Tránsito Solar de la Estación Espacial Internacional (ISS).

Silvia Ferrer Marugán silviaferrer92@gmail.com ,
Palmira Ferrer Marugán palmiraferrer@gmail.com y
Angel Ferrer Rodríguez angelferrer@gmail.com

La Estación Espacial Internacional (ISS) es el mayor satélite en órbita que hay en la actualidad. Se puede ver muchas veces cruzando el cielo nocturno. Ocasionalmente puede cruzar por delante de la Luna o del Sol. Es visible desde una franja terrestre muy estrecha y durante un cortísimo periodo de tiempo. El que vimos duró únicamente 0.6 segundos. Comentamos como se puede ver y sobre todo como fotografiarlo. Un reto al alcance de los aficionados.

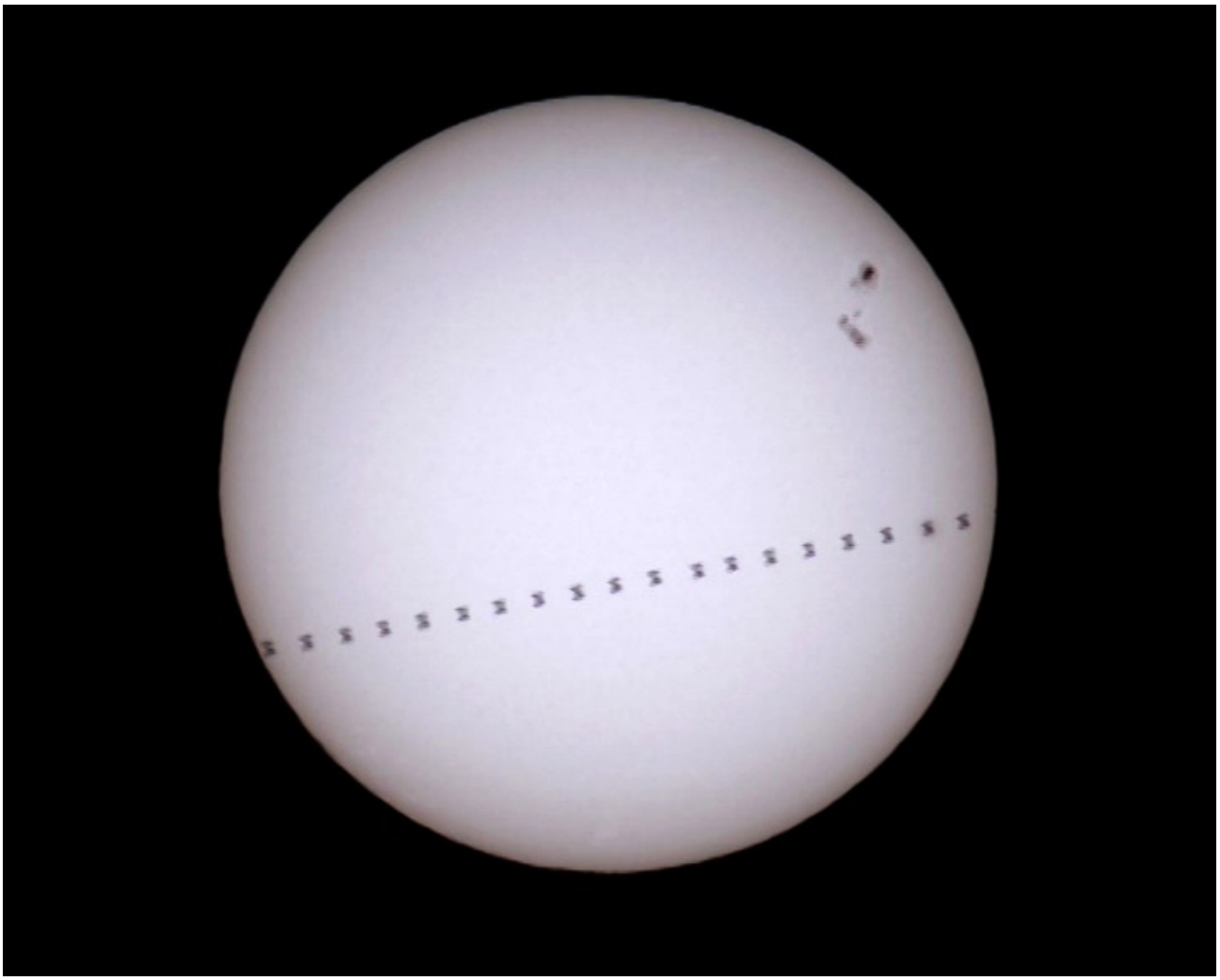

Foto 1: Montaje con la suma de los fotogramas del tránsito solar de la ISS.

El 4 de octubre de 1957 un pequeño satélite llamado Sputnik inauguró la era espacial. Al año siguiente fue EEUU. Le siguieron Francia en 1965, Japón y China en 1970, Reino Unido en 1971, India en el 1981, Israel en el 1988, Irán en 2009 y Corea del Norte en 2012.

A día de hoy es muy difícil calcular el número de satélites artificiales que orbitan la Tierra. Se calcula que se han lanzado más de 6000 pero hay muchos satélites militares que se ocultan y no figuran en los registros. Muchos de ellos se han desintegrado en la atmósfera, otros han dejado de funcionar y alguno ha chocado dejando muchos fragmentos. Funcionantes hay unos 1000. El resto se llama basura espacial.

Unos pocos satélites están situados a 36.000 km por lo que dan una vuelta en 24h. Se denominan geoestacionarios. A ellos se orientan las antenas parabólicas para captar los canales de TV. La mayoría están mucho más cercanos, 300-800 km, y orbitan en unas pocas horas o minutos.

Cualquier noche que vayamos a observar los podemos ver. No son los aviones que tiene lucecitas. Son puntos que se mueven atravesando el cielo en pocos minutos. Se ven en las primeras o en las últimas horas de la noche. Cuando la luz del Sol ya no llega a la superficie de la Tierra y por tanto es de noche, aun llega a los satélites. Cuando la noche avanza ya no se ven.

Si queremos saber los satélites que podemos ver, tenemos una magnífica aplicación en el móvil que se denomina *SatTrack*. En internet hay varias muy conocidas entre las que destaca www.heavens-above.com . Solo tenemos que situarnos y descargar la lista de satélites visibles. Nos indica la magnitud, tiempo de paso y un pequeño planisferio. Esta noche por ejemplo, (13 sep.) podremos ver 89 satélites de magnitud superior a la 4.5.

Foto 2. Aplicación SatTrack para Android. Listado de los satélites brillantes de la noche.

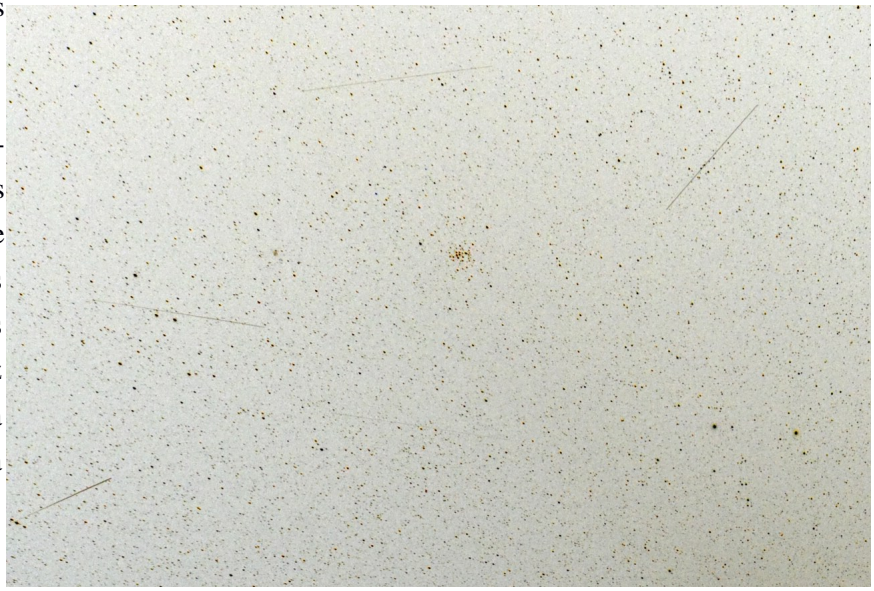
Foto 3: Se ven claramente 4 trazos de satélites. En el ordenador hay otro más tenue. La imagen está invertida para verlo mejor

El que quiera seguirlos tiene distracción asegurada pero si queremos hacer fotos del cielo son un incordio. Es muy difícil que no se cruce ninguno. Os pongo una foto en la que en una porción de la misma se ven 5 simultáneamente. Ya se publicó en Huygens pero no me resisto a volverla a poner. Foto 3.

Otras veces los fotografiamos por su vistosidad. Me refiero a los destellos que producen los paneles solares de los satélites Iridium. Se ve un pequeño satélite que en unos pocos segundos aumenta tremendamente su luminosidad y posteriormente mengua hasta desaparecer. El proceso dura unos 30 segundos y se puede fotografiar sin complicaciones. En Huygens ya hemos hecho referencia en varias ocasiones:

-- "Taller de Astronomía elemental…a pie de playa" por Vicente Miñana. Huygens nº 115. Julio-Agosto 2015

-- "Destellos iridium" Palmira Marugan y Angel Ferrer. Huygens nº 54. Mayo 2005. Foto 4.

Foto 4. Los paneles solares de los satélites Iridium reflejan la luz solar. La exactitud es matemática. "Cazarlos" es fácil. Poner la cámara a t=30" y ajustar la sensibilidad para que no se queme la foto.

No quiero olvidarme de un reto que aún no lo hemos registrado en Huygens: fotografiar satélites geoestacionarios. Como su nombre indica giran en 24h y por tanto están fijos en el cielo. No hay que usar telescopio, solamente una cámara fija en un trípode y hacer una o varias fotos del cielo. Todas las estrellas se mueven menos unos puntos fijos de magnitud entre la 10 y la 14: habremos cazado satélites geoestacionarios. A por ellos!!

El mayor satélite que orbita la tierra es la Estación Espacial Internacional o en inglés International Space Station (ISS). La estación está permanentemente tripulada por astronautas de las agencias participantes en la misión: NASA americana, FKA rusa, JAXA japonesa, CSA canadiense y la ESA europea. De alguna forma representa la fusión de las estaciones espaciales previstas individualmente: la Mir-2 rusa, Freedom estadounidense, el módulo Columbus europeo y el JEM japonés.

La ISS es un gran mecano construido con múltiples módulos unidos entre sí a lo largo de los años. Comenzó el 20 de Noviembre de 1998, cuando el cohete ruso Protón puso en órbita el módulo ruso Zaryá. A este se le unió el módulo Unity de la NASA. 2 años después se acopló el módulo ruso Zvezdá. En 2001 se añadió el laboratorio americano Destiniy y sucesivamente se amplió a un gran número de módulos, laboratorios, paneles solares, etc. El 2 de noviembre de 2001 llegaron los primeros astronautas. La descripción completa la podéis leer en Wikipedia.

Actualmente la ISS es un gran satélite que mide 110x100x30m con un peso de unas 450 toneladas de las cuales unas 3 son de combustible. Está situada en una órbita casi circular: 400 km en el perigeo y 408 km en su apogeo. Su periodo orbital es de 92 m 52 segundos, por lo que da unas 15 vueltas alrededor de la tierra cada día. Su velocidad media es de 7.706 m/s o 27.743 km/h.

Foto 5.

Por la noche se puede ver fácilmente si sabemos cuándo va a pasar por encima de nuestra localización. Buscar

Foto 5. La foto no es mía evidentemente. Se ven los módulos, paneles, brazos robóticos que forman esta compleja nave. Está tomado de internet, sin saber muy bien a quien pertenece.

satTrack o www.heavens-above. Aparece lentamente en el horizonte y conforme se eleva su velocidad relativa aumenta, puede alcanzar varios grados por segundo. En muchas ocasiones mengua su luz y desaparece pues entra en la sombra de la Tierra y no se ve. En buenas condiciones puede tener un brillo de magnitud -3 por lo es más brillante que cualquier estrella. Es inconfundible. Fotografiarla es muy sencillo. Se pone la cámara en un trípode y se dispara con un tiempo de varios segundos.

Se ve un trazo que corresponde a la ISS. Foto 6.

Foto 6. Esta foto de gran campo se aprecia perfectamente una hermosa aproximación de la Luna, Venus y Júpiter (en lo alto a la izquierda). El brillante trazo arriba y ala derecha es la ISS. Tener en cuenta que Venus o Júpiter van sumando fotones en el mismo punto de la imagen mientras que la ISS es una línea. Si toda la luminosidad estuviera en un punto sería mucho más brillante que los planetas.

Otra cosa muy diferente es intentar fotografiar la estación con telescopio para ver algún detalle. Vista desde la Tierra, tiene un tamaño de hasta 64". Es decir mayor de Júpiter o Saturno pero sin duda muy pequeña. Para obtener buenas imágenes de estos planetas actualmente se recurre a utilizar una distancia focal muy larga para tener muchos aumentos y hacer múltiples fotos o incluso un video. Posteriormente se apilan las mejores imágenes y se procesan. Los resultados algunas veces son sorprendentes. Pero la ISS se mueve a más de 1º por segundo y su seguimiento preciso está al alcance de muy pocas monturas. En internet hay algunas fotos realmente admirables por su dificultad.

Otra forma de fotografiarla es cuando transita por delante del Sol o la Luna. Y eso es lo que hicimos mis hijas y yo.

La historia comienza cuando el programa *CalSky* nos envía un mensaje al correo electrónico anunciando que va a suceder un tránsito de la ISS próximo a nuestra ciudad. Nos predice el sitio, la hora exacta y la duración. *Calsky* es un programa de efemérides muy potente que en uno de sus apartados nos indica el tránsito de satélites artificiales por la Luna o el Sol. Le damos las coordenadas y distancia máxima que nos podemos desplazar desde nuestro lugar de observación y lo fijamos como alerta. Cuando se cumpla las condiciones nos envía un correo electrónico. ¡y es gratuito! Fig. 7.

Nos avisó una semana antes del acontecimiento. El tránsito se producía en una franja de 7 km de ancho que atravesaba la playa de Vergel y el sur de Pego. Buscamos en Maps de Google un buen sitio cerca de Pego en el que se situaba la centralidad. Aunque la franja son 7 km conviene situarse lo más en el centro posible para que atraviese el sol diametralmente y no por un paralelo. Hay que tener en cuenta que la ISS continuamente está cayendo y su órbita se modifica. Ocasionalmente encienden los motores y vuelven a subirla. Hay que

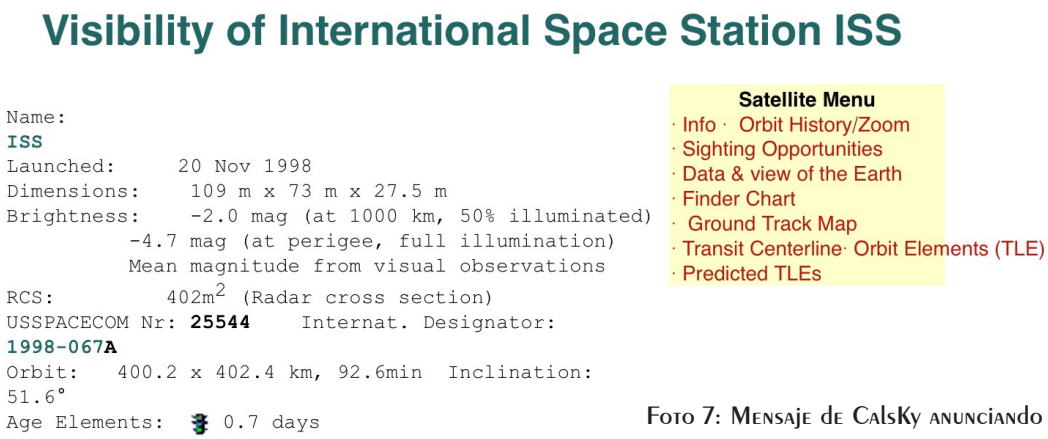

Foto 7: Mensaje de CalsKy anunciando el tránsito de la ISS

9h46m52.94s	ISS	Crosses the disk of Sun. Separation=0.060° Position Angle=329.8°, Position angle vertex=9.5°. Transit duration=0.64s Angular diameter=52.6" size=109.0m x 73.0m x 27.5m Satellite at Azimuth=125.7° SE Altitude= 48.6° Distance=525.4 km In a clock-face concept, the satellite will seem to move toward 8:41 Angular Velocity=47.9'/s Centerline, closest point →Map: Longitude= 0°33'42"E Latitude=+39°17'31" (WGS84) Distance=0.72 km Azimuth=318.1° NW Path direction= 48.0° NE ground speed=7.422 km/s width=7.0 km max. duration=0.7 s

Foto 8. Parámetros exactos del tránsito de la ISS.

estar atentos y revisar los datos unas horas antes por si se han modificado los parámetros. Figura 9.

La segunda dificultad es el tamaño: 52.45”. Utilizando una cámara de formato completo (24x36mm) con un objetivo normal o un teleobjetivo la imagen es muy

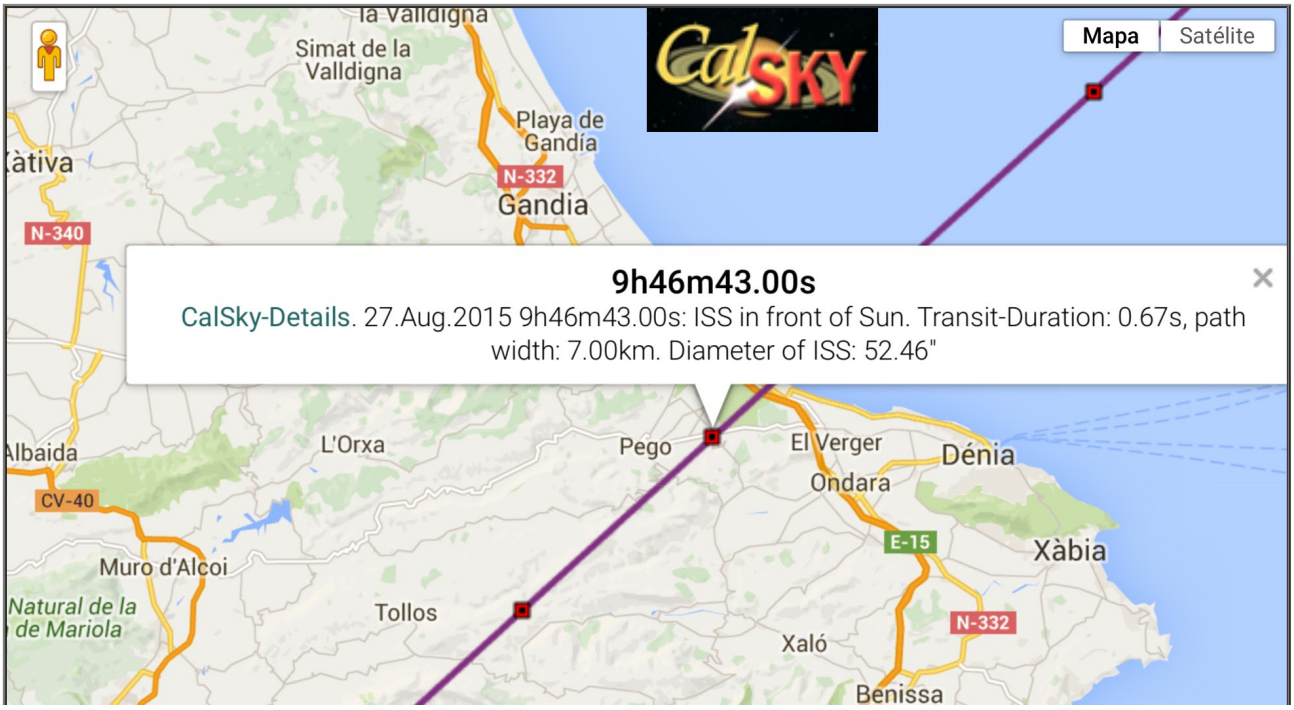

Figura 9. Plano de la zona terrestre donde se produjo el tránsito.

Y si ampliamos el plano, lo vemos en la Figura 10. El tiempo es TU que son dos horas antes que el tiempo local.

Posteriormente descubrimos que hay una página web excelente. Está en castellano y la mantiene José Rubio Fernández: www.efemeridesatronomicas.dyndns.org. No te avisa pero es muy intuitiva para buscar tránsitos tanto de la ISS como de otros satélites sobre la Luna, el Sol u otros planetas. Muy buena.

pequeña. Hay que usar telescopio para percibir algún detalle. Lo acoplamos al telescopio: refractor Takahashi 106mm de diámetro y 530 mm de focal. Le pusimos un multiplicador para conseguir 850 mm de longitud focal. Con esta distancia focal el campo abarcado es de 2º 43’ = 163’=9780”. El sol tiene un diámetro de 30’ por lo que cabe perfectamente en el fotograma y con mucho margen. Para que el Sol ocupe todo el fotograma se necesitan distancias focales de unos 2000 mm. La ventaja es que no precisa un seguimiento muy fino. Para que

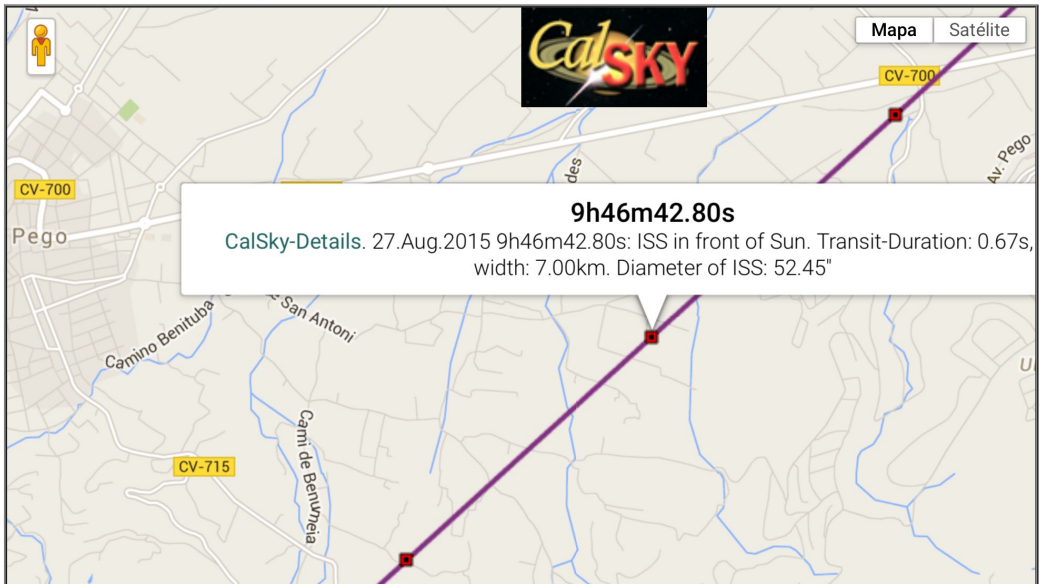

Foto 10.- Ampliación de la zona central

se salga del fotograma tienen que pasar unos 2 minutos. Optamos por olvidarnos del seguimiento motorizado y dejarlo manual. Además ponerlo en estación de día es realmente complicado y llegar la noche anterior no nos apetecía nada.

Tiempo de transito: 0.67 segundos. Uf!!!! Se mueve a 47.9' por segundo. Dudábamos si veríamos una manchita negra por delante del sol durante menos de 1s. Lo que estaba claro es que no hay tiempo de reacción. No puedes disparar en cuanto lo veas pues no da tiempo. Otra cosa es hacer una ráfaga de fotos y confiar que en alguna salga la ISS. Las cámaras hacen ráfagas normalmente entre 3 y 8 fotogramas por segundo pero durante unos pocos segundos pues se llena el buffer y hasta que lo graba en la tarjeta de memoria tarda más tiempo. Muy arriesgado. Nos decantamos por lo que hacen casi todos: grabarlo en video.

Si son fotos, nuestra cámara Nikon D800 tiene una resolución máxima de 7360x4912 pixeles. Si grabamos en video la resolución es la estándar de 1920x1080. Es decir una resolución muy inferior. Pero nos aseguramos que sale. Si seguimos haciendo cálculos vemos que los 1920px del video cubren los 163' de campo, luego cada minuto se capta en unos 12 pixeles (1920/163). La ISS mide 53" por lo que ocupara unos 11 pixeles en la imagen. Si nos hubiéramos decidido por una fotografía la ISS ocuparía 42 px que tampoco es mucho. Bueno sabíamos que la resolución iba a ser mediocre pero aumentar la distancia focal suponía interponer más lentes, hacer seguimiento y para ser la primera vez no nos atrevimos.

Hay otro problema. La ISS atraviesa el sol en 0.67 segundos. El sol mide 30 minutos que en los fotogramas del video corresponden a (1929x30/163)= 353 pixeles. Si la ISS recorre 353 pixeles en 0.67s (670 ms), en cada pixel está 1.89 milésimas de segundo. Para que no se mueva hay que disparar muy rápido. El video hace 30 fotogramas por segundo pero se puede ajustar el tiempo de apertura de cada fotograma. Nos decantamos por aumentar la sensibilidad a 400 y poner el tiempo de apertura de 1/1600seg=0.6ms. Así no se mueve la ISS en cada fotograma del video.

Todo este rollo es para decirlos las dudas que teníamos. No estábamos seguros de poder observarlo y menos capturarlo en video-fotografía.

El día anterior buscamos un elemento esencial para el éxito de la misión. Saber si el sol tenía manchas o no. Lo digo esto porque una de las mayores dificultades en astrofotografía es el enfoque. Enfocar al sol, lógicamente de día y cara a él, es muy difícil sin la referencia de alguna mancha. Por suerte tenía 2 preciosas.

Llegó el día. Estaba totalmente despejado. No hubo que madrugar mucho. Cargamos el telescopio y nos fuimos hacia el destino: un camino apartado cerca de Pego. Resultó ser una urbanización abandonada con nulo tránsito. Montamos el telescopio, lo orientamos aproximadamente con la brújula de mi móvil y oh… se murió el móvil para siempre. Mi móvil murió en acto de servicio, d.e.p. Pusimos el filtro solar. Acoplamos la cámara y orientamos el conjunto al sol. Es muy fácil fijándonos en la sombra que proyecta. Pusimos la cámara en modo Live view. Mi hija Silvia logró enfocarla buscando las manchitas solares. No es nada fácil pues de cara al sol en la pantalla de la cámara no se ve nada (o casi nada). Nos faltó una capa negra como los antiguos fotógrafos de hace 100 años para cubrirnos y ver la pantalla. El IPad nos sirvió de reloj de precisión. Mi hija mayor, Palmira se preparó con gafas de eclipse. Yo

con prismáticos 8x50 con filtro y Silvia estaba atenta a la pantalla de la cámara. Figura 11.

Foto 11. Los integrantes de la expedición al tránsito de la ISS, que son los mismos que los autores del artículo. De Izquierda a derecha: Angel, Palmira y Silvia.

Faltando 1 minuto pusimos la cámara a grabar y observar fijamente al Sol. Emoción: ¿veríamos algo? En directo el único que lo vi fui yo. Es curioso cómo los 0.6s que duró se han quedado grabados en la neurona. Fue rapidísimo pero se vio perfectamente con prismáticos. A simple vista creo que es imposible. Repasamos el video grabado y no lo vimos. Posteriormente a la sombra del interior del coche sí que lo vimos: fugaz, rapidísimo y casi instantáneo. Foto 12

La postproducción no fue complicada. Recortar el video, pasarlo a fotogramas individuales, apilar las fotos, ajustar las curvas de luminosidad… y queda una foto bonita de un hermoso recuerdo. Volver a ver la foto 1. Foto 13

Foto 13: imagen de la ISS ampliada. Mide 12x12 pixeles, 1 más de lo que predice la teoría. Puede ser que este ligeramente desenfocado pero dudo que se consiga mucho más con esta distancia focal.

Indagando sobre el tema descubro que se producen bastante tránsitos sobre el Sol en un radio de unos 400 km. Si buscamos un día de fiesta y no tan lejos las posibilidades disminuyen bastante pero no son nulas. Los tránsitos lunares son más difíciles pero también suceden. Técnicamente no es demasiado complicado y se puede hacer. Esperamos repetir la observación en otra ocasión.

Foto 12. Un fotograma del video con la ISS pasando por delante del Sol.