

CARACTERIZACIÓN DE LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS ADVERSOS EN CANARIAS A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LAS DECLARACIONES DE ALERTAS Y AVISOS (2009-2020)

Abel LÓPEZ DÍEZ¹, Jaime DÍAZ PACHECO¹, Pedro DORTA ANTEQUERA¹,
Indira GARCÍA RODRÍGUEZ², Nerea MARTÍN RAYA¹, Jordan CORREA
GONZÁLEZ¹

¹ *Grupo de Investigación GEORIESGOS y Cátedra Universitaria en Reducción del
Riesgo de Desastres y Ciudades Resilientes. Universidad de La Laguna*

² *Graduada en Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de La Laguna*
alopezd@ull.es, jdiazpac@ull.es, pdorta@ull.es, alu0101138299@ull.edu.es,
nmartinraya@gmail.com, alu0101234892@ull.edu.es

RESUMEN

Los sistemas de alerta temprana constituyen uno de los principales elementos dentro de los mecanismos de prevención que integran la denominada gestión del riesgo de desastres. Asimismo, estos sistemas se han configurado como uno de los instrumentos más útiles para la reducción del riesgo, dado que conectan directamente con las personas y permiten la detección con cierta anticipación de fenómenos con el fin de optimizar las acciones de respuesta. Es por ello, que en áreas especialmente sensibles al impacto de amenazas de origen meteorológico su buen funcionamiento es un factor crítico en la gestión de las emergencias. Por otro lado, dada la antigüedad que ya tiene alguno de estos sistemas, la información que generan respecto a las alertas, comienza a tener utilidad desde el punto de vista de la estimación del riesgo. En este contexto, el presente trabajo busca caracterizar los fenómenos atmosféricos adversos acontecidos en las islas Canarias entre 2009 y 2020 a través del estudio, en primer lugar, de los registros proporcionados por el Plan Específico de Protección Civil y Atención de Emergencias por Riesgos de Fenómenos Meteorológicos Adversos (PEFMA) y, en segundo lugar, mediante el inventario de avisos meteorológicos emitidos por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Esto ha permitido, entre otros resultados, identificar cómo el 68,8% de las activaciones del PEFMA están asociadas a la emisión por parte de AEMET de algún tipo de aviso. Además, fue posible caracterizar la estacionalidad de las amenazas climáticas en Canarias.

Palabras clave: amenaza, riesgo, preparación, alerta temprana, protección civil

ABSTRACT

Early warning systems constitute one of the main elements within the prevention mechanisms that make up the so-called disaster risk management. Likewise, these systems have been configured as one of the most useful instruments for risk reduction, since they connect directly with people and allow the detection of phenomena with some anticipation in order to optimize response actions. For this reason, in areas that are especially sensitive to the impact of threats of meteorological origin, its proper functioning is a critical factor in emergency management. On the other hand, given

the antiquity that some of these systems already have, the information they generate regarding alerts is beginning to be useful from the point of view of risk estimation. In this context, the present work seeks to characterize the extreme atmospheric phenomena that occurred in the Canary Islands between 2009 and 2020 through the study, first, of the records provided by the Specific Plan for Civil Protection and Emergency Attention for Risks of Natural Phenomena. Adverse Meteorological Conditions (PEFMA) and, secondly, through the inventory of meteorological warnings issued by the State Meteorological Agency (AEMET). This has allowed, among other results, to identify how 68.8% of PEFMA activations are associated with the issuance by AEMET of some type of notice. In addition, it was possible to characterize the seasonality of climatic threats in the Canary Islands.

Key words: hazard, risk, preparedness, early warning, civil protection

1. INTRODUCCIÓN

El archipiélago canario, históricamente, ha sufrido importantes desastres de origen climático, como el temporal de 1826 (Bethencourt y Dorta, 2010) o más recientes como las precipitaciones de marzo de 2002 en Santa Cruz de Tenerife o la tormenta tropical Delta en 2005. Unos eventos que han ocasionado múltiples daños, tanto en lo que se refiere a víctimas como a importantes pérdidas económicas en las islas (López-Díez et al., 2018). Sin embargo, a raíz de algunos de los citados desastres se ha ido consolidando y fortaleciendo el actual sistema de protección civil canario, tanto en lo que se refiere a la creación del aparato normativo como a la mejora de las conocidas estrategias de gestión del riesgo para mitigar los posibles efectos territoriales (Dorta et al., 2011). Las estrategias de gestión del riesgo han variado en las últimas décadas al amparo de la Estrategia Internacional para la Reducción del Riesgo de Desastres (EIRD) de 2001 y los posteriores marcos internacionales para la Reducción del Riesgo de Desastres como el Marco de Acción de Hyogo 2005-2015 o el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Estos documentos de consenso internacional ponen el énfasis en las acciones de prevención como las estrategias más eficaces para reducir el riesgo de desastres (Mizutori, 2020). Entre las acciones de prevención y preparación, la ordenación del territorio (Olcina, 2020) y en el fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana (de León et al., 2006) se muestran como materias críticas para la reducción del riesgo de desastres.

A este respecto, los sistemas de alerta temprana se estructuran sobre cuatro ejes (López-Díez *et al.*, 2021): el conocimiento del riesgo, la difusión de alertas, la vigilancia y la concienciación de la población. Estos elementos a su vez tienen la finalidad de capacitar a las personas y a los intervinientes para que respondan de manera oportuna ante una determinada amenaza para minimizar sus posibles daños. Bajo estos principios se han formulado los diferentes sistemas de alerta temprana, tanto a nivel internacional, como nacional y regional, destacando fundamentalmente aquellos sistemas de alerta temprana vinculados con las amenazas de origen climático (Bissolli *et al.*, 2016). Esto ha dado lugar a que la Organización Meteorológica Mundial (OMM) haya reconocido la relevancia de los mismos, así como la importancia que tienen los servicios meteorológicos para su óptimo desarrollo. En el caso nacional, la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) dispone de un amplio

sistema de alerta temprana para cada uno de los elementos anteriormente descritos, no obstante, el instrumento más conocido es su estructura de difusión de avisos, el cual se rige a través del Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Fenómenos Meteorológicos Adversos: Meteoadvertencia. Este método de avisos se configura como el soporte de información básico para la toma de decisiones en materia de protección civil a todos los niveles. En este sentido, esta información en el caso de Canarias, esta información se gestiona a través del Plan Específico de Protección Civil y Atención de Emergencias de la Comunidad Autónoma de Canarias por riesgos de fenómenos meteorológicos adversos (PEFMA), plan encargado de la emisión de alertas para advertir a la población y movilizar los medios y recursos para afrontar una determinada emergencia o previsible desastre. Sin embargo, y pese a la importancia que ambos documentos tienen en el ámbito de la gestión del riesgo en una región como las islas Canarias, hasta la actualidad no han existido trabajos previos que analicen de forma pormenorizada las causas de activaciones y posibles interrelaciones entre ambos planes. Asimismo, el estudio de los fenómenos meteorológicos adversos (FMA) a través del análisis de los citados documentos se puede conformar como una fuente complementaria y de interés para la caracterización de las principales amenazas de origen climático en Canarias, las cuales han sido ampliamente investigadas (Mayer, 2003; Dorta, 2007; López-Díez *et al.*, 2019).

Por todo ello, en este trabajo se aborda una caracterización de los FMA acontecidos en las islas Canarias desde 2009 hasta 2020 a través del estudio de las dos fuentes principales vinculadas con los sistemas de alerta temprana a nivel nacional y autonómico. El estudio de las activaciones del PEFMA y los avisos emitidos por AEMET ha permitido estudiar las amenazas de origen meteorológico, determinando su estacionalidad y frecuencia. Asimismo, a través del análisis de la base de datos desarrollada para la presente investigación se pretende determinar si existe correlación entre la emisión de ambos tipos de notificación.

2. MÉTODOS

Para el desarrollo de este trabajo se parte de la base de datos asociada al PEFMA. La base de datos original contiene un total de 2123 registros correspondientes a la evolución de cada activación por FMA, incluyendo múltiples campos como el tipo de alerta, fecha, tipo de fenómeno o las activaciones de avisos por AEMET (Figura 1).

FENÓMENOS METEOROLÓGICOS ADVERSOS			
TIPO ALERTA/PREALERTA	FECHA	HORA	TIPO FENÓMENO
PREALERTA	29/12/09	18:00	COSTEROS FUERTEVENTURA, LA PALMA , EL HIERRO Y TENERIFE
MANTENIMIENTO PREALERTA	30/12/09	10:30	COSTEROS FUERTEVENTURA, LA PALMA , EL HIERRO Y TENERIFE
FINALIZACIÓN PREALERTA	1/1/10	10:00	COSTEROS FUERTEVENTURA, LA PALMA , EL HIERRO Y TENERIFE
PREALERTA	2/1/10	23:00	LLUVIA LA PALMA
FINALIZACIÓN PREALERTA	3/1/10	13:00	LLUVIA LA PALMA
PREALERTA	2/1/10	12:00	COSTEROS C.A.
MANTENIMIENTO PREALERTA	4/1/10	14:30	COSTEROS C.A.
FINALIZACIÓN PREALERTA	5/1/10	8:30	COSTEROS C.A.
PREALERTA	29/1/10	18:30	LLUVIAS PROVINCIA S/C TFE Y G.C.
ALERTA	30/1/10	10:30	LLUVIAS Y TORMENTAS PROVINCIA S/C TFE Y G.C.
PREALERTA	30/1/10	10:30	LLUVIAS Y TORMENTAS C.A.
PREALERTA	30/1/10	10:30	VIENTOS C.A.
PREALERTA	31/1/10	12:00	COSTEROS GOMERA, HIERRO Y TENERIFE
ACTUALIZACIÓN PREALERTA	31/1/10	12:00	LLUVIAS Y TORMENTAS LANZAROTE Y FUERTEVENTURA
ACTUALIZACIÓN ALERTA	31/1/10	12:00	LLUVIAS Y TORMENTAS PROVINCIA S/C TFE Y G.C.
ACTUALIZACIÓN PREALERTA	31/1/10	12:00	VIENTOS C.A.
ACTUALIZACIÓN ALERTA	1/2/10	14:00	ACTIVACIÓN PLAN ALERTA C.A.
ACTUALIZACIÓN PREALERTA	1/2/10	23:50	VIENTOS LANZAROTE Y FUERTEVENTURA
ACTUALIZACIÓN PLAN EMERGENCIA	1/2/10	23:50	VIENTOS PROVINCIA S/C TENERIFE Y G.C.
FIN EMERGENCIA NIVEL 2	2/2/10		FIN EMERGENCIA NIVEL 2

Figura 1. Estructura de la base de datos del PEFMA.

Para el análisis de las activaciones del PEFMA se ha optado por seleccionar, dentro de cada episodio identificado en la base de datos, la declaración máxima asignada a dicho episodio. Es decir, en un evento de “alerta máxima” en el que previamente se declararon “prealertas” y “alertas”, éste ha sido registrado y contabilizado como “alerta máxima”. Del mismo modo, en lo que respecta al ámbito espacial de cada FMA, se ha decidido seleccionar la totalidad de las áreas que han sido afectadas en cada evento registrado. Por ejemplo, en un episodio donde se ha decretado “alerta máxima” se han estudiado los niveles previos (“prealerta” y “alerta”) y a qué ámbito especial también han afectado, independientemente de que la “alerta máxima” solo afectase a una isla.

Respecto a los avisos emitidos por AEMET, la base de datos proporcionada cuenta con información incompleta. Por ello, se ha optado por complementar los registros a partir de otros recursos disponibles en web. En primer lugar, a través del empleo de un recurso cada vez más empleado en el ámbito científico como Twitter. A través de su herramienta de búsqueda avanzada se ha realizado una búsqueda filtrada de los perfiles oficiales de @AEMET_ESP y @AEMET_Canarias sobre aquellos tuits que llevaban las siguientes palabras claves: “Aviso”, “Amarillo”, “Naranja”, “Rojo” y “Canarias” (Figura 2). A este respecto conviene mencionar que la cuenta de Twitter @AEMET_Canarias comenzó a funcionar en 2013, por lo que para localizar los avisos de los años anteriores se ha recurrido a emplear la prensa escrita como es el caso de el periódico autonómico de Canarias7 (Figura 2).

The image shows a screenshot of a Twitter search interface. At the top, there is a search bar with the text "Cualquiera de estas palabras" and a list of keywords: "aviso", "amarillo", "naranja", "rojo", "Canarias". Below this, there is an example: "Ejemplo: gatos perros · contiene "gatos" o "perros" (o ambos)".

Below the search bar, there is a filter section "De estas cuentas" with the text "@AEMET_Canarias, @AEMET_ESP" and an example: "Ejemplo: @Twitter · enviado desde @Twitter".

Below the filter section, there are date selection fields for "Desde" and "Hasta". The "Desde" field shows "Mes: enero", "Día: 1", and "Año: 2014". The "Hasta" field shows "Mes: diciembre", "Día: 31", and "Año: 2014".

Below the date selection fields, there is a tweet from AEMET_Canarias @AEMET_Canarias - 28 oct. 2014. The tweet text is: "28/10 10:45 #AEMET actualiza #avisos por lluvias en Canarias. Activos hoy. Nivel máx amarillo +info aemet.es/es/eltiempo/pr...". Below the tweet text, there are icons for replies (3), retweets (37), likes (10), and a share icon.

Below the tweet, there is a snippet from the newspaper Canarias7. The headline is "Aviso naranja por altas temperaturas en Gran Canaria". Below the headline, there is a photo of Carlos Santana Beltrán and the text "CARLOS SANTANA BELTRÁN Domingo, 14 agosto 2011, 01:00".

Figura 2. Ejemplo de los resultados obtenidos mediante la búsqueda avanzada de Twitter y prensa local.

Finalmente, respecto al tratamiento de los datos, conviene matizar dos hechos. En primer lugar, para el caso de una amenaza como calima o polvo en suspensión únicamente se emiten avisos amarillos por parte de AEMET, siendo un aspecto este muy importante de cara a interpretar los resultados de este fenómeno. En segundo lugar, se ha optado por tratar de forma individualizada los incendios forestales respecto a la emisión de avisos, independientemente de que AEMET no emita avisos asociados a esta amenaza. Esta decisión se justifica en la medida que la activación del PEFMA por incendios forestales en su práctica totalidad está asociada a avisos por altas temperaturas. Esto da lugar a que los avisos por riesgo de incendio forestal que se han registrado también podrían contabilizarse dentro de altas temperaturas. Sin embargo, para realizar un análisis comparado entre las amenazas del PEFMA y AEMET, se ha considerado que lo más recomendable sea respetar la estructura facilitada por la base de datos original, independientemente de la ya comentada singularidad de los incendios forestales. Como resultado de todo ello, la base de datos resultante contiene un total de 680 registros vinculados a episodios únicos.

3. RESULTADOS

3.1. Aspectos generales

Para el periodo estudiado comprendido entre 2009 y 2020 se han identificado, como se ha señalado, un total de 680 activaciones del PEFMA, asociadas cada una de ellas a fenómenos concretos de índole climática. Asimismo, de estas 680 activaciones un total de 468 tuvieron asociadas la emisión de avisos por parte de AEMET (Tabla 1), dando lugar a que para el periodo analizado en 212 ocasiones que se activó el PEFMA no se declaró ningún aviso, lo que representa el 31,2% del total de las activaciones del PEFMA.

Niveles PEFMA	Nº activaciones	Nº activaciones (%)	Avisos AEMET	Nº avisos	Nº avisos (%)
Prealerta	493	72,5	Amarillo	339	72,4
Alerta	172	25,3	Naranja	122	26,1
Alert. Máx	15	2,2	Rojo	7	1,5
Total	680	100	Total	468	100

Tabla 1. Número de activaciones del PEFMA y avisos de AEMET (2009-2020).

Fuente: DGSE (CECOES-112) y AEMET.

En relación al tipo de FMA, la mayoría de las activaciones del PEFMA se producen únicamente por tres eventos; vientos, fenómenos costeros y lluvias, que representan el 77,4% del total (Tabla 2). El resto de FMA representan únicamente el 22,6%, destacando principalmente las altas temperaturas con un 11,2% y los incendios forestales con un 4%. Respecto a los niveles de activación del PEFMA (Figura 3. A) cabe destacar que las prealertas se distribuyen en su mayoría en los fenómenos costeros, con el 37,3% y los vientos 27,4%. Estos valores se traducen en que 6 de cada 10 situaciones de prealerta en Canarias se asocian a estos dos fenómenos. Las alertas presentan una distribución más homogénea entre vientos, lluvias, altas temperaturas y costeros, con valores comprendidos entre 19-23%. En cambio, respecto a las declaraciones de alertas máximas, éstas presentan un claro máximo en los vientos que

reúnen el 53,3% del total. Asimismo, los vientos junto a otras dos amenazas como son los incendios forestales y las lluvias con un 20% respectivamente, agrupan el 93,3% del total de las alertas máximas del archipiélago.

Tipo de fenómeno	Activaciones PEFMA		Avisos AEMET	
	Nº de activaciones	Porcentaje (%)	Nº de avisos	Porcentaje (%)
Costeros	217	31,9	66	14,1
Vientos	183	26,9	12	2,6
Lluvias	126	18,5	154	32,9
Altas T ^a	76	11,2	96	20,5
Incendios	27	4,0	3	0,6
Tormentas	23	3,4	5	1,1
Calima	22	3,2	10	2,1
Nevadas	6	0,9	122	26,1
Total	680	100	468	100

Tabla 2. Número de activaciones del PEFMA y avisos de AEMET (2009-2020) según FMA. Fuente: DGSE (CECOES-112) y AEMET.

Respecto al estudio de los avisos de AEMET se observa como la práctica totalidad de los avisos amarillos se vinculan únicamente con tres amenazas; fenómenos costeros (36,3%), vientos (26,3%) y lluvias (21,2%), lo que supone un 83,8% del total de los avisos de este rango (Figura 3.B). En el caso de los avisos naranjas, con un total de 122, estos presentan una distribución equitativa entre altas temperaturas (25,4%), fenómenos costeros (24,6%), vientos (24,6%) y lluvias (18,9%). Por último, en lo que se refiere a los avisos de color rojo, el 42,9% se asocian a vientos, un 28,6% se producen por altas temperaturas y, en último lugar, los fenómenos costeros y lluvias abarcan un 14,3% cada uno.

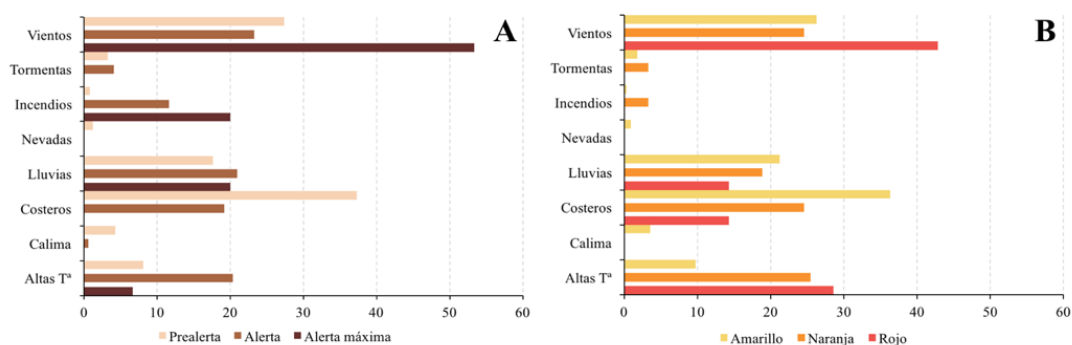


Figura 3. Activaciones del PEFMA (A) y avisos de AEMET (B) (2009-2020) según FMA (%). Fuente: DGSE (CECOES-112) y AEMET.

3.2 Análisis temporal

Entre 2009 y 2020 se observa un reparto homogéneo entre ambas fuentes de información en cuanto al número de activaciones y avisos anuales (Figura 4). No obstante, dentro de esta aparente uniformidad se aprecia como el año 2018 es el que

tiene un número mayor de activaciones del PEFMA (Figura 4.A), con un total de 72 de las cuales, en su mayoría, corresponden a fenómenos costeros, vientos y lluvias. Asimismo, el año 2019 y 2015 con 45 y 48 activaciones respectivamente son los que han experimentado un menor número de activaciones.

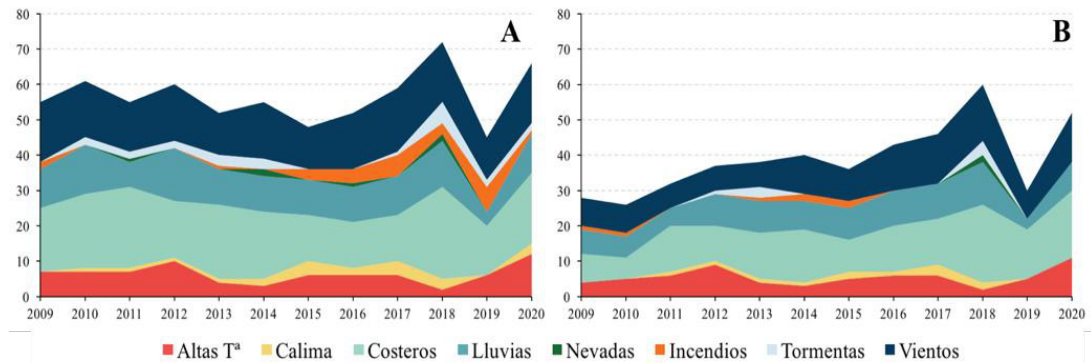


Figura 4. Evolución anual de las activaciones del PEFMA (A) y avisos de AEMET (B) (2009-2020) según FMA. Fuente: DGSE (CECOES-112) y AEMET.

Respecto al análisis mensual de las activaciones del PEFMA (Figura 5.A) y los avisos emitidos por AEMET (Figura 5.B), ambas presentan un comportamiento análogo. Se observa una clara correspondencia con el calendario mensual que presentan los FMA en Canarias, dándose un claro máximo invernal y estival. Respecto al reparto invernal, éste tiene su máximo en febrero con un total de 87 activaciones (Figura 5.A), asociadas en un 44,8% a fenómenos costeros, el 26,4% a vientos y el 16,1% a lluvias. Además, se observa como las activaciones por calima se sitúan en los meses invernales acorde a la temporalidad habitual anual. Asimismo, en los meses de diciembre y enero, así como los meses de transición entre estaciones como marzo y noviembre, el número de activaciones también es elevado, debido a la influencia de los fenómenos costeros, lluvias y vientos. Por otra parte, se distingue un máximo estival en agosto, donde el 35,2% de las activaciones se producen por altas temperaturas y el 11,3% por riesgo de incendio forestal. Finalmente, los valores mínimos de activaciones del PEFMA se ubican en mayo y en septiembre.

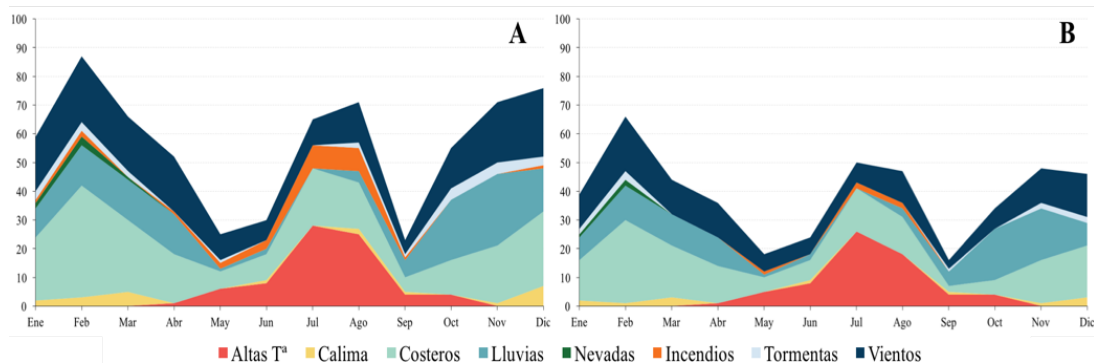


Figura 5. Evolución mensual de las activaciones del PEFMA (A) y avisos de AEMET (B) (2009-2020) según FMA. Fuente: DGSE (CECOES-112) y AEMET.

3.3. Correlación entre activaciones del PEFMA y avisos de AEMET

A este respecto, el 68,8% de las activaciones del PEFMA se vincula con algún nivel de aviso por parte de AEMET. Se observa una clara correlación entre ambos hechos (Figura 6. A), pues el 61,3% de las prealertas declaradas están asociadas a la emisión de avisos amarillos, mientras que solo el 5,2% corresponden a avisos naranjas y un 0,2% a avisos rojos. En el caso de las alertas emitidas, éstas coinciden en su mayoría (52,9%) con avisos naranjas, aunque un 19,2% están vinculadas a avisos amarillos. Sin embargo, el reparto de las alertas máximas es más desigual, pues el 33,3% corresponden a avisos naranjas, mientras que los avisos amarillos y rojos representan un 26,7% cada uno. Finalmente, si analizamos la relación entre ambos documentos de forma inversa (Figura 6. B), se observa como prácticamente el 90% de los avisos amarillos corresponden a prealertas. Igualmente, la mayoría de los avisos naranjas coinciden con alertas (74,6%) y los avisos rojos con alertas máximas (57,1%).

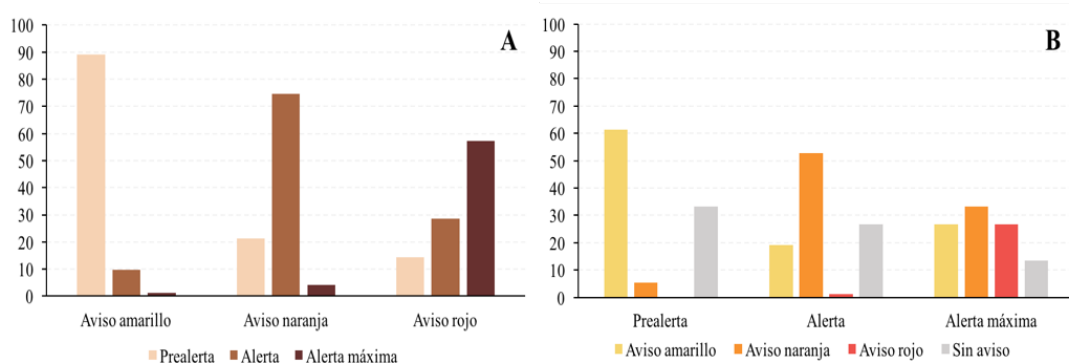


Figura 6. Correlación (%) entre activaciones del PEFMA y avisos de AEMET (2009-2020). Fuente: DGSE (CECOES-112) y AEMET.

4. DISCUSIÓN

Tradicionalmente los estudios sobre riesgos en las islas Canarias han estado centrados en la caracterización de la amenaza y muy pocos han sido los trabajos que hayan abordado otros factores como la exposición y vulnerabilidad (Díaz-Pacheco *et al.*, 2020) o incluso los diferentes elementos que componen la gestión del riesgo de desastres en cada una de sus fases (antes-durante-después). Por ello, esta investigación trata de complementar los escasos trabajos dentro de la gestión del riesgo de desastres (Dorta *et al.*, 2011; López-Díez *et al.*, 2018), trabajos que ya inferían la necesidad de la importancia y caracterización de los sistemas de alerta temprana como fórmula para mejorar la gestión de los riesgos climáticos en las islas.

Por otra parte, el análisis de los datos ha permitido establecer la estacionalidad de los FMA en Canarias basándose únicamente en el estudio de dos fuentes oficiales. Este hecho enriquece a otros trabajos realizados previamente que basaban la caracterización de la amenaza en factores atmosférico (Dorta, 2007; López-Díez, 2020). En este sentido, el presente análisis confirma los calendarios planteados en ambos trabajos de una manera empírica, basada en el análisis de los avisos y alertas que reflejan el comportamiento estacional de las amenazas.

Uno de los elementos más destacados que han arrojado los resultados es la alta correlación existente entre los sistemas de alertas y avisos. Si se contempla en primer

lugar como casi el 70% de las activaciones del PEFMA se vinculan a avisos y que, en segundo lugar, el estudio de los niveles del PEFMA y los avisos de AEMET muestran una equivalencia casi perfecta, se debería considerar si realmente es útil tener dos fuentes simultáneas tan similares independientemente de que en su planteamiento inicial el sistema del PEFMA esté enfocado en la protección civil. Este hecho que se ha evidenciado en este trabajo abre la posibilidad de la necesidad de mejorar dichos sistemas, tanto a nivel nacional como autonómico, para que puedan presentar funciones contrastadas y no como las mostradas hasta la actualidad que incluso pueden provocar confusión en la población. En este sentido y en relación a la problemática anteriormente descrita, AEMET ha comenzado a reformar el plan Meteoadvertencia con un horizonte de 2023 para crear un sistema basado principalmente en la comunicación del riesgo y las consecuencias, tal y como sucede en otros países como Estados Unidos y no tan centrado en los umbrales de la amenaza. Del mismo modo, desde el Gobierno de Canarias se han impulsado proyectos como ALERT4YOU que, aunque sus resultados aún se desconocen pretendía mejorar la zonificación de las activaciones del PEFMA a través de una plataforma que permitiría la difusión de alertas en función de las circunstancias individuales de cada ciudadano y en ámbitos espaciales concretos.

5. CONCLUSIONES

El número de activaciones del PEFMA (680), aunque resulta mayor que el de avisos de AEMET (468) ha permitido establecer que existe una clara correlación entre ambos, hasta tal punto que el 68,8% de las activaciones se vincula con algún tipo de aviso. Asimismo, existe una correlación directa entre los umbrales del PEFMA y los colores de los avisos de AEMET, esto se traduce en que por ejemplo el 89,1% de las prealertas son avisos amarillos o que el 74,6% de las alertas se asocian a avisos de color naranja. Por otro lado, el análisis estadístico ha visibilizado que el 82,4% de las activaciones del PEFMA y el 83,8% de los avisos emitidos se produce por únicamente tres amenazas: fenómenos costeros, lluvias y vientos. Del mismo modo, el análisis temporal refleja un reparto anual para el periodo estudiado muy homogéneo con alguna pequeña irregularidad, como 2018 que es el año con más activaciones del PEFMA y avisos junto a 2019. Con respecto al estudio mensual, éste muestra una clara estacionalidad de los fenómenos, con unos claros máximos estivales e invernales acorde al calendario de amenazas climáticas en Canarias.

En definitiva, se ha presentado un trabajo con un importante interés debido a que el diagnóstico realizado puede ayudar a la mejora de los sistemas de alerta temprana, un recurso imprescindible para asegurar una respuesta eficaz ante cualquier manifestación extrema en las islas.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Seguridad y Emergencias (DGSE) y al Centro Coordinador de Emergencias y Seguridad (CECOES-112) entidades pertenecientes al Gobierno de Canarias por facilitarnos la base de datos sobre la que se ha desarrollado el presente trabajo.

REFERENCIAS

- Bethencourt, J., Dorta, P. (2010). The storm of November 1826 in the Canary Islands: possibly a tropical cyclone? *Geographiska Annaler*, Vol 92A, N.3, pp. 329-337. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0459.2010.00398.x>
- Bissolli, P., Cacic, I., Mächel, H., Rösner, S. (2016). Sistemas de alerta temprana de riesgo climático en Europa. *Boletín-Organización Meteorológica Mundial*, 65(1), pp. 28-31.
- de León, J. C. V., Bogardi, J., Dannenmann, S., Basher, R. (2006). Early warning systems in the context of disaster risk management. *Entwicklung and Ländlicher Raum*, 2, 23-25.
- Díaz-Pacheco, J.; López-Díez, A.; Yanes Luque, A.; Máyer Suárez, P.; Dorta Antequera, P. Propuesta metodológica para estimar la vulnerabilidad local por inundación en áreas turísticas costeras de clima árido: aplicación al litoral de Arona y Adeje (SO de Tenerife). *Cuadernos de Geografía* 2020, 104, pp. 87-106. doi: <https://doi.org/10.7203/CGUV.104.16570>
- Dorta, P. (2007). Catálogo de riesgos climáticos en Canarias: amenazas y vulnerabilidad. *Geographica*, Vol. 51, pp. 33-160.
- Dorta, P., Pérez, S. M., Ruiz, C. R., Suárez, P. M., Carmona, V. L., Méndez, R. T. (2011). Diagnóstico de la gestión de las emergencias de origen climático en Canarias. En *Servicios, globalización y territorio: V Congreso Geografía de los servicios*, pp. 259-276.
- López-Díez, A., Dorta, P., Díaz Pacheco, J., Caraballo Acosta, O. (2018). Consecuencias de los eventos meteorológicos de rango extraordinario en Canarias: temporales de viento, inundaciones y fenómenos costeros (1996-2016). *Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Serie A*;11.
- López-Díez, A., Máyer, P., Díaz-Pacheco, J., Dorta, P. (2019). Rainfall and flooding in coastal tourist areas of the Canary Islands (Spain). *Atmosphere*, 10(12), 809. doi: <https://doi.org/10.3390/atmos10120809>
- López-Díez, A. (2020). Cambio climático y fenómenos meteorológicos extremos en la Macaronesia. Evaluación, adaptación y resiliencia (Tesis doctoral, Universidad de La Laguna). Recuperado de <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/22132>
- López-Díez, A., Dorta, P., Díaz-Pacheco, J. (Eds.). (2021). Reducción del riesgo de desastres: amenazas y vulnerabilidad en el siglo xxi. Servicio de Publicaciones, Universidad de La Laguna.
- Máyer, P. (2003). Riesgos asociados a episodios de lluvia intensa en Gran Canaria (1951-2000). *Vector plus*. Vol. 22, pp. 36-42.
- Mizutori, M. (2020). Reflections on the Sendai Framework for disaster risk reduction: five years since its adoption. *International Journal of Disaster Risk Science*, pp. 147-151. doi: <https://doi.org/10.1007/s13753-020-00261-2>
- Olcina, J. (2020). Ordenación del territorio e infraestructura verde para la reducción del riesgo natural en España. *Práctica urbanística: Revista mensual de urbanismo*, (164), 2.