

ESTACIÓN RADIOMÉTRICA DEL PUERTO DE NAVACERRADA

José Montero Cadalso y Daniel Moreno Lozano
Centro Radiométrico Nacional (AEMET)

RESUMEN: En el mes de noviembre de 2012, se puso operativa una estación radiométrica en el observatorio meteorológico de AEMET del puerto de Navacerrada. En este artículo se cuentan las vicisitudes de la instalación, el duro invierno al que se han visto sometidos los equipos y se comentan, por último, los datos obtenidos comparándolos con los de la estación del Centro Radiométrico Nacional en la sede central de AEMET.

ANTECEDENTES E INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS RADIOMÉTRICOS

Hacia ya más de 15 años desde que se pensó en la instalación de equipos de radiación en el puerto de Navacerrada, pero debido a problemas como la escasez de personal en el observatorio, la falta de equipos y el limitado presupuesto para adecuar las instalaciones, lo habían hecho imposible hasta ahora.



Jardín del observatorio en el año 2006.

Ya en el año 2006 se compraron prácticamente todos los equipos para la estación, aprovechando unos expedientes de renovación y ampliación de la red radiométrica nacional. Pero hubo que esperar para su instalación definitiva, dado que había que acometer diversas actuaciones previas en el observatorio.

Primeramente se “limpió” el jardín meteorológico de equipos ya en desuso, sobre todo pluviómetros. Se cambió la ubicación del pararrayos y de otros equipos para evitar sombras en los equipos de medida solar. Aprovechando las actuaciones anteriores, se hicieron algunas canalizaciones en el jardín para facilitar en un futuro la instalación de cableados y de nuevos equipos, con tan mala suerte que estas obras se llevaron a cabo el año en el que hubo una plaga de topillos en toda la meseta norte. Pudimos comprobar que llegaron hasta el puerto, ya que a los pocos días, todas las canalizaciones aparecieron cegadas y llenas hasta arriba de tierra.

Posteriormente, en otoño de 2008, se instaló una torreta metálica de 5 × 3 m y 3 m de altura, para poner sobre ella los equipos de medida y así aislarlos del suelo y evitar sombras en los sensores debidas a los árboles y a la propia valla del jardín meteorológico. Además se hizo una nueva canalización entre el jardín y la oficina.

Llegados aquí ya “solo” faltaba meter cables de energía, cables de comunicaciones y colocar armarios con tomas de corriente, armarios de protección, etc., tanto en la plataforma como en la oficina. También se pensó en poner un SAI (sistema de alimentación ininterrumpido) en la oficina, para evitar cortes de energía, sobretensiones... Al resultar todas estas actuaciones bastante caras y dadas las restricciones presupuestarias, se quedó todo de nuevo parado.

Aunque en un principio se proyectó instalar más instrumentación, es ya en 2012 cuando se pudo poner al menos una estación radiométrica completa. Fue posible, aprovechando el contrato de mantenimiento de la red radiométrica, usando importes sobrantes de algunas partidas y también gracias a que se había instalado, mientras tanto, una nueva estación meteorológica automática en el jardín,



Arquetas cegadas por los topillos.



Plataforma ya instalada en diciembre de 2008.



Se instalan los equipos en la torreta en noviembre de 2012.

para lo cual habían llevado ya un cable de energía y otro de comunicaciones por fibra óptica, desde la oficina hasta el jardín. Por nuestra parte, se llevó otro cable de energía hasta la plataforma, se conectaron las comunicaciones al cable de fibra óptica, se pusieron algunos pequeños armarios de tomas de corriente y protecciones y finalmente se instalaron los equipos de radiación. Después de todo, la estación quedó operativa a finales de noviembre de 2012.

La estación radiométrica se encuentra situada en el jardín del observatorio meteorológico del puerto de Navacerrada, situado aproximadamente a 500 metros al noroeste de la cima del puerto de montaña, en el límite geográfico entre las comunidades de Madrid y Castilla y León, a una altura sobre el nivel del mar de 1895 m, caracterizándose por una climatología propia de la meseta sur. Su construcción se remonta a cuando el Servicio Meteorológico Nacional pertenecía al Ministerio de Defensa, instalándose el observatorio en el edificio anexo a la Residencia de Aviación de “Los Cogorros” en Cercedilla (Madrid). Dichas instalaciones militares se encuentran entre ambas comunidades autónomas, aunque tanto el acceso a ellas como el suministro de servicios dependen del Ayuntamiento de Cercedilla (Madrid).

Los equipos de medida se montaron, como se ha comentado, encima de una plataforma metálica. Se han instalado sensores para medida de la radiación global, directa, difusa, infrarroja, ultravioleta B y ultravioleta A. Los sensores de radiación directa y difusa se han montado sobre un seguidor solar automático.

En un futuro se podrán instalar más equipos de medida y también potenciar su uso para calibraciones y medidas especiales, dada su especial ubicación.

Dada su cercanía, aproximadamente 40 km en línea recta, con la estación del Centro Radiométrico Nacional en la sede central de AEMET, en la ciudad universitaria de Madrid y a 680 metros de altura sobre el nivel del mar, hace fácil la comparación de las medidas de una y otra estación, pudiendo observarse los cambios en las diferentes variables radiométricas debidos a la meteorología, la altura o simplemente la calidad del aire.



Situación del jardín meteorológico del observatorio del puerto de Navacerrada.



Personal del CRN, el jefe del observatorio y el Delegado territorial de AEMET en Madrid.

UN DURO INVIERNO

Aunque ya sabíamos que en esta estación los equipos iban a soportar condiciones muy duras, no creíamos que estas fueran a ser tan extremas ni durante tantos días. Ya la semana siguiente a su instalación, a los equipos les cayó la primera nevada importante de la temporada y el día de su instalación definitiva, tuvimos que quitar la nieve y esperar a que el sol calentara un poco para poder terminar las actuaciones.

Desde entonces han soportado uno de los inviernos más duros y largos de los últimos años. En la tabla 1, se pueden ver algunas variables meteorológicas de estos meses.

	Precipitación (mm)	Días de nieve	Días de helada	Temp. mín. absoluta (°C)	Viento (km/h)
Diciembre	73	8	20	-9,2	95
Enero	287	12	22	-8,3	113
Febrero	166	22	26	-10,9	109
Marzo	317	19	24	-9,0	103
Abril	65	12	17	-8,0	76
Mayo	134	10	13	-2,9	75
Junio	19	0	1	-1,0	62
Julio	28	0	0	6,0	75
Agosto	2	0	0	6,3	70
TOTAL	1091	83	123	-10,9	113

Tabla 1. Datos mensuales de Navacerrada desde diciembre de 2012 hasta agosto de 2013.

Como era de esperar hubo problemas con los equipos. Así, el seguidor se bloqueó a causa de la nieve y el hielo. Hubo complicaciones a la hora de cambiar los desecantes a los sensores ya que, o era imposible quitar las cápsulas o se rompían al estar heladas. No se podían tocar los cables por miedo a que se quebrasen. En una unidad de ventilación, al llegarse a cubrir por la nieve y el hielo, se quemó el motor y hubo que sustituirla. Y un sinfín de incidencias menores. Vemos aquí algunas imágenes curiosas, que pueden dar una idea de lo indicado.



La nieve y el hielo cubren el seguidor imposibilitando cualquier manipulación.



Cancellada sobre los equipos y sensores.

Ya en la primavera se optó por cambiar el seguidor, pero un mes después, una fuerte tormenta, con sus descargas eléctricas, fundió las placas que controlan el movimiento horizontal-vertical del equipo, por lo que hubo que cambiarlas. También se optó por poner los sensores de UV, elevados sobre plataformas, para evitar que se cubrieran por la nieve. En resumen, estuvimos y seguimos estando muy entretenidos.



En junio se cambia el seguidor y se instalan los sensores de UV sobre plataformas.

LOS DATOS OBTENIDOS

A pesar de todas estas incidencias, se han obtenido datos muy interesantes, sobre todo en su comparación con los datos obtenidos en la estación del CRN en Madrid.

Así, en los dos siguientes gráficos (figuras 1 y 2), podemos ver las diferencias en las diferentes variables radiométricas: radiación directa (la que llega a la superficie directamente del Sol), radiación difusa (la que nos llega del resto de la bóveda celeste y que ha sido dispersada por las partículas de la atmósfera) y la radiación global (suma de las dos anteriores). Primero en un día despejado y claro (sin bruma y con buena visibilidad) de invierno; y después en otro igual, pero de verano.

Radiación solar del día9/12/2012 en las estaciones de Navacerrada y del CRN(Madrid)

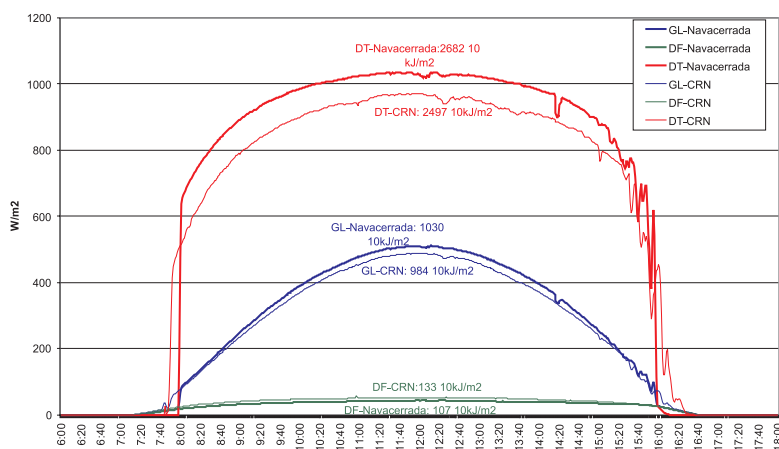


Figura 1. Evolución de la radiación solar un día de invierno despejado.

Radiación solar del día25/6/2013 en las estaciones de Navacerrada y del CRN(Madrid)

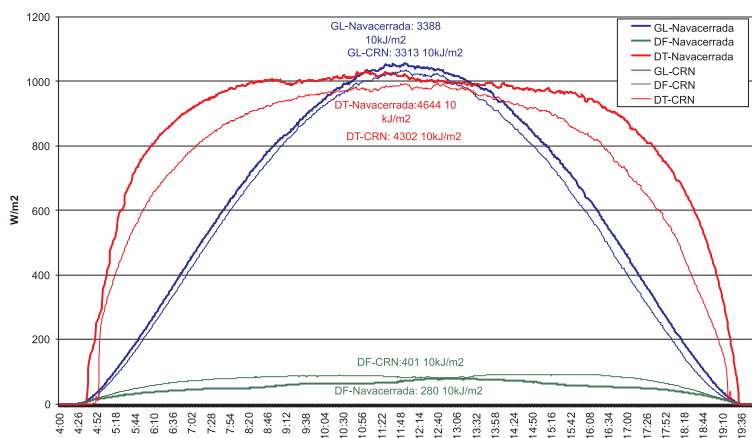


Figura 2. Evolución de la radiación solar un día de verano despejado.

En ambas figuras observamos como, debido a la mayor altura (menos atmósfera) y a la mayor nitidez del aire, los datos obtenidos en Navacerrada de radiación global y directa son superiores, sobre todo en esta última, mientras que la radiación difusa es mucho menor.

En la comparación del índice UVB-UVI (*Ultra Violet Index*), pasa lo mismo (figura 3). Mayor altura, menos atmósfera, menos contaminación y menos ozono, hacen que el UVI medido en Navacerrada sea, en cielos despejados, aproximadamente de una unidad más.

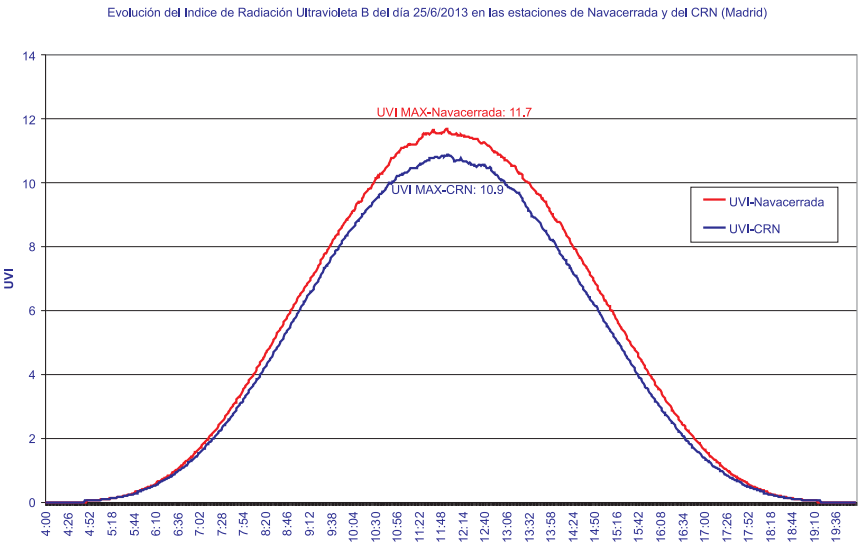


Figura 3. Evolución del UVI un día despejado de verano en Madrid y en Navacerrada.

En la tabla 2 vemos un resumen mensual, con las diferentes medias mensuales de radiación, de las dos estaciones de enero a agosto.

	Media radiación GLOBAL Unid: 10 kJ/m ²	Media radiación DIRECTA Unid: 10 kJ/m ²	Media radiación DIFUSA Unid: 10 kJ/m ²	Media radiación UVB Unid: J/m ²	Media índice UVI	Máximo UVI	Media radiación UVA Unid: 100 J/m ²	Media radiación INFRARROJA Unid: 10 kJ/m ²	Media horas de SOL Unid: horas
ENERO									
Madrid CRN	749	1159	315	652	1,6	2,9	3701	2464	4,9
Navacerrada	594	825	276	587	1,6	3,6	3538	2360	2,9
FEBRERO									
Madrid CRN	1040	1368	451	1122	2,9	4,6	4457	2416	5,5
Navacerrada	631	200	448	807	2,1	4,5	5519	2377	1,7
MARZO									
Madrid CRN	1215	1019	657	1684	4,1	7,8	7367	2659	4,4
Navacerrada	1003	xx	xx	1503	3,9	9,1	7184	2496	2,2
ABRIL									
Madrid CRN	1998			3100	6,5	10,0	12060	2627	230,0
Navacerrada	1771	xx	xx	2878	6,4	10,4	11889	2369	153,0
MAYO									
Madrid CRN	2374			4048	8,2	12,3	14804	2679	272,0
Navacerrada	1771	xx	xx	2878	7,6	13,2	13855	2448	199,0
JUNIO									
Madrid CRN	2807	3164	651	5117	9,0	11,0	17405	2859	352,3
Navacerrada	2375	2503	754	4611	9,0	12,9	16871	2518	296,2
JULIO									
Madrid CRN	2802	3117	629	5335	9,7	11,0	17243	3109	376,0
Navacerrada	2637	xx	xx	5207	9,7	11,6	18157	2660	340,0
AGOSTO									
Madrid CRN	2516	2990	537	4604	8,7	10,2	15089	3085	355,0
Navacerrada	2455	xx	xx	4626	8,9	11,0	16430	2613	350,0

Tabla 2. Resumen de los datos mensuales de las dos estaciones.

Al tratarse de medias diarias mensuales y al haber más días nublados en Navacerrada, casi siempre las medias obtenidas son mayores en Madrid.

En las siguientes gráficas (figuras 4 y 5) se muestra, por una parte, el dato diario de radiación global y, por otra, el dato máximo del UVI minutal diario, de las dos estaciones, desde enero y hasta últimos de septiembre.

En las dos gráficas se observa que a cielos despejados es mayor la radiación registrada en Navacerrada y, al contrario, en cielos nublados y cubiertos es más baja en Navacerrada aparte de que, hasta pasada la primavera, hay muchos más días muy nublados (con radiación baja) en Navacerrada que en Madrid. Esta diferencia se hace incluso mayor en el caso de los máximos de UVI, donde a partir de mediados de mayo destaca el dato de Navacerrada respecto del de Madrid.

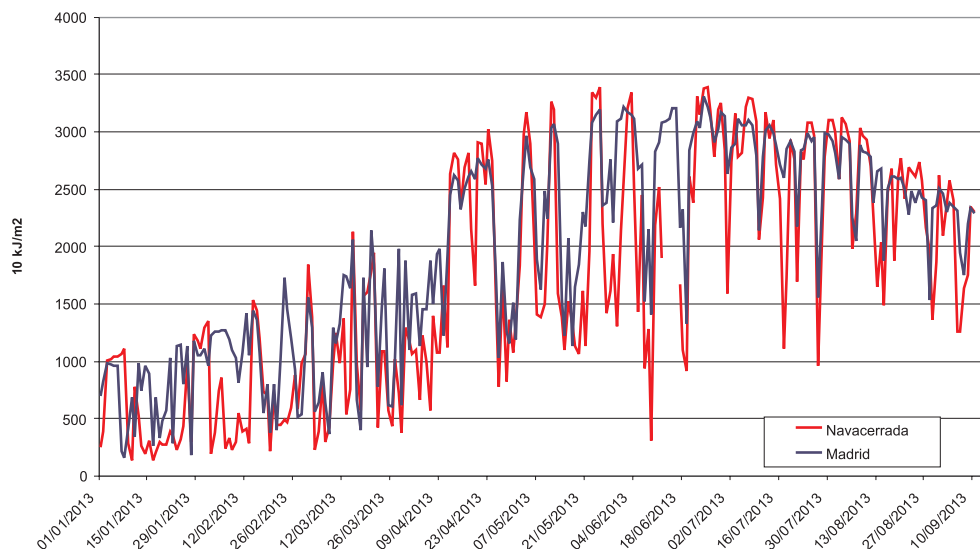


Figura 4. Evolución anual de la radiación global diaria en las dos estaciones.

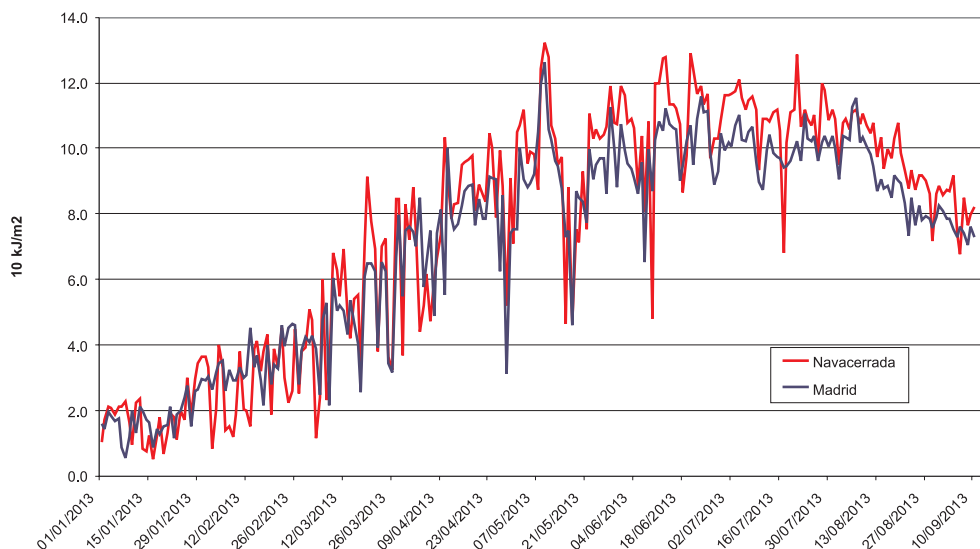


Figura 5. Evolución anual del UVI en las dos estaciones.

Como ya hemos comentado antes, esto es debido a la mayor altitud y menor contaminación de Navacerrada respecto a Madrid, lo que le proporciona una turbiedad menor en su cielo. Al haber menos partículas en el aire, es absorbida menos radiación y así la energía solar llega en mayor medida a la superficie terrestre. También influye que a mayor altitud hay menor capa de ozono, que se puede estimar en unas 10 unidades dobson menos de media cada día, lo que equivale a un 4 % menos.

Por las mismas razones, se estima que el UVI sube aproximadamente un 10 % por cada 1000 metros de altura. Esta estimación se cumple perfectamente en nuestro caso.

Esto es especialmente significativo, ya que hace que los máximos de UVI registrados en Navacerrada sean ya a partir de abril, no solo muy altos, sino extremos ($UVI > 10$). Si a esto añadimos que en esta época del año todavía puede haber nieve en el suelo y que puede reflejar, dependiendo de la blancura y el ángulo, del orden de un 50-80 %, hace totalmente imprescindible el uso de protectores solares, no solo cremas, sino gafas, gorros, etc. y evitar largas exposiciones al sol. Y, para según qué tipos de pieles, la recomendación es directamente tratar de evitar el sol, permaneciendo en algún lugar cerrado, al menos en las cuatro horas centrales del día (entre las 12 y las 16 horas locales aproximadamente).

También hay que indicar el alto componente de radiación difusa de la radiación UV (con el sensor en la sombra), del orden del 50 %, en horas centrales, y aún mayor el resto de horas. Esto quiere decir que aunque estemos en la sombra, podemos estar recibiendo, entre la radiación incidente y la reflejada, un grado muy alto de radiación UV.

Por todo esto, se recuerda que en la página web de la Agencia (www.aemet.es) dentro del apartado: “El tiempo”, tanto en “Observación” como en “Predicción”, se da información diaria sobre los índices registrados el día anterior en las diferentes estaciones de la red, sobre los previstos para los siguientes cinco días e, incluso, se dan los valores diarios de ozono en columna obtenidos de los diferentes espectrofotómetros Brewer de la red. Además, también en los citados apartados de la página web de AEMET, podemos encontrar —desde la pestaña de interpretación— dos documentos interesantes: uno de la Organización Mundial de la Salud que explica en qué consiste el UVI y alerta sobre los peligros para la salud de la exposición a esta radiación, y otro donde se puede encontrar todo lo relativo a la medida de la radiación solar (tipos de radiación, sensores, estaciones de medida, etc.).

PROYECTOS PARA LA ESTACIÓN

En el futuro, además del mantenimiento de los equipos ya instalados en el observatorio, mantenimiento que nos proporcionará una buena serie de mediciones, se quiere:

- ampliar el número de variables de las que se efectúan medidas poniendo sensores de albedo (radiación reflejada, tanto en el espectro visible como en el ultravioleta) e incorporando (al menos en temporada estival) un espectrofotómetro de medida de capa de ozono y de radiación UVB espectral;
- y realizar una calibración de los equipos patrones que están en propiedad del CRN y que se utilizan a su vez cada dos años para calibrar todos los sensores de la red radiométrica nacional.