

# Conclusiones de la

## IV Jornada Técnica sobre Sistemas de alerta de fenómenos peligrosos inducidos por anomalías en la magnetosfera-ionosfera debidas a la actividad solar

La jornada técnica celebrada el 24 de marzo de 2015, en la Escuela Nacional de Protección Civil, se organizó por cuarta vez, con objetivos similares a los de años anteriores:

- Describir la situación actual del conocimiento sobre Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo ante el clima espacial.
- Analizar los episodios ocurridos durante 2013 y 2014, así como la distribución de alertas efectuadas por los diferentes organismos, en periodos anteriores.
- Analizar los últimos progresos desarrollados por las instituciones de investigación españolas y europeas sobre sistemas de prevención y alerta ante el desarrollo de tormentas geomagnéticas.
- Poner en común las experiencias, conocimientos y buenas prácticas en materia de prevención y reducción de riesgos, en el ámbito de las tormentas magnéticas.
- Conocer y analizar las medidas legislativas aplicadas en otros países y, en su caso, proponer desarrollos legislativos y de planificación que atenúen los posibles daños.”

En esta ocasión no estaba contemplada la caída en la atmosfera de objetos, pues se pretendía generar debates sobre la implantación de un servicio de predicción de peligros provenientes de la actividad solar. Por este motivo, la jornada no fue de libre acceso, tal como es costumbre en las jornadas organizadas por Protección Civil, esta se organizó invitando a las instituciones que tuvieran algo que aportar, tanto en la definición científico-técnica de este servicio, como en las necesidades de las diferentes instituciones prestadoras de servicios que pudieran verse afectadas por este peligro.

Durante el desarrollo de la jornada se obtuvo una visión de lo acontecido durante el último año. Además, se han presentado los estudios realizados por distintas instituciones y se han detallado algunos proyectos en desarrollo, cuya finalidad es el establecimiento de sistemas de alerta temprana.

Han participado, tras previa invitación, representantes de distintas instituciones y organismos (Universidades, empresas públicas y privadas, y administración pública). El número de asistentes ha sido del orden de 35 personas provenientes de las administraciones públicas (Local, Autonómica y Estatal), de empresas privadas posiblemente afectadas por el fenómeno y consultoras que trabajan en este tema, en general.

Tras reflexionar sobre los temas tratados en la jornada, las conclusiones a las que se han llegado son:

### ÚLTIMOS AVANCES EN LOS SISTEMAS DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO. DESARROLLO DE SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA:

1. La evolución de la actividad solar en el periodo Diciembre 2013-Marzo 2015 confirma que el ciclo 24 tiene poca actividad hasta el punto de ser uno de los más débiles de la serie, presenta dos máximos (siendo el segundo más

# Conclusiones de la

## IV Jornada Técnica sobre Sistemas de alerta de fenómenos peligrosos inducidos por anomalías en la magnetosfera-ionosfera debidas a la actividad solar

importante que el primero) y ha alcanzado ya su nivel más alto. El valor máximo registrado del índice Kp = 8. Valor máximo en el Observatorio de San Pablo del índice K = 6.

2. La actividad solar ha producido 17 Fulguraciones Solares de clase X, la mayoría no geoeffectivas. La tormenta geomagnética más importante de este periodo ha sido la del 17 de marzo de 2015 ("tormenta del día de San Patricio").
3. Los efectos sobre la tecnología han sido reducidos, limitándose casi por completo a alteraciones en la transmisión de ondas electromagnéticas de frecuencia < 20MHz producidas por perturbaciones en la ionosfera.
4. Ha sido fundamental, en este periodo, el análisis de la importancia que tuvo la tormenta del 22 de julio de 2012 y de la grave amenaza que supuso. Para este análisis, la comunidad científica internacional ha aportado importantes recursos para un mejor estudio de la actividad solar. Particular importancia tiene el lanzamiento del satélite DSCOVR.
5. También en nuestro país la comunidad científica y las instituciones relacionadas con este tema (Universidades de Alcalá y Complutense, Observatorios del Ebro, San Pablo y El Arenosillo, ...) han avanzado notablemente en el conocimiento de la meteorología espacial y en los sistemas para alertar de sus posibles efectos. La puesta en marcha del Servicio Nacional de Meteorología Espacial en diciembre de 2014, y el desarrollo del Sistema SIRPI para alertar de la presencia de una ionosfera perturbada, son dos aportaciones científicas de importante relieve y con un marcado interés práctico. La respuesta de la comunidad científica y de estas instituciones ante la tormenta del día de San Patricio ha sido muy eficiente.

### ACTUACIONES Y DESARROLLOS DURANTE LOS ÚLTIMOS AÑOS:

6. La colaboración entre la Universidad de Alcalá y Red Eléctrica de España ha permitido descubrir un perfil de campo magnético extraordinariamente similar al de la tormenta de Carrington en España. La perturbación fue máxima en Hungría, alcanzando la mitad de intensidad que la registrada en Colaba durante el suceso de Carrington. Esa perturbación registrada en los magnetómetros locales desaparece en los índices utilizados habitualmente por la comunidad científica.
7. Durante la colaboración UAH-REE se ha diseñado un índice local de perturbación magnética para territorio español que se denomina LDiñ. La corriente inducida registrada por REE hasta el momento en la subestación de Meson do Vento es directamente proporcional a la derivada temporal de dicho índice, permitiendo de esta forma cuantificar la peligrosidad de una perturbación debida a meteorología espacial para España.
8. Se presenta en la Jornada el primer **Servicio de Meteorología espacial español con base científica (SeNMEs)**, que constituye uno de los entregables del proyecto de investigación "Nuevos retos en la Ciencia de la interacción Sol-Tierra ante las necesidades tecnológicas de la Sociedad actual" subvencionado por el MINECO. SeNMEs se lanza desde la

# Conclusiones de la

## IV Jornada Técnica sobre Sistemas de alerta de fenómenos peligrosos inducidos por anomalías en la magnetosfera-ionosfera debidas a la actividad solar

Universidad de Alcalá en colaboración con el Grupo de estudios ionosféricos y sistemas de posicionamiento satelital (GNSS), de la Universidad Complutense. Pronto se incorporarán contribuciones de otras instituciones. SeNMEs ha demostrado su correcto funcionamiento ante la mayor tormenta geomagnética del ciclo solar 24, sucedida el día 17 de marzo de 2015.

9. Los estudios realizados por el Observatorio del Ebro y Red Eléctrica de España sobre corrientes inducidas geomagnéticamente (GICs) han proporcionado mucha información para el establecimiento del nivel de actividad geomagnética necesaria para que nuestra red se encuentre bajo riesgo. Pero estos estudios no deben caer en saco roto y deben seguirse monitorizando las GICs en determinados transformadores. Hasta ahora, no nos consta ninguna afectación importante, pero la probabilidad de que ocurra un evento de mayor amplitud que los jamás registrados no es nula.
10. Si queremos mejorar el modelo obtenido para la predicción de las GICs en cada transformador de la red deben tenerse en cuenta las líneas y los transformadores de 220 KV (y quizá también los de 110 KV), y tener en cuenta el perfil y contrastes laterales de conductividad de la tierra. Además, para obtener un modelo correcto, es importante la obtención de los parámetros detallados de la red y su estado en el preciso momento de las tormentas geomagnéticas.
11. Es necesaria un red nacional de alerta temprana que permita la preparación de las infraestructuras críticas ante un evento Carrington o superior, para ello es necesaria la investigación aplicada y la creación de una red de centros sensores que se extienda más allá de nuestras fronteras con el fin de calibrar los sensores peninsulares. El intercambio de datos y su compartición, así como el establecimiento de protocolos de alarma, son imprescindibles en aras de ganar tiempo.
12. Las infraestructuras de HF para comunicaciones con los buques en la Mar, han desaparecido en España al confiarse en los satélites, es necesario generar protocolos específicos para alertar de una posible pérdida de satélites de navegación y comunicaciones y conseguir su enlace con tierra a través de la radio de HF y MF convencional.
13. Los estudios realizados por el Observatorio del Ebro en el ámbito del modelo Internacional de Referencia Ionosférica (IRI) proporcionan una mejora en la predicción del comportamiento ionosférico. Además, se ha conseguido simular satisfactoriamente los efectos causados por eventos severos de meteorología espacial sobre magnitudes ionosféricas clave y predecirlas con cierta antelación. Ello ha de ser un punto de partida para diseñar alertas a los usuarios del modelo para que adopten estrategias de mitigación a dichos efectos.
14. Como continuación de los trabajo realizados por el Observatorio del Ebro se pretende adaptar las funciones que determinan el modelo climatológico a las condiciones en un determinado momento, para obtener una predicción a corto plazo de la ionosfera más realista que la proporcionada por el modelo climatológico. Además, se debe continuar el estudio de las perturbaciones ionosféricas y modelar el error o afectación que causan en sistemas tecnológicos basados en radiocomunicación y poder adoptar contramedidas adecuadas.

## Conclusiones de la

### IV Jornada Técnica sobre Sistemas de alerta de fenómenos peligrosos inducidos por anomalías en la magnetosfera-ionosfera debidas a la actividad solar

Mesa redonda: SOBRE CRITERIOS PARA LA ELABORACIÓN DE UN SISTEMA NACIONAL DE ALERTA:

12. Como en todos los fenómenos peligrosos, la prevención y la alerta temprana son imprescindibles para mitigar los posibles daños, para ello es necesaria la participación conjunta de todos los implicados, organismos científico técnicos e instituciones afectadas, para confeccionar un procedimiento y crear un sistema de predicción. Con este fin, es necesario que exista contacto entre las empresas y el mundo científico para encontrar correlaciones entre causa y efecto, compartiendo conocimiento e información.
13. Aunque con las evidentes diferencias, el sistema de alerta temprana de AEMET podría servir de ejemplo en cuanto a que es un sistema comprensible para todos; además, cada fenómeno está categorizado con unos umbrales, hay una zonificación y una resolución temporal.
14. Es necesario que el sistema de alerta temprana que se establezca funcione 24h/365d, teniendo en cuenta las especificidades de las islas Canarias en este tema. Para procesar los modelos son imprescindibles expertos en esta materia, por lo que parece necesario la creación de un Centro Nacional donde se recogiera y coordinara toda la información disponible, además de integrarse con una posible "Agencia Española del Espacio".
15. Para ello, la cantera de los científicos necesita el respaldo de la sociedad y posiblemente las empresas afectadas podrían crear becas para que estos estudios continúen. Es evidente que en la actualidad falta personal formado en estos temas.
16. Aunque existen mecanismos de cofinanciación Administración-Empresa, es necesario mejorar los procedimientos de colaboración y el Estado tiene que hacer atractiva la inversión en I+D por parte de las empresas. La nueva Ley de Protección Civil probablemente pueda propiciar la creación de un fondo para atender a gastos de prevención.
17. También es importante la colaboración inter institucional entre organismos científico-técnicos, para ello se debería promocionar el trabajar interconectados. Cuanto mayor conocimiento se tenga menos errores habrá en las predicciones.
18. Aunque en los temas de predicciones para el sector eléctrico se ha avanzado de forma importante, no se ha desarrollado un método de evaluación de los efectos sobre las comunicaciones de los procesos sucedidos en el Sol y la Ionosfera. El comportamiento en las ondas de radio por debajo de los 30 MHz puede verse afectado críticamente por las tormentas solares.
19. En Europa hay una gran dependencia de datos de Space Weather, por lo que sería interesante crear grupos de intercambio de datos entre los diferentes actores europeos.
20. A pesar de la existencia de trabajos sobre biomagnetismo, no se ha podido demostrar que las variaciones en el campo magnético y de las ondas de radio afecten a la salud de las personas, aunque sí se ha visto que las radiaciones ionizantes pueden afectar a las células.

## Conclusiones de la IV Jornada Técnica sobre Sistemas de alerta de fenómenos peligrosos inducidos por anomalías en la magnetosfera- ionosfera debidas a la actividad solar

Este encuentro ha propiciado el contacto entre las personas que mejor conocen el fenómeno y algunas empresas que están ajustando sus sistemas tecnológicos con el fin de minimizar los posibles efectos derivados de la actividad solar, y así asegurar el normal funcionamiento de la vida cotidiana.

En el desarrollo de la jornada se ha constatado, como así queda reflejado en estas conclusiones, los avances realizados por los científicos en la identificación de los riesgos, el análisis de previsiones y la mejora en la transmisión de la información, tal y como lo demuestra el hecho que en estos momentos están disponibles en internet, no solo la vigilancia de la ocurrencia de tormentas magnéticas que proporcionan los observatorios geomagnéticos, sino sistemas de vigilancia y predicción que, aunque rudimentario, son el germen de unas predicciones cada vez mas exactas que darán paso, una vez que se correlacionen con los umbrales de las variables y con los daños esperados, al verdadero sistema de alerta útil para el sistema nacional de protección civil.

Como resultado práctico e inmediato de las sesiones se decidió la creación de un grupo de trabajo, bajo la coordinación de la Dirección General de Protección Civil, que proponga modelos de protocolos de avisos así como el desarrollo de instituciones y sistemas que realicen las tareas de aviso previo del fenómeno, tanto a las instituciones capaces de sufrir daños en sus sistemas como a los usuarios finales que sufrirían las interrupciones de los servicios. Este grupo de trabajo puede valorar la necesidad de elaborar una directiva de Protección Civil donde se definan las directrices a seguir para la gestión del riesgo, los modelos de predicción y las alertas.