómetros de anchura. Alrededor de esta franja se localiza la penumbra proyectada por la Luna, desde donde se observa el mismo eclipse pero parcial.

Como podemos ver las condiciones que gobiernan la formación de los eclipses dependen del movimiento de estos tres astros, ya que una vez conocido puede preverse la formación de eclipses en el futuro y comprobar con los registros históricos los producidos en el pasado.

Un eclipse se repite cada 18 años, 11 días y 8 horas, periodo que se conoce por el nombre de Saros, palabra griega que significa repetición.

En el eclipse de sol del 11 de agosto de 1999, el tamaño del disco lunar era de $0^{\circ}534'$ y el solar de $0^{\circ}526'$ aproximadamente. La línea que unía al Sol y la Luna estaba centrada en una franja de 50 a 100 km de anchura que iba desde Centroeuropa hasta Irak. España no estaba perfectamente centrada y por lo tanto se observó un eclipse parcial. Este eclipse se repetirá el 21 de agosto de 2017 y se observará en el Pacífico Norte, Estados Unidos y Atlántico Sur.

El eclipse total más próximo se dará el 21 de junio de 2001, ya que en el año 2000 no habrá ningún total, y recorrerá el Atlántico Sur, África del Sur y Madagascar (este se repetirá en el 2019).

La tabla siguiente muestra, de forma simplificada, las condiciones que rodean un determinado tipo de eclipse de Sol.

Eclipse de Sol		
Total	Anular	Parcial
Novilunio o luna nueva		
Luna alineada con el Sol y algún lugar de la Tierra.		
Tamaño aparente del disco lunar mayor que el solar.	Tamaño aparente del disco lunar menor que el solar.	Tamaños relativos de los discos indiferentes.
Lugar de la Tierra centrado con la línea que une Sol y Luna.		Lugar de la Tierra no centrado con la línea que une Sol y Luna.

El Sol

El Sol es un astro gaseoso formado principalmente de hidrógeno y helio. La superficie amarillenta del disco luminoso solar corresponde a una de sus capas, la fotosfera, cuya temperatura es de seis mil grados centígrados aproximadamente y donde se localizan las manchas solares y otros fenómenos violentos. Hacia fuera se encuentra la cromosfera, una capa visible en fotografías durante los eclipses o con determinados filtros (es mil veces menos brillante que la fotosfera), de unos pocos kilómetros de espesor y donde se localizan las protuberancias. En el exterior se encuentra la corona con una temperatura media de dos millones de grados y solo visible durante los eclipses.

El radio del Sol (hasta la fotosfera) es de 696.000 km y su distancia media a la Tierra de 149.598.000 de km.

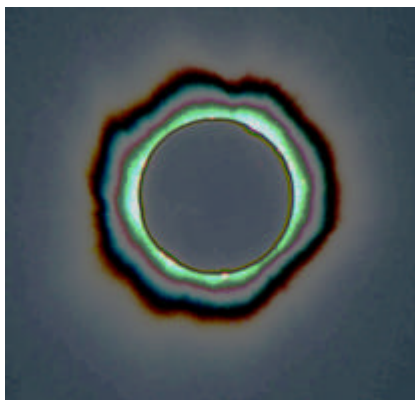


Imagen del Sol eclipsado, en falso color, que muestra la estructura compleja de la corona solar.

La Luna

La Luna es el único satélite que tiene la Tierra y es un cuerpo rocoso carente de atmósfera; observable a simple vista y reconocible por su fisonomía más característica: los mares y cráteres lunares.

Gira en torno a la Tierra cada 27 días aproximadamente, aunque sus fases se repiten cada 29 días aproximadamente, debido a su desplazamiento junto a la Tierra alrededor del Sol.

La órbita de la Luna no está contenida en el mismo plano que el Sol y la Tierra, por este motivo no se producen eclipses todos los meses.

El radio de la Luna es de 1738 km y la distancia media a la Tierra de 384.400 km.

Fuentes de información

Direcciones de internet:

sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/TSE1999/TSE1999.html

Esta es una de las páginas más completas sobre el eclipse de agosto de 1999, contiene tablas, cómo hacer fotografías, mapas de la trayectoria de la totalidad, observación del eclipse desde cualquier localización geográfica, información de eclipses pasados y futuros, etc.

umbra.nascom.nasa.gov/eclipse/990811/text/eye-safety.html

Se explican las normas de seguridad que deben tomarse para no dañar nuestros ojos al observar la parcialidad de un eclipse de Sol. Contiene gráficas de varios tipos de filtros, incluidos los negativos de radiografías y cristal de soldador, donde se informa de la absorción de la luz ultravioleta, visible e infrarroja por cada uno de ellos.

www.bdl.fr/cgi-bin/eclipses/soleclnew.pm

Permite introducir el lugar de observación del eclipse y ofrece los datos de comienzo y final, así como de la totalidad si es el caso.

www.oan.es/eclipse/foto.html

Describe el tamaño de la imagen del sol en el negativo fotográfico en función del objetivo utilizado, y la velocidad de disparo en función de la sensibilidad de la película y del diafragma utilizado y de la característica del eclipse que se desea fotografiar, protuberancias y corona.

www.ghcc.msfc.nasa.gov/GOES/eclipse.html

Esta página no es relevante ya que la fotografía de satélite de la atmósfera puede conseguirse en cualquier otra dirección, no obstante en esta se encuentra directamente la fotografía atmosférica en el momento del eclipse.

Libros:

Bakulin, P.I. y otros, *Curso de Astronomía General*, 1992, Mir, Moscú.

Para ampliar los conocimientos sobre la estructura del Sol y los eclipses.

Varios autores, *Anuario del Observatorio Astronómico 1999*, 1998, Ministerio de Fomento, Madrid.

Un manual muy útil para aquellas personas que se dediquen a la astronomía. Destacan los artículos escritos por Pere Planesas titulados "El eclipse total de Sol del 11 de agosto de 1999" y "Algunas precisiones y curiosidades sobre los eclipses de Sol", donde se muestran dibujos muy didácticos sobre el movimiento de los tres astros implicados en el eclipse, mapas del recorrido del eclipse, consejos para la observación y mecánica de los eclipses.

Menzel, Donald H. y Pasachoff, Jay M., *Guía de campo de las estrellas y los planetas de los hemisferios norte y sur*, 1990, Omega, Barcelona.

Es también una obra clásica que no falta en la biblioteca personal de los aficionados a la Astronomía. En este caso fue utilizado para consultar cómo fotografiar un eclipse de Sol.