

El uso de código de colores en alertas meteorológicas

Nota Técnica SMN 2021-108

Ramón de Elía¹, Pedro Lohigorry², Juan Guerrieri², Julia Chasco³, Marcos Saucedo², Carolina Cerrudo⁴ y Daniel Anaya

¹ Dirección Nacional de Ciencia e Innovación en Productos y Servicios, SMN

² Dirección Nacional de Pronósticos y Servicios para la Sociedad, DPTA, SMN

³ Dirección Nacional de Pronósticos y Servicios para la Sociedad, SMN

⁴ Dirección Nacional de Pronósticos y Servicios para la Sociedad, DSS, SMN

Noviembre 2021

Información sobre Copyright

Este reporte ha sido producido por empleados del Servicio Meteorológico Nacional con el fin de documentar sus actividades de investigación y desarrollo. El presente trabajo ha tenido cierto nivel de revisión por otros miembros de la institución, pero ninguno de los resultados o juicios expresados aquí presuponen un aval implícito o explícito del Servicio Meteorológico Nacional.

La información aquí presentada puede ser reproducida a condición que la fuente sea adecuadamente citada.

Resumen

En la actualidad se encuentra muy difundido el uso de escalas de colores para transmitir alertas de todo tipo, y en la última década a estas se han incorporado las alertas meteorológicas. La presente Nota Técnica hace una revisión del uso de escalas de colores en un grupo de servicios meteorológicos del mundo con el fin de ilustrar el tipo de uso que se lleva adelante. Se encuentra que el uso de la escala de colores en alertas varía en sus significados dependiendo del servicio meteorológico que lo produce.

La razón principal de esta divergencia se encuentra en que el concepto de alerta está asociado a por lo menos tres conceptos fundamentales que ayudan a definir sus características: la urgencia de la misma (tiempo disponible hasta el evento), el impacto esperado del evento si este ocurriera, y la probabilidad de ocurrencia del evento.

En definitiva, la escala de colores es una variable unidimensional que debe representar un problema multidimensional, lo que deja muchas opciones sobre qué elemento priorizar.

El SMN ha puesto en operaciones recientemente su propia escala de colores para la difusión de alertas, y se cierra la Nota Técnica con una discusión sobre su interpretación y uso.

Abstract

The use of a color-coded warning system is widespread in different organizations concerned with the security of the population, and in the last decade this is also the case for weather services. The present Technical Note reviews the use of color-coded warning systems in weather services around the world and significant differences were found in their usage.

The main reason for these differences stems from the fact that warnings are associated with at least three key concepts: its urgency (time to event), event's expected impact, and event's probability of occurrence. As such, color-coded warnings are a unidimensional variable that must represent a multidimensional issue, which leaves many open options to the designer regarding their main priorities.

The text closes with a discussion of the color-coded warning system recently implemented by the Weather Service of Argentina..

Palabras clave: alertas, color, comunicación

Citar como:

de Elía, R., Lohigorry, P., Guerrieri, J., Chasco, J., Saucedo, M., Cerrudo, C. y Anaya, D., 2021: El uso de código de colores en alertas meteorológicas. Nota Técnica SMN 2021-108.

1. INTRODUCCION

La presente Nota Técnica tiene por objetivo revisar el uso de colores en alertas meteorológicas en diferentes servicios meteorológicos del mundo. Antes de adentrarnos en el análisis, cabe aclarar que la utilización de colores para indicar el nivel de atención, de urgencia, de amenaza, de riesgo u otro parámetro es utilizado por una amplia gama de organizaciones. Además, cada color tiene un significado propio para cada organización y cultura. Por ejemplo, en China el rojo tiene una connotación positiva asociada con la suerte y la felicidad, mientras que en la mayoría de los países con tradición dominante de carácter occidental sugiere peligro, prohibición (una discusión detallada se puede encontrar en Yu 2014). En estos últimos países se cumplen algunos preceptos básicos de la gravedad de la situación siguiendo el patrón verde → amarillo → naranja → rojo (comúnmente llamado “semáforo”). A su vez el uso de los colores para comunicar un estado de situación es adaptado por cada sector / organización. Por ejemplo, una aerolínea puede estar operando en nivel verde si sus operaciones se desarrollan de forma normal, y pueden cambiar a un nivel amarillo cuando empiezan a tener algunas demoras y cancelaciones. En algunas defensas civiles municipales utilizan el código de colores para representar el nivel de ejecución de un plan de emergencia. En muchos países fue utilizado también durante la pandemia de COVID-19 para indicar el estado de alerta de diferentes regiones. El gobierno nacional de Argentina utilizó un sistema de semáforo para indicar la alerta epidemiológica usando como variable la ocupación de camas en terapia intensiva, y en el triage de pacientes dependiendo de sus síntomas (ver por ejemplo <https://www.argentina.gob.ar/coronavirus/informes-diarios/partidos-de-alto-riesgo>).

Es importante notar que si bien los usuarios tienen mucha familiaridad con los colores del semáforo las interpretaciones de estos no son siempre las deseadas por sus creadores. Las dificultades en la comunicación de este tipo de información depende de muchos factores relacionados con diferencias interpersonales en percepción, sesgos cognitivos, cultura, ideologías, entre otros. Una muy breve pero rica en bibliografía introducción a esta compleja temática puede encontrarse en Lavell y otros (2012, página 45).

La OMM en el 2015 estableció una serie de requisitos técnicos que deben ser tenidos en cuenta en los pronósticos y avisos que toman consideración de los impactos (OMM 2015). Uno de estos requisitos son las plataformas, protocolos y formatos de difusión tales como el XML/CAP, gráficos codificados mediante colores y capas del Sistema de información geográfica (SIG). Asimismo recomiendan a los servicios meteorológicos que trabajen en conjunto con los organismos para la reducción de desastres y con el fin de determinar la manera en que la probabilidad de un peligro previsto y su posible gravedad pueden tomarse en consideración conjuntamente para establecer una “matriz de riesgo”.

En la actualidad el SMN utiliza colores en varios de sus productos. Por ejemplo, presenta en su página de Alertas diferentes niveles de alertas correspondientes al código de colores llamado “semáforo” (ver Fig. 1). A primera vista el significado es claro, casi intuitivo, pero uno podría preguntarse exactamente a qué refieren. En el Common Alert Protocol (CAP, ver OASIS 2010) utilizado en muchas partes del mundo, se puede ver que son muchas las variables de interés asociadas a las alertas –incluyendo naturalmente la región afectada, tipo de evento y posible duración de la mismo–, pero en particular sobresalen (ver Fig. 2):

- 1-urgencia requerida en la acción,
- 2-severidad del evento esperado,
- 3-confianza en su predicción,
- 4-tipo de respuesta.

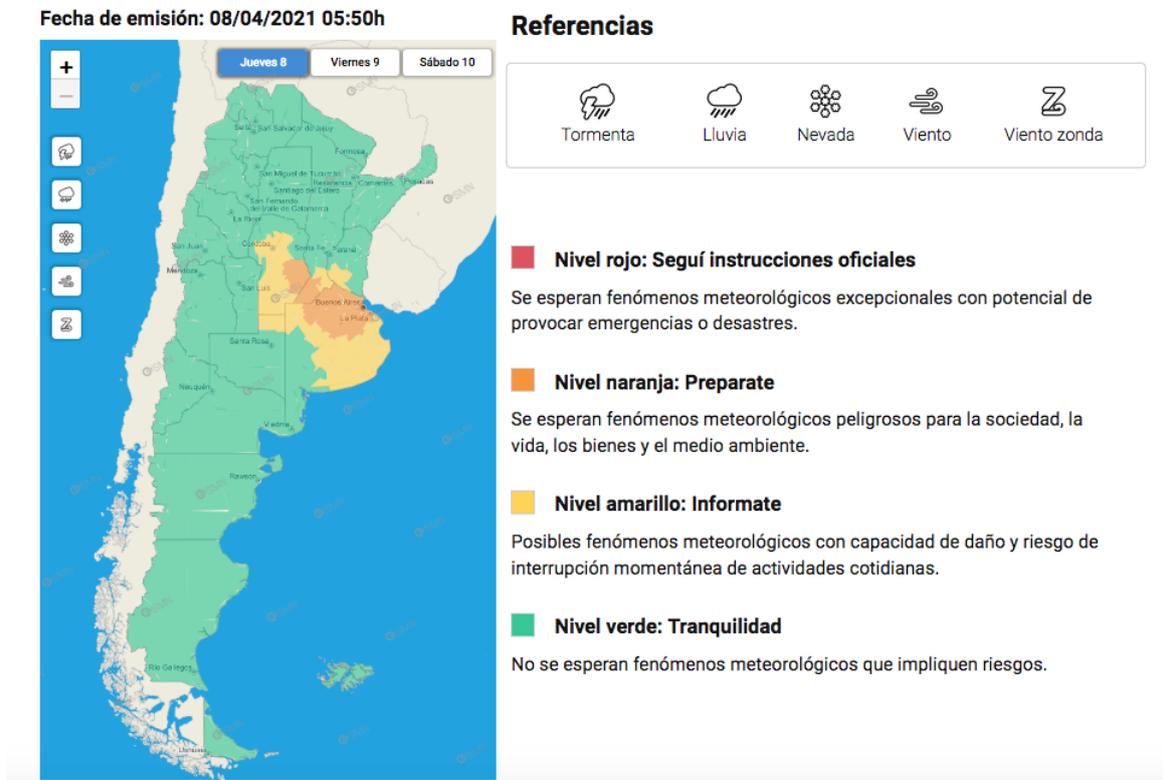


Fig. 1: Portal de Alertas del SMN, incorporado a fines del 2020, cuyo objetivo es simplificar la transmisión de información sobre alertas. Ver <https://www.smn.gov.ar/alertas>.

Como se puede ver, la alerta con color resalta uno o la combinación de varios de estos factores, y por ende debería estar acompañada de una explicación que ayude a contextualizar el contenido de la alerta. Si bien la categoría “response type” no es obligatoria de acuerdo a la Fig. 2, se la ha resaltado dado que se la ha identificado en varios de los ejemplos analizados en la sección 2 de la presente Nota Técnica.

Es importante resaltar que el uso de los colores en las alertas es una de las características de un solo elemento –las alertas– dentro de un Sistema de Alerta Temprana (SAT). Existe actualmente una amplia gama de bibliografía sobre cómo construir un SAT para fenómenos hidrometeorológicos (ver por ejemplo <https://www.crews-initiative.org/en/resources/early-warning-guidelines-publications>). A su vez, la OMM promueve el establecimiento de Sistemas de Alerta Temprana Multi-Riesgo (OMM 2018), que son aquellos que no solo se ocupan de fenómenos de origen meteorológico, sino también, entre otros, de las erupciones volcánicas, los terremotos y los tsunamis. El diseño integral de estos sistemas es fundamental para mantener la consistencia de los distintos mensajes (pronósticos, alertas, avisos, etc).

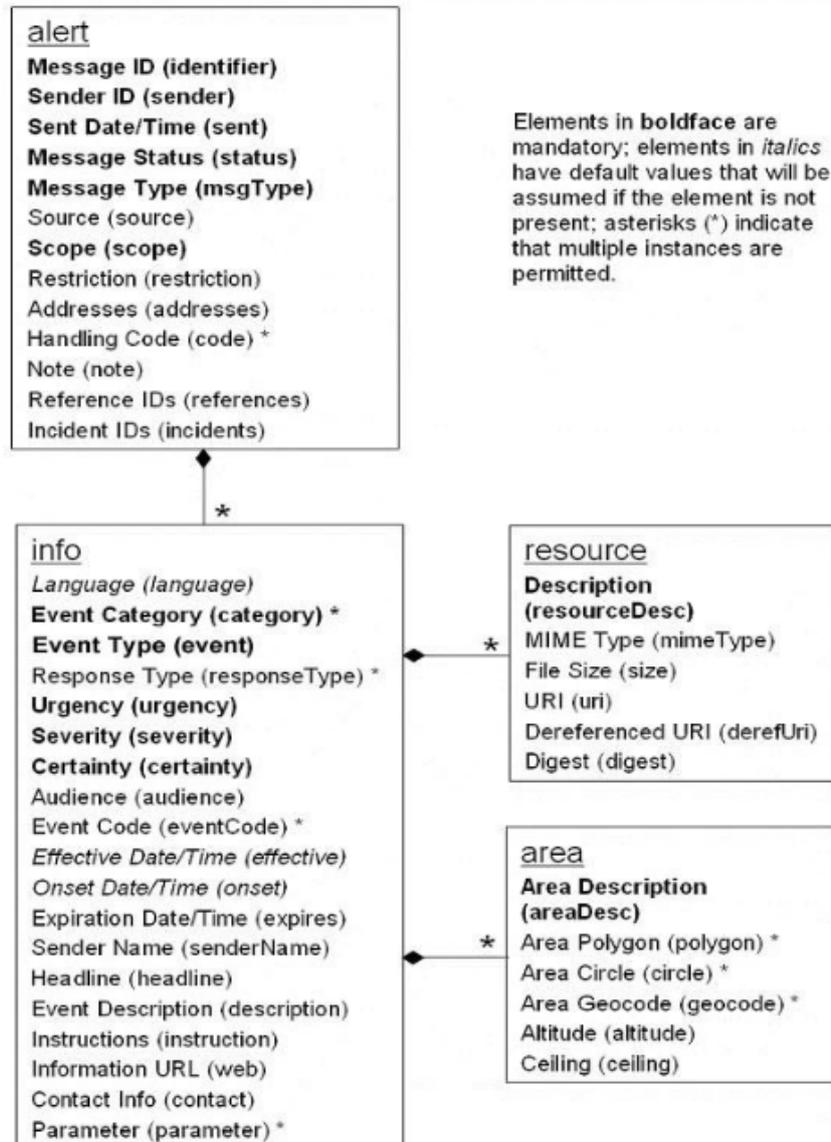


Fig. 2: Estructura de un mensaje de alerta que sigue el formato CAP (ver en OASIS 2010). Ver detalle de las categorías *Urgency*, *Severity*, *Certainty* y *Response type* en Apéndice 1. Notar que los elementos en **negrita** son obligatorios. El formato CAP es también utilizado por un número creciente de nuevos jugadores en el tema alertas como Google Crisis Response, IBM/The Weather Company, AccuWeather, MeteoGroup, y Windy.com.

2. USO EN DIFERENTES SERVICIOS METEOROLÓGICOS

Se trabajó con datos de reflectividad de los radares meteorológicos pertenecientes al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) ubicados en las Estaciones Experimentales Agropecuarias (EEA) de Anguil (La Pampa), Paraná (Entre Ríos) y Pergamino (Buenos Aires). El período de análisis para Anguil y Paraná fue de Julio a Octubre de 2016 en tanto que para Pergamino se trabajó con los datos de Abril a Diciembre de

2016. Los volúmenes utilizados corresponden a los rangos máximos de 120 km y 240 km; en adelante se los nombrará “volumen de 120 km” y “volumen de 240 km” respectivamente.

2.1 Met Office (Reino Unido)

El Met Office ha trabajado durante años en el desarrollo de sistemas de alertas con una constante revisión de su capacidad de comunicar adecuadamente la información necesaria. En el año 2011 inauguró su diseño actual (ver Neal y otros 2014), que ha sido adoptado por diferentes instituciones y pareciera dirigirse a ser un estándar internacional (ver página 14 de OMM 2015).

Estas alertas utilizan el concepto de “riesgo”, entendido desde el punto de vista del manejo de riesgos (“risk management”) con base conceptual en la teoría de utilidad esperada (“expected utility theory”, ver Baron 2008). En este caso el riesgo es función del impacto esperado de un evento ponderado por la incertidumbre del mismo. En términos matemáticos el riesgo R suele escribirse como

$$R = p \times I \quad (1)$$

donde p es la probabilidad del evento con I su impacto esperado (ver por ejemplo IPCC 2012). Esta fórmula suele desglosarse en más factores, como la exposición y vulnerabilidad. Una particularmente útil en esta discusión sería

$$R = p \times In \times V \quad (2)$$

donde p es la probabilidad del evento con In su intensidad y V la vulnerabilidad de la zona afectada. Como se puede ver estas definiciones utilizan dos de los cuatro elementos mencionados en la introducción: confianza (como probabilidad) y severidad (como impacto esperado).

Existen decenas de definiciones alternativas del concepto de riesgo (ver por ejemplo <https://en.wikipedia.org/wiki/Risk>) y las implicancias de estas diferencias fueron discutidas por primera vez en un clásico de la literatura sobre riesgo (Fischhoff y otros 1984). La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres presenta su propia definición en <https://www.undrr.org/terminology/disaster-risk>. En el mundo de la meteorología una interesante discusión y una cierta reticencia a su formulación matemática puede verse en IPCC (2020)¹. Como se verá después, la elección de una definición estricta le otorga claridad y hasta elegancia al procedimiento, pero no lo absuelve de generar posibles controversias. En Argentina la Ley Nacional 27.287 “Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil” define al riesgo como “probabilidad que una amenaza produzca daños al actuar sobre una población vulnerable”, una definición sin pretensiones cuantitativas como la mencionada en (1) aunque refiere a la incertidumbre utilizando directamente el concepto de probabilidad.

¹ En el caso del Met Office reina una cierta ambigüedad con respecto a la definición de Riesgo. Mientras que en la página web se habla de “probabilidad del impacto”, en los papers reconocidos como la base del sistema de alerta (por ejemplo Neal y otros 2014) se trata más bien de “probabilidad del evento”. Para simplificar la discusión aquí nos hemos inclinado por la segunda interpretación. Es importante notar que la primera es coherente con un sistema de pronóstico basado en impacto, como el que Met Office en ciertos lugares declara hacer, y otros en desarrollo que se discuten en detalle en OMM (2015).

La Fig. 3 ilustra la página web de alertas del Met Office. El panel de arriba a la izquierda muestra la visión general del país donde se aprecia un alerta (warning) amarillo en el oeste de Escocia. Haciendo clic en la zona, esta aumenta su tamaño y aparece una ventana describiendo el evento y su posible impacto en *what to expect* (panel derecho, arriba). Si se busca más información, abajo en el panel explicativo aparece un link a *further details* que nos envía al panel que ilustra la matriz de riesgo (panel de abajo).

Antes que nada es interesante notar que la definición del significado de cada color no se encuentra presente en estas páginas. Si uno persiste en buscarlo lo va a encontrar en <https://www.metoffice.gov.uk/weather/guides/warnings>. Esta dificultad para encontrar el significado que tienen los colores utilizados en las alertas no parece obedecer a un error sino a la falta de necesidad de contar con esta información. Aquí la definición de “Yellow warning”: *“Los ‘yellow warnings’ pueden ser emitidos para una variedad de condiciones meteorológicas. Muchos son emitidos cuando es probable que el mal tiempo produzca impactos menores, incluyendo perturbación de condiciones de viaje en algunas localidades. Mucha gente en este caso podría continuar con su rutina diaria, pero algunos se verían impactados por lo que es importante que usted evalúe si puede ser afectado. Otros ‘yellow warnings’ son emitidos cuando el mal tiempo podría traer impactos mucho más severos para la mayoría de las personas, pero la certeza de esto es mucho más baja. Es importante leer el contenido de los ‘yellow warnings’ para determinar a qué situación refiere”.*

El subrayado muestra la ambigüedad de estas definiciones y el por qué estas no parecen ser tan útiles. Este es uno de los precios que se paga cuando el color debe representar un riesgo que es pensado como la combinación de dos variables (probabilidad e impacto). La manera que el Met Office va más allá de esta confusión es la inclusión de la mencionada matriz de riesgo (Fig. 3, abajo)². Esta matriz ilustra los dos parámetros de la definición de riesgo con el eje vertical correspondiente a las probabilidades del evento y el horizontal a la intensidad de su posible impacto. Como se puede apreciar, la matriz contiene un cuadrado amarillo marcado con una tilde, lo que indica que la alerta amarilla particular de este día está originado en un evento bastante grave pero con baja probabilidad de ocurrencia.

La información del alerta pensada en estos dos parámetros es natural para los pronosticadores y puede diluirse si se pasa a un alerta de color sin dar la opción de la matriz. Un detalle a destacar de la matriz de impacto aquí ilustrada es su asimetría con respecto al eje diagonal. El color gris que indica la ausencia de riesgo (notar que la Met Office incluía el verde, pero posteriormente fue reemplazado por el gris) ocupa la vertical de la izquierda pero no la horizontal más baja. La razón de esto es que una baja probabilidad de un evento con impacto mayor NO puede tener la misma consideración que un evento del mismo riesgo (R , en su definición expresada en la ecuación 1) constituido por un evento de impacto menor altamente probable. Esta falta de simetría es el resultado de que mientras la probabilidad p es una variable acotada en el intervalo 0-1, el impacto no lo es. Es decir, en última instancia la severidad del impacto previsto puede elevar el riesgo incluso con probabilidades muy bajas.

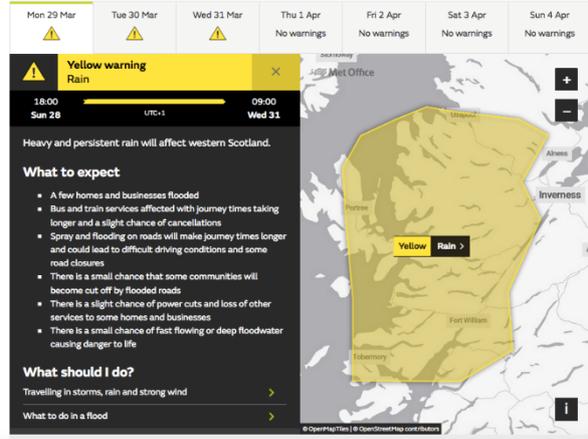
Es importante notar que existen casos donde este sistema es mal comprendido. En particular los gestores de emergencias y resiliencia tienden a ver estos colores más como probabilidad que como riesgo, por lo que los casos mencionados de baja-probabilidad/alto-riesgo pueden ser particularmente difíciles de comprender (ver Demeritt 2012). Este tipo de matriz también es utilizada en un sentido “dinámico”, en el cual puede apreciarse la evolución del riesgo producido por un sistema (ver Fig. 4).

² Notar que aquí utilizamos el nombre de “matriz de riesgo”, que es muy frecuentemente utilizado en la literatura, a lo que el Met Office llama “Matriz de Impacto”. Estas sutiles diferencias hacen que las discusiones en esta temática sean a veces engorrosas.

UK weather warnings



UK weather warnings



UK weather warnings

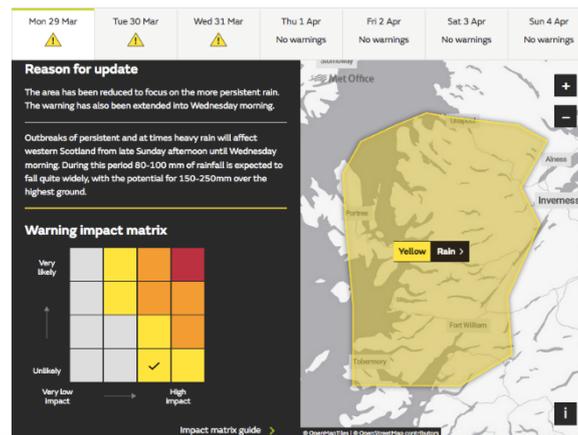


Fig. 3: Panel de Warnings del Met Office: Si se apoya sobre la palabra “Rain” en el mapa de la izquierda arriba obtiene el gráfico de arriba a la derecha. A la izquierda de este mapa se puede buscar hacia abajo el link “Further details”, que lleva al panel de abajo a la izquierda. Allí se muestra la matriz de impacto, claramente indicando con un tilde que este amarillo está originado por una probabilidad baja de un fenómeno de impacto bastante alto. Si no se mirara este detalle se ignoraría la verdadera base del amarillo (podría haber sido algo muy probable, pero de bajo impacto).

Fuente: <https://www.metoffice.gov.uk/weather/warnings-and-advice/uk-warnings>, accedido el 30 de marzo de 2021.

Cabe mencionar que si bien el uso de la escala de colores en el Met Office está asociado al concepto de riesgo mencionado, suele estar acompañado de una interpretación relacionada con la “urgencia” de las acciones a tomar. Como mencionan Neal y otros (2014, su Figura 8) el amarillo esta asociado a “be aware”, el naranja a “be prepared”, y el rojo a “take action”

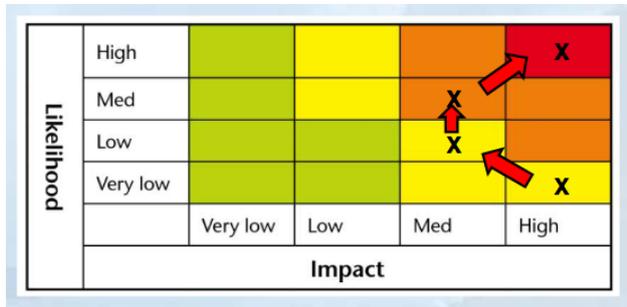


Fig. 4: Hipotético recorrido del riesgo durante los cuatro días previos a la llegada de un ciclón tropical a tierra (tomado de Kucera 2019).

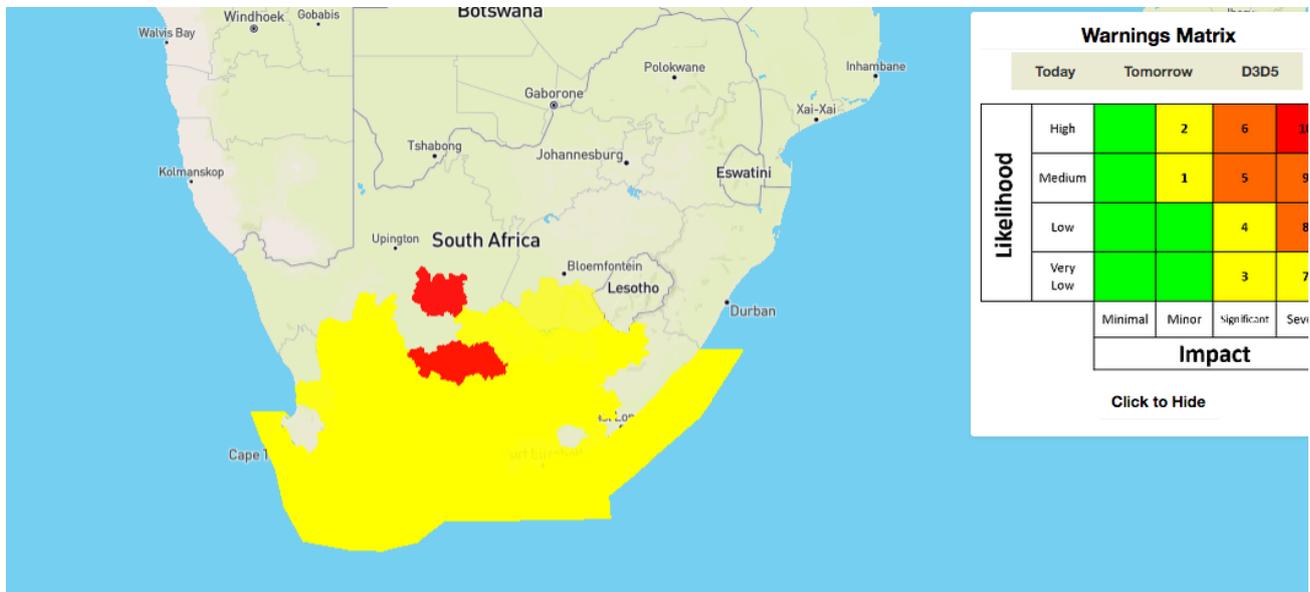
2.2 South African Weather Service

El acceso a la página de alertas de este servicio meteorológico se hace a través de la página principal haciendo click en una pestaña a la derecha. Al acceder a las alertas puede verse que la lógica es similar a la del Met Office con el uso de una matriz de riesgo, pero con una diferencia notable: la asimetría de los colores de alerta es acentuada por números que resaltan que “no todos los amarillos son iguales”, cosa que si bien también es cierta para Met Office resulta menos obvio para su público (ver Figura 5, arriba).

De la lectura del texto, no obstante, no se puede concluir ni el significado ni el uso de estos números asociados a los colores aunque puede intuirse una importancia relativa del alerta que se incrementa entre el nivel 1 y el 10. Haciendo click en las zonas coloreadas en el mapa se obtienen los ejemplos mostrados en los paneles inferiores de la Figura 5. Allí se puede ver como dos fenómenos muy distintos (fuegos y vientos) son ilustrados en el mismo mapa con distinto nivel de alerta. En el caso del color amarillo puede verse que es un nivel 2, indicando alta probabilidad de un impacto menor.

Es importante tener en cuenta que al tratarse de un pronóstico que se ocupa de los impactos, la numeración y los colores elegidos para la alerta dependen de las condiciones predominantes antes de que la alerta ocurra (ver <https://www.weathersa.co.za/Documents/Forecasting/IBF%20Frequently%20Asked%20Questions%20.pdf>). Como se verá en la sección 3, la alerta del SMN también toma en cuenta factores adversos.

Un sistema de alertas automatizadas para Francia realizadas con profesionales y recursos universitarios de Francia, el Reino Unido y Canadá, también utiliza una matriz con numeración (ver <http://meteocentre.com/vigilance/france/vigilance.php?lang=en&run=12&area=fr>). Cabe preguntarse si el uso combinado de colores y números no es en realidad un camino tortuoso para volver a la bidimensionalidad original. Es decir, esta matriz puede leerse desde dos perspectivas distintas: por un lado a través de “probabilidad del evento” e “impacto”, y por el otro a través del “color del alerta” (que puede pensarse como nivel de riesgo) y el “nivel numérico del alerta”. Ambas interpretaciones siendo equivalentes e intercambiables.





Ubuntu / Victoria West

Headline: Veld Fire Conditions
Warning Level: Level 10
Start Time: 20-07-2021 11:14 AM
End Time: 20-07-2021 07:59 PM
Impact: Conditions are such that the FDI index is above 75. Under these conditions fires may develop and spread rapidly resulting in damage to property and possible loss of human and/or animal life.
Instruction: Fire teams on standby.



M_Mossel Bay / Mossel Bay

Headline: Damaging Winds
Warning Level: Level 2
Start Time: 21-07-2021 08:00 AM
End Time: 21-07-2021 11:59 PM
Impact: Difficulty in navigation for small vessels and personal water craft (e.g. kayaks) can be expected. Disruption of beachfront activities is possible as well as danger to rock anglers.
Instruction: Be aware of the following: Small boats must stay away from the open sea and seek the shelter of a harbour, river estuary or protected bay.

Fig. 5: Página de alertas del Servicio Meteorológico de Sudáfrica. Notar que en este texto nosotros llamamos “matriz de riesgo” y el Met Office “matriz de impacto”, es llamado aquí “matriz de alertas”. En el link que se pone abajo, sin embargo, se utiliza el término, “matriz de riesgo”.

Ver <https://www.weathersa.co.za/home/warnings> y <https://www.weathersa.co.za/Documents/Forecasting/IBF%20Frequently%20Asked%20Questions%20.pdf>

2.3 National Weather Service (EEUU)

En el National Weather Service de los EEUU se utiliza una gran cantidad de escalas de colores (ver Figura 6), dependiendo de si se trata de una amenaza convectiva, hidrológica, no convectiva (viento, calor, etc), sobre el mar, ciclones tropicales, fuego, peligros costeros, mal tiempo invernal y

emergencias no relacionados con el tiempo o el clima (terremoto, tsunami y otros). Un verdadero arcoíris³. La NOAA está en un camino de simplificación de estos esquemas que promete finalizar para el 2024 (ver <https://www.weather.gov/hazardsimplification/>).

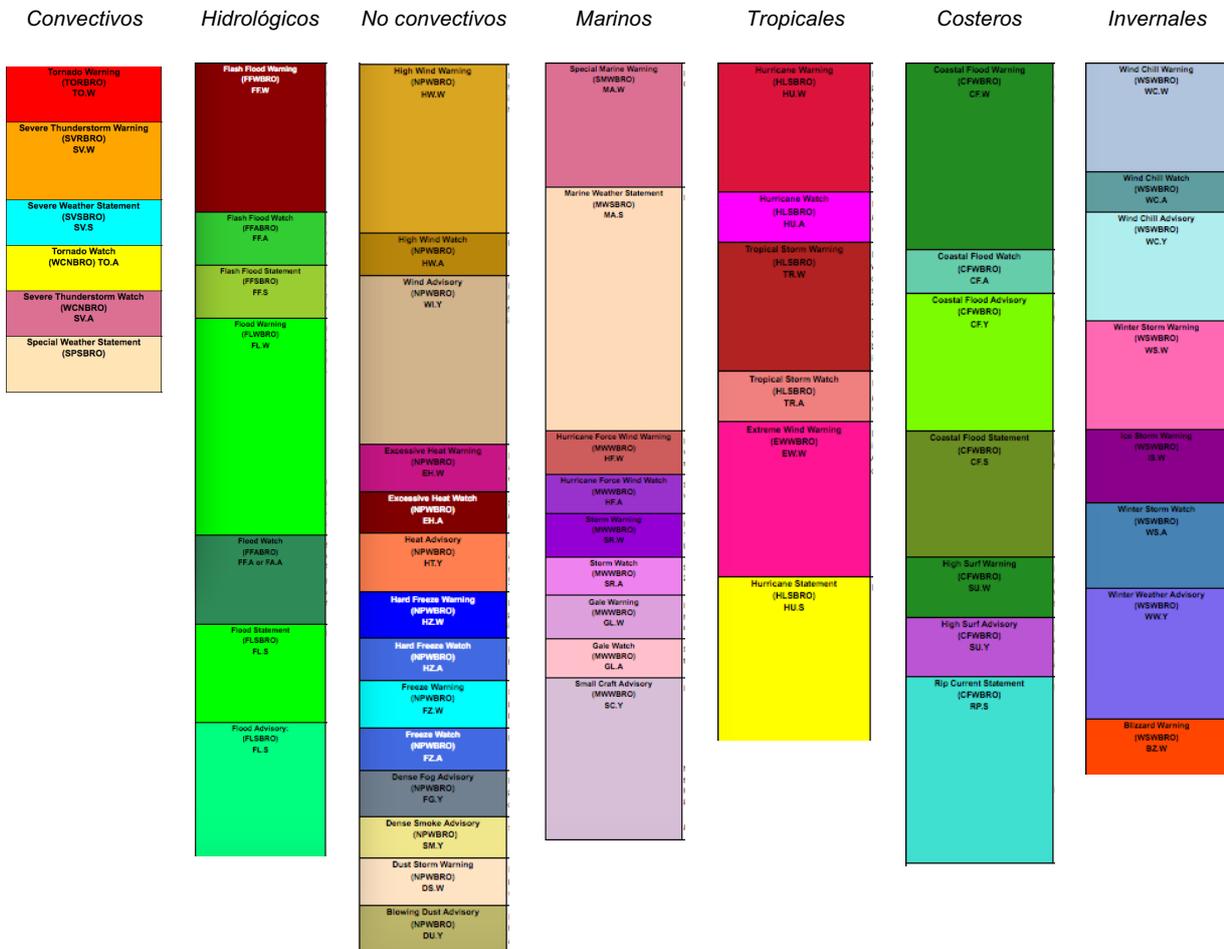


Fig. 6: Algunas de las escalas de colores en uso en el National Weather Service de los EEUU. Ver <https://www.weather.gov/bro/mapcolors>.

En el caso de las tormentas severas y sus fenómenos relacionados (tornados, granizo, ráfagas e inundaciones repentinas) existen algunas contradicciones en la información disponible al público en los distintos sitios web del NWS. Por ejemplo en la Fig. 7 se ven dos posibles formas de explicar los productos que emiten el NWS. La explicación más frecuentemente utilizada es la presentada en la parte inferior de la figura. Los productos que emite el NWS se ordenan por el tiempo de antelación al evento sobre el que quieren informar bajo el paradigma “en sus marcas, listos, ya”, donde cada producto cubre una de estas categorías (NOAA 2010). A continuación se describe brevemente cada producto:

³ Brian Panovich, pronosticador de NBC Charlotte, comenta sobre la complejidad de esta escala en los últimos 7 minutos del video https://www.youtube.com/watch?v=xm0oYm0_kAY

- Outlook: este producto se utiliza para indicar que un evento peligroso podría ocurrir. Su intención es dar información con un tiempo considerable de aviso (días) para prepararse para el posible evento. Los outlook se concentran en eventos de tiempo severo. Se emiten 4 productos, cada uno cubriendo el día +1, día +2, día +3 y días +4 al +8 (<https://www.spc.noaa.gov/misc/about.html>).
- Watch: este producto se emite cuando la posibilidad de que ocurra un evento peligroso ha aumentado, pero todavía su ocurrencia, ubicación y/o hora del evento son todavía inciertos. El evento peligroso puede ocurrir entre 2 y 8 horas posterior a su emisión, aunque estos tiempos pueden variar de acuerdo a la situación meteorológica. Se emiten además distintos tipos de watch de acuerdo al fenómeno esperado: tornado watch, severe thunderstorm watch, flash flood watch, etc (<https://www.spc.noaa.gov/faq/#2.1>).
- Warning: se emiten cuando un evento peligroso ya está sucediendo, o cuando su ocurrencia es inminente o como máximo dentro de la próxima hora. Su duración varía típicamente entre 30 y 60 minutos. De manera análoga al producto watch, se emiten warnings para distintos tipos de fenómenos: tornados, severe thunderstorms, flash floods, etc. (<https://www.weather.gov/safety/thunderstorm-ww>; <https://www.weather.gov/media/owlie/3-fold-Brochure-Thunderstorm-Safety-08-07-18-FINAL.pdf>). Notar que en este documento el Warning esta asociado al color rojo y el Watch al amarillo, mismo si el nombre del producto solo refiere a la antelación del mismo. Es decir, parecería que de alguna manera el color marca la urgencia de la respuesta. Por otro lado puede verse en la Figura 6 (arriba a la izquierda) dos warnings con distintos colores para tornado (rojo) y para tormenta severa (naranja).

Existe además otro tipo de producto llamado “advisory” el cual presenta características similares al warning, pero que se emite para fenómenos que se consideran que no presentan una amenaza para la vida de la población como por ejemplo las nieblas.

Toda esta amplia gama de productos puede resultar confusa para la población general. Se destaca además que cada producto indica la probabilidad de ocurrencia y el nivel de impacto, pero que el tiempo de antelación a la ocurrencia del evento peligroso depende del producto en sí. El mismo NWS no presenta un mensaje unificado en sus diferentes sitios web: por ejemplo, el trío Watch/Advisory/Warning (ver Figura 7, arriba) es presentado de tal manera que el menos grave de los tres (Watch, en amarillo), refiere a la probabilidad en términos imprecisos, refiriendo que el evento “es posible”, pero al mismo tiempo menciona que “el riesgo” de un tal evento ha aumentado significativamente. No queda clara la definición utilizada del término “riesgo”, pero podría referir a una visión similar a la mencionada en expresiones (1) y (2). En este caso podría interpretarse como un evento peligroso cuya probabilidad es muy superior a la que se espera climatológicamente, pero todavía lo suficientemente baja, particularmente en lo que respecta a tiempo de impacto o localización. Siguiendo con el panel superior de la Figura 7, el “Advisory” (naranja) y el “Warning” (rojo) son enviados cuando la probabilidad del evento ha aumentado considerablemente (probabilidad cercana a 1), y la diferencia entre los dos refiere únicamente al impacto asociado a cada caso.

El panel inferior de la Figura 7, también del National Weather Service, presenta colores similares para diferentes términos (los colores y el orden de “Watch” y “Advisory” están intercambiados, lo cual es sorprendente), pero los contenidos son los mismos. Además, en el esquema se incorpora el producto Outlook con un color verde. Se observa a su vez una mezcla en los colores y en los tiempos de antelación: el Outlook y el Watch indican que el evento es posible y que la intención del producto es elevar el nivel de atención. En cambio, el advisory y el warning se refieren a un evento que se encuentra ocurriendo, es inminente o probable, aunque se diferencia en la intensidad del fenómeno: se considera que el evento bajo warning puede representar una amenaza a la vida de la población, mientras que los fenómenos informados por el advisory representan condiciones menos serias.

WARNING	A warning is issued when a hazardous weather or hydrologic event is occurring, imminent or likely. A warning means weather conditions pose a threat to life or property. People in the path of the storm need to take protective action.
ADVISORY	An advisory is issued when a hazardous weather or hydrologic event is occurring, imminent or likely. Advisories are for less serious conditions than warnings, that cause significant inconvenience and if caution is not exercised, could lead to situations that may threaten life or property.
WATCH	A watch is used when the risk of a hazardous weather or hydrologic event has increased significantly, but its occurrence, location or timing is still uncertain. It is intended to provide enough lead time so those who need to set their plans in motion can do so. A watch means that hazardous weather is possible. People should have a plan of action in case a storm threatens and they should listen for later information and possible warnings especially when planning travel or outdoor activities.

WARNING

A warning is issued when a hazardous weather or hydrologic event is **occurring, imminent or likely**. A warning means weather conditions pose a threat to life or property. People in the path of the storm need to **take protective action**.

WATCH

A watch is used when the **risk of a hazardous weather or hydrologic event has increased significantly**, but its occurrence, location or timing is **still uncertain**. A watch means that hazardous weather is possible. People should **have a plan of action** in case a storm threatens and they should listen for later information and possible warnings especially when planning travel or outdoor activities.

ADVISORY

An advisory is issued when a hazardous weather or hydrologic event is **occurring, imminent or likely**. Advisories are for **less serious conditions than warnings**, that cause significant inconvenience and if caution is not exercised, could lead to situations that may threaten life or property.

OUTLOOK

An outlook is issued when a hazardous weather or hydrologic event is **possible** in the next week. Outlooks are intended to **raise awareness** of the potential for significant weather that could lead to situations that may threaten life or property.

Fig. 7: Los sitios web del National Weather Service no están exentos de contradicciones. Notar la diferencia de orden y color en los términos “Watch” y “Advisory” entre los dos paneles. El panel superior se encuentra en <https://www.weather.gov/sjt/WatchWarningAdvisoryExplained> y el inferior en https://www.weather.gov/riw/wwwad_term.

A su vez el producto Outlook del National Weather Service también utiliza el esquema de colores para indicar la amenaza de tormentas severas (Fig. 8). El panel superior ilustra brevemente el sentido de los colores, mientras que el panel inferior detalla la explicación técnica del contenido de los colores. En el panel superior es interesante notar que los colores verde, amarillo y naranja conllevan una misma idea de probabilidad a través de la palabra “possible”, pero la magnitud del fenómeno es creciente. Esta aparente igualdad de la probabilidad es desmentida en el panel inferior, que menciona el color naranja asociado a muy diferentes valores de probabilidad que el amarillo o el verde. El rojo en el panel superior implica un incremento en probabilidad pero también en destructividad, y lo mismo es el caso del violeta. Estas categorías parecieran estar definidas para indicar la severidad de la amenaza, sin hacer mención al concepto de riesgo.

El panel inferior de la Figura 8 presenta la regla de conversión entre fenómeno y color. Los fenómenos tornado, viento y granizo están ordenados en orden descendente de capacidad de daño y puede verse un acercamiento a la noción de riesgo como en el Met Office al ponderar proporcionalmente probabilidad y posible impacto. Notar que la información emitida es idéntica al día 1 y 2 pero simplificada en pronóstico a 3 días (no existiendo además, el color violeta).

Understanding Severe Thunderstorm Risk Categories

THUNDERSTORMS (no label)	1 - MARGINAL (MRGL)	2 - SLIGHT (SLGT)	3 - ENHANCED (ENH)	4 - MODERATE (MDT)	5 - HIGH (HIGH)
No severe* thunderstorms expected	Isolated severe thunderstorms possible	Scattered severe storms possible	Numerous severe storms possible	Widespread severe storms likely	Widespread severe storms expected
Lightning/flooding threats exist with <u>all</u> thunderstorms	Limited in duration and/or coverage and/or intensity	Short-lived and/or not widespread, isolated intense storms possible	More persistent and/or widespread, a few intense	Long-lived, widespread and intense	Long-lived, very widespread and particularly intense
					
<ul style="list-style-type: none"> • Winds to 40 mph • Small hail 	<ul style="list-style-type: none"> • Winds 40-60 mph • Hail up to 1" • Low tornado risk 	<ul style="list-style-type: none"> • One or two tornadoes • Reports of strong winds/wind damage • Hail ~1", isolated 2" 	<ul style="list-style-type: none"> • A few tornadoes • Several reports of wind damage • Damaging hail, 1 - 2" 	<ul style="list-style-type: none"> • Strong tornadoes • Widespread wind damage • Destructive hail, 2" + 	<ul style="list-style-type: none"> • Tornado outbreak • Derecho
<small>* NWS defines a severe thunderstorm as measured wind gusts to at least 58 mph, and/or hail to at least one inch in diameter, and/or a tornado. All thunderstorm categories imply lightning and the potential for flooding. Categories are also tied to the probability of a severe weather event within 25 miles of your location.</small>					



National Weather Service

www.spc.noaa.gov



Day 1 Outlook Probability	TORN	WIND	HAIL
2%	MRGL	Not Used	Not Used
5%	SLGT	MRGL	MRGL
10%	ENH	Not Used	Not Used
10% with Significant Severe	ENH	Not Used	Not Used
15%	ENH	SLGT	SLGT
15% with Significant Severe	MDT	SLGT	SLGT
30%	MDT	ENH	ENH
30% with Significant Severe	HIGH	ENH	ENH
45%	HIGH	ENH	ENH
45% with Significant Severe	HIGH	MDT	MDT
60%	HIGH	MDT	MDT
60% with Significant Severe	HIGH	HIGH	MDT

Day 2 Outlook Probability	TORN	WIND	HAIL
2%	MRGL	Not Used	Not Used
5%	SLGT	MRGL	MRGL
10%	ENH	Not Used	Not Used
10% with Significant Severe	ENH	Not Used	Not Used
15%	ENH	SLGT	SLGT
15% with Significant Severe	MDT	SLGT	SLGT
30%	MDT	ENH	ENH
30% with Significant Severe	HIGH	ENH	ENH
45%	HIGH	ENH	ENH
45% with Significant Severe	HIGH	MDT	MDT
60%	HIGH	MDT	MDT
60% with Significant Severe	HIGH	HIGH	MDT

Day 3 Outlook Probability	Combined TOR, WIND, HAIL
5%	MRGL
15%	SLGT
15% with Significant Severe	SLGT
30%	ENH
30% with Significant Severe	ENH
45%	ENH
45% with Significant Severe	MDT

Fig. 8: Panel superior: Código de colores para la amenaza de tormentas severas. Estas categorías parecerían estar definidas para indicar severidad de la amenaza, sin hacer mención al concepto de riesgo. El panel inferior muestra la regla de conversión entre color y características del tiempo pronosticado (tomada de <https://www.spc.noaa.gov/misc/about.html>).

rojo volvemos a encontrar un salto claro en peligro, de “la situación meteorológica es peligrosa” a “la situación meteorológica es muy peligrosa”.

Una característica distintiva de este sistema es que para cada color de alerta se indica el nivel de atención que las personas deben tener respecto del tiempo meteorológico. El color verde indica que el nivel de atención a la situación meteorológica es mínimo. Luego se observa un crecimiento del nivel de atención recomendado a medida que se incrementa la peligrosidad de la situación. Para el color amarillo se indica “Manténgase informado [...]”, para el color naranja se recomienda “Permanezca alerta e infórmese regularmente [...]” y en el caso del color rojo se pide: “Manténgase informado con frecuencia [...]”. Este nivel de atención referiría a la posibilidad de que se tomen medidas que impidan actividades rutinarias, desde el corte de una ruta, del pasaje de un ferry, suspensión de actividades escolares, hasta la evacuación de una región. Todas estas siendo respuestas que exceden las responsabilidades de los servicios meteorológicos europeos.

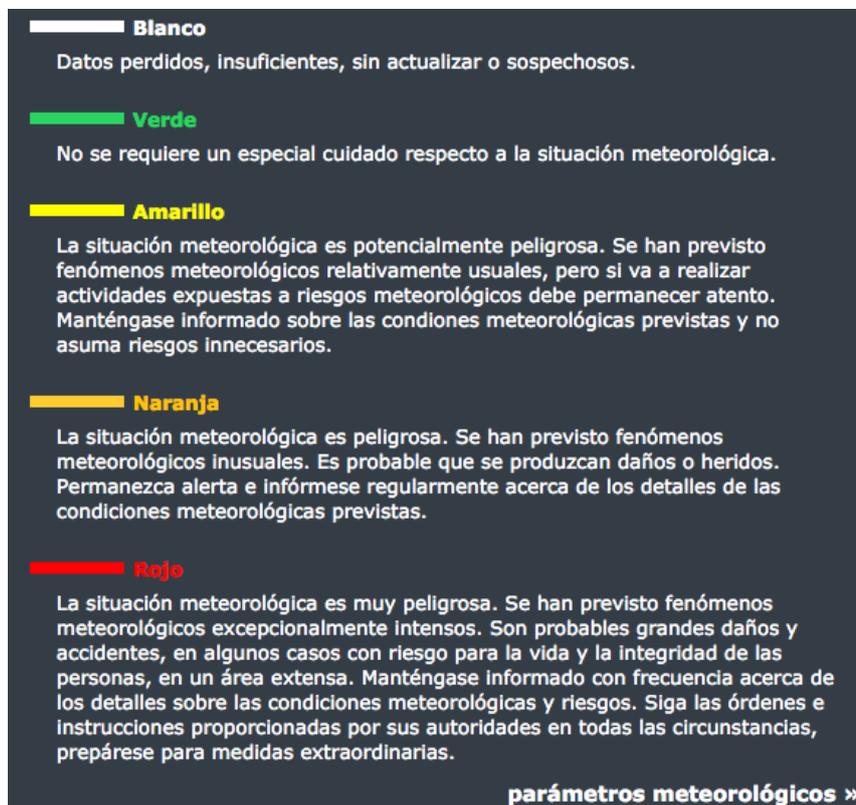


Fig. 10: Descripción del significado de cada color mostrado en el sitio web de Meteocalarm. Esta visualización dejó de estar disponible en junio de 2021.

2.4.2 Sistema disponible desde julio de 2021

El sistema ha sufrido importantes cambios en la modernización de su apariencia, pero poco en su fondo. Cabe mencionar los siguientes puntos con respecto a los temas discutidos en esta Nota Técnica: 1. La desaparición del color verde –hecho también ocurrido en el Met Office y mencionado en la Fig. 2–, siendo el gris o transparente el que indica la ausencia de necesidad de poner atención al estado del tiempo, y 2. que esta

información se halla en el menú dentro de 'help' (todavía no existe la versión multilingüe), y accesible también desde el mapa de alertas con un click.

2.5 Météo-France (Francia)

La información sobre alertas en meteoFrance entró en funcionamiento en octubre del 2001, y se obtiene directamente desde la página principal de su sitio, donde aparece con un ícono en el cuadrante superior derecho (ver <https://meteofrance.com/>). Un balance de 18 años de su uso puede leerse en Météo-France (2018). La Figura 11 ilustra la imagen predominante en la página "Vigilance météorologique", donde se puede ver el mapa de Francia pintado en colores de semáforo identificados debajo del mapa. La Figura 12 muestra un panel del sitio describiendo el significado de los colores. Es importante notar que ninguno de ellos contiene inflexiones que haga suponer un cambio de probabilidades: todos indican en una misma frase "Se pronostican fenómenos meteorológicos ...", siendo la frase completada por la intensidad del fenómeno pronosticado lo que únicamente determina el cambio de color. La demanda al receptor de mantenerse atento a la evolución del pronóstico presupone una incertidumbre inherente al pronóstico, sugiriendo que la probabilidad subyacente no es cercana a 1. De esto se concluye que la evolución de la probabilidad no cambiaría el color del alerta. Solo cambiaría si el pronóstico sugiere una baja o una suba de peligrosidad.

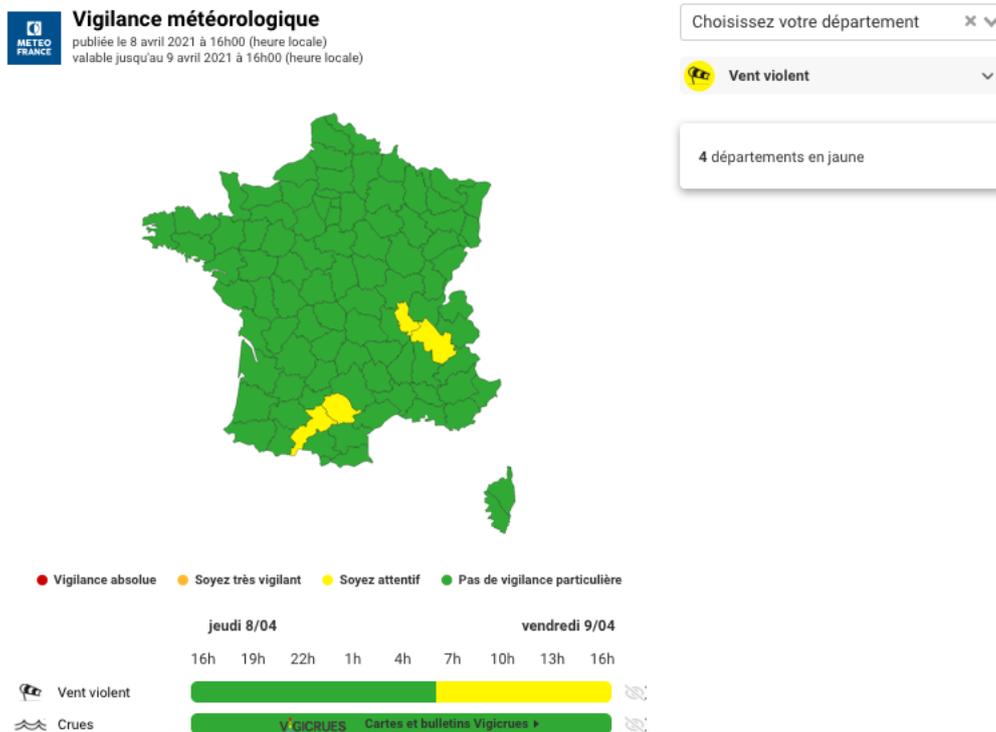


Fig. 11: Detalle del mapa de Francia con los colores relacionados con el estado de alerta meteorológico. Cuando el cursor circula sobre los iconos identificando los colores, se abre una ventana conteniendo la explicación de los colores presentada en la Figura 12 (<https://vigilance.meteofrance.fr/fr/>). Más detalle en <http://www.meteofrance.fr/nous-connaitre/missions-institutionnelles/securite-des-personnes-et-des-biens/la-vigilance-meteorologique>.

CONSEQUENCES ET CONSEILS

Version PDF



Les couleurs de la vigilance

La Vigilance météorologique est conçue pour informer la population et les pouvoirs publics en cas de phénomènes météorologiques dangereux en métropole. Elle vise à **attirer l'attention de tous sur les dangers potentiels d'une situation météorologique et à faire connaître les précautions pour se protéger.**

La Vigilance est également destinée aux services de la sécurité civile et aux autorités sanitaires qui peuvent ainsi alerter et mobiliser respectivement les équipes d'intervention et les professionnels et structures de santé.

Consulter la carte de
vigilance



● Une vigilance absolue s'impose.

Des phénomènes dangereux d'intensité exceptionnelle sont prévus. Tenez-vous régulièrement au courant de l'évolution de la situation et respectez impérativement les consignes de sécurité émises par les pouvoirs publics.

● Soyez très vigilant.

Des phénomènes dangereux sont prévus. Tenez-vous au courant de l'évolution de la situation et suivez les conseils de sécurité émis par les pouvoirs publics.

● Soyez attentifs.

Si vous pratiquez des activités sensibles au risque météorologique ou exposées aux crues, des phénomènes habituels dans la région mais occasionnellement et localement dangereux (ex. mistral, orage d'été, montée des eaux) sont en effet prévus. Tenez-vous au courant de l'évolution de la situation.

● Pas de vigilance particulière.

Fig. 12: Traducción de las leyendas acompañando a los colores. Rojo: mantenerse en total vigilancia. Se pronostican fenómenos peligrosos de una intensidad excepcional. Manténgase al tanto de la evolución de la situación meteorológica y respete atentamente las instrucciones de seguridad emitidas por los servicios públicos. Naranja: manténgase muy vigilante. Se pronostican fenómenos meteorológicos peligrosos. Manténgase al tanto de la evolución de la situación meteorológica y siga las recomendaciones de seguridad emitidas por los servicios públicos. Amarillo: Si usted ejerce actividades que implican riesgo meteorológico o está expuesto a crecidas, se le avisa que son pronosticados fenómenos habituales en la región pero ocasionalmente peligrosos (ej. Viento Mistral, tormenta de verano, suba del nivel del agua). Manténgase al tanto de la evolución de la situación meteorológica. Verde: sin estado de vigilancia.

<https://vigilance.meteofrance.fr/fr/consequences-conseils>

2.6 Agencia Estatal de Meteorología (España)

La primera página del sitio web de la agencia española (<http://www.aemet.es/es/portada>) da acceso directo a Meteoalerta (<http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/avisos?w=hoy&a=pb>), cuya imagen se reproduce en la parte superior de la Figura 13. La explicación de los colores se provee sólo si se accede al ícono de información arriba a la derecha. Esta se muestran a continuación.

NIVEL VERDE: No existe ningún riesgo meteorológico. No se espera que el tiempo cause impactos significativos, aunque pueden tener un carácter menor o local.

NIVEL AMARILLO: No existe riesgo meteorológico para la población en general aunque sí para alguna actividad concreta. Recomendación: Esté atento. Manténgase informado de la predicción meteorológica más actualizada. Algunas actividades al aire libre pueden verse alteradas.

NIVEL NARANJA: Existe un **riesgo meteorológico importante** (fenómenos meteorológicos no habituales y con cierto grado de peligro para las actividades usuales).
Recomendación: Esté preparado. Tome precauciones y **manténgase informado de la predicción meteorológica** más actualizada. Las actividades habituales y al aire libre pueden verse alteradas.

NIVEL ROJO: El **riesgo meteorológico es extremo** (fenómenos meteorológicos no habituales, de intensidad excepcional y con un nivel de riesgo para la población muy alto).
Recomendación: Tome medidas preventivas y actúe según las indicaciones de las autoridades. Manténgase informado de la predicción meteorológica más actualizada. Las actividades habituales pueden verse gravemente alteradas. No viaje salvo que sea estrictamente necesario.

(Estas alertas pueden emitirse siguiendo los umbrales definidos hasta dos días antes).

Como se puede ver, los niveles de color hacen mención al “riesgo” pero no pareciera corresponder a una definición precisa. Dice por ejemplo en el nivel rojo “el riesgo meteorológico es extremo” y entre paréntesis “nivel de riesgo para la población muy alto”. Con respecto a la probabilidad no se hace mención alguna, salvo en el sentido de alguna incerteza en el anuncio y de que una próxima actualización podría traer cambios. Notar que también se insta al lector a mantenerse actualizado, así como se indica en el sitio Meteoalarm (sección 2.3) y en Météo-France (sección 2.4).

La mención explícita de la probabilidad se muestra cuando se pone el cursor sobre la zona coloreada, con textos como “Probabilidad: mayor 70%” o “Probabilidad: 40%-70%”. Es decir allí se aprecia una información de color que indicaría el potencial de la amenaza y un número marcando la probabilidad de ocurrencia del evento.

Este esquema de colores es válido para todos los eventos meteorológicos, pero estos toman un aspecto propio para los fenómenos específicos. Por ejemplo, en el caso de tormentas se tiene.

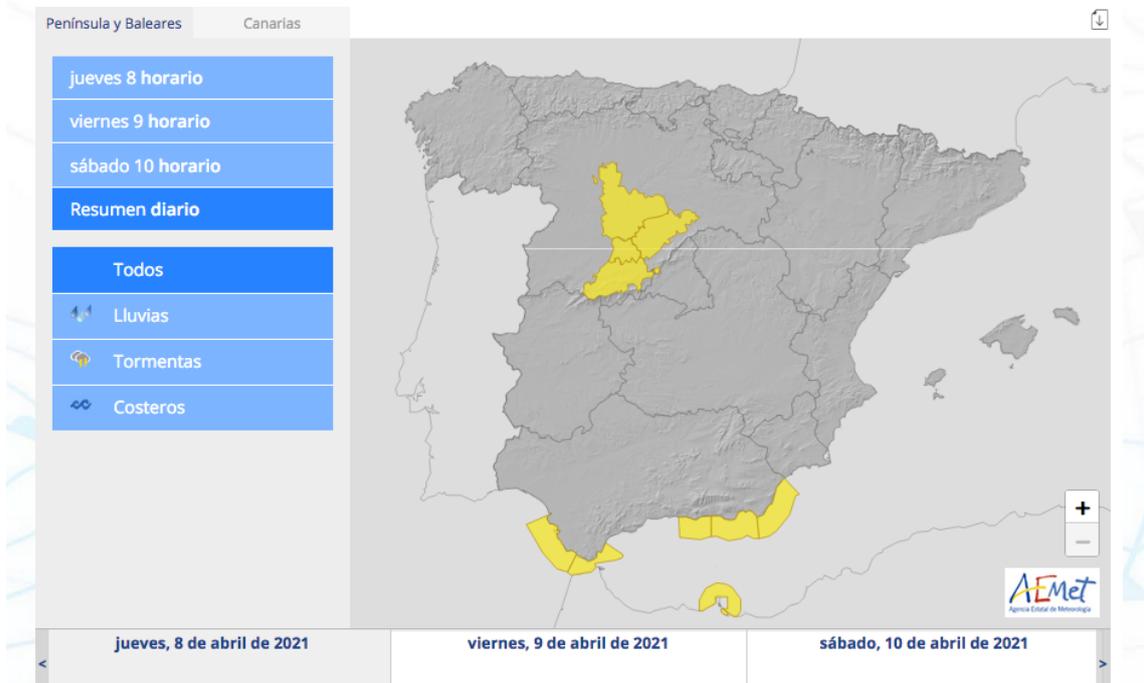
NIVEL AMARILLO: Tormentas generalizadas con posibilidad de desarrollo de estructuras organizadas. Lluvias localmente fuertes y/o vientos localmente fuertes y/o granizo inferior a 2 cm. Dado el carácter de estos fenómenos existe la posibilidad de que se puedan producir tormentas de intensidad superior de forma puntual.

NIVEL NARANJA: Tormentas muy organizadas y generalizadas. Es posible que se puedan registrar lluvias localmente muy fuertes y/o vientos localmente muy fuertes y/o granizo superior a 2 cm. También es posible la aparición de tornados.

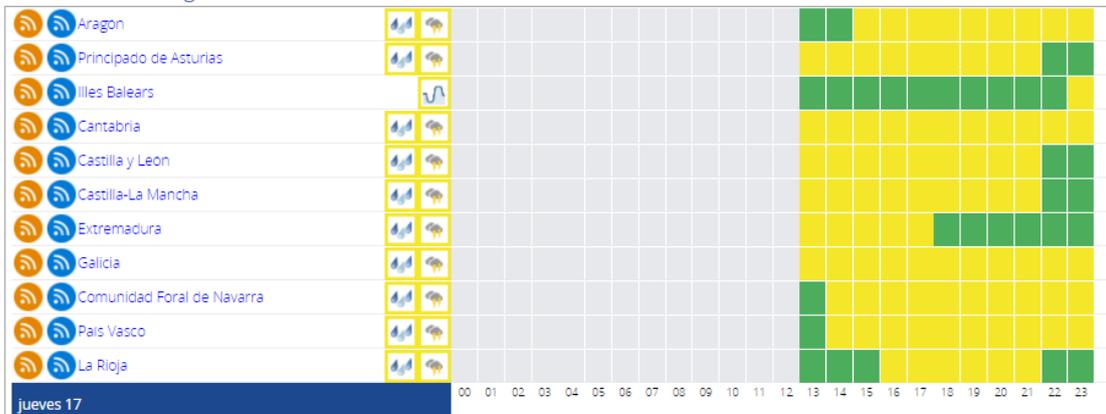
NIVEL ROJO: Tormentas altamente organizadas. La probabilidad de lluvias localmente torrenciales y/o de vientos localmente muy fuertes y/o granizo superior a 2 cm es muy elevada. Es probable la aparición de tornados.

En este caso se puede ver que el código de color incluye la información probabilística de forma más o menos precisa. Por ejemplo, en el nivel rojo se habla de “probabilidad ... muy elevada”.

Avisos meteorológicos



Avisos meteorológicos



Detalle de avisos

Fenómenos previstos							
Fenómeno	Valor	Nivel de riesgo	Probabilidad	Zona de avisos	Hora de comienzo	Hora de finalización	Comentario
Lluvias	15 mm	Riesgo	40%-70%	Norte de Cáceres-Cáceres	18/06/2021 06:00	18/06/2021 17:59	Precipitación acumulada en una hora: 15 mm. Chubascos frecuentes, ocasionalmente con tormenta
Lluvias	15 mm	Riesgo	40%-70%	Meseta de Salamanca-Salamanca	18/06/2021 08:00	18/06/2021 19:59	Precipitación acumulada en una hora: 15 mm.

Fig. 13: El panel superior muestra el mapa con avisos meteorológicos. Con el ícono de información arriba a la derecha contiene detalles sobre el significado de los colores explicados en el texto. El panel inferior muestra la evolución temporal de los avisos en las regiones mencionadas. Este diagrama se encuentra en la misma página que el mencionado en el panel superior (Más detalles pueden verse en http://www.aemet.es/documentos/es/eltiempo/prediccion/avisos/plan_meteoalerta/plan_meteoalerta.pdf).

2.7 Observatorio de Hong Kong

Desde el año 1992 el Observatorio de Hong Kong (HKO por sus siglas en inglés) emite distintos tipos de alertas de acuerdo a los fenómenos en cuestión. Por ejemplo, las alertas por lluvias se emiten utilizando colores en tres niveles: ambar, rojo y negro. En la Figura 14 se observa el significado de cada nivel de alerta y las acciones recomendadas a la población como son mostradas en el sitio web del HKO.

Se observa que todas las alertas son emitidas para tres umbrales de lluvias crecientes que están relacionados a su vez con impactos crecientes en la ciudad de Hong Kong. Las alertas se emiten cuando el umbral de lluvia acumulada en 1 hora ya se superó o cuando se espera que se supere. Además, en todos los niveles se aclara que es probable que la lluvia continúe. El impacto relacionado a cada umbral de lluvia es comunicado a la población a través de las diferentes medidas de acción recomendadas, más allá de algunas referencias que figuran en el sitio web del HKO.

El HKO emite la señal amarilla horas antes de la ocurrencia del evento de lluvias fuertes, así como las alertas rojas o negras antes de superar los umbrales de lluvia indicados, aunque en el texto se aclara que ese umbral ya puede haberse superado.

Cabe aclarar que este ejemplo es único respecto del resto de los sistemas de alertas por colores analizados en el presente texto dado que su área de aplicación es una ciudad de 1.106 km², mientras que el resto de los servicios meteorológicos son nacionales, por lo que cubren áreas más de 100 veces superiores.

Es importante notar que a diferencia de otros de los casos mencionados anteriormente, esta escala de colores no refiere a cambios en la probabilidad: en todos los casos se tiene que la precipitación “ya ha caído o es esperada”. Este semáforo informa solamente sobre la intensidad caída o esperada, sus impactos y las posibles medidas de protección. Otra diferencia significativa es que las alertas de lluvia se emiten con un tiempo de antelación muy bajo (menor a 2 horas), ubicando este producto en el rango del pronóstico inmediato, es decir cuando la incertidumbre ha disminuido considerablemente.

3. EL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DEL SMN

Como se mencionó en la introducción, el SMN utiliza escala de colores en muchos productos públicos. Además de las alertas presentadas en la Fig. 1, también se puede mencionar el Sistema de Alerta por ola de calor (SAT-OCS) que indica la peligrosidad y persistencia de una ola de calor a través de colores (Herrera y otros 2018).

Asimismo es importante mencionar que el Sistema de Alerta Temprana (SAT) del SMN es también complementado por un sistema de advertencias utilizado para aquellos fenómenos que pueden ocasionar importantes complicaciones logísticas pero no necesariamente ser causa directa de hospitalizaciones o decesos (por ejemplo, nieblas). Cabe notar que en este caso el color utilizado (violeta) solo indica la presencia de advertencia y no es parte de una escala de colores que apunta a través de su variación indicar aumentos de riesgos, impactos, probabilidades y/o peligros. Los Avisos meteorológicos a muy Corto Plazo (ACP; ver Lohigorry y otros 2018) son el tercer producto dentro del SAT del SMN, aunque este no utiliza escala de colores. Para más detalles sobre el SAT ver <https://www.smn.gob.ar/c%C3%B3mo-es-el-nuevo-sat>.

GUIDE TO THE RAINSTORM SIGNALS



Heavy rain has fallen or is expected to fall generally over Hong Kong, exceeding 30 millimetres in an hour, and is likely to continue.

ACTION

- Members of the public should take necessary precautions to reduce their exposure to risk posed by heavy rain, such as flooding. Going near easily flooded watercourses should also be avoided.
- Parents, students, school authorities and school-bus drivers should listen to radio or television announcements on the weather, road and traffic conditions.
- Candidates for public examinations should attend the examination as normal, but should listen to radio or watch television in case the weather deteriorates suddenly.
- Farmers and fish pond owners, particularly those in low lying or flood frequented areas, should take the necessary precautions to minimise losses, which include checking and clearing the drainage system within and around the farm/fish ponds to ensure that all the drains are not blocked. Where possible, fish pond operators should reduce the water level of ponds which are likely to be flooded.



Heavy rain has fallen or is expected to fall generally over Hong Kong, exceeding 50 millimetres in an hour, and is likely to continue.

ACTION

- Employees working outdoors in areas exposed to rain should suspend outdoor duties if weather conditions in those areas so warrant.
- People who have to travel should carefully consider weather and road conditions.
- If the **RED** signal is issued before working hours, employees should report for duty as usual, provided that transport services are available. Supervisors are encouraged to adopt a flexible attitude in case their staff have genuine difficulties in arriving at work on time.
- If the **RED** signal is issued during office hours, employees working indoors should remain on duty as usual unless it is dangerous to do so. Employees in areas where transport services are about to be suspended can be exceptionally released at the discretion of the supervisor. In exercising their discretion, supervisors should take into account the weather and road conditions.



Very heavy rain has fallen or is expected to fall generally over Hong Kong, exceeding 70 millimetres in an hour, and is likely to continue.

ACTION

- Stay indoors or take shelter in a safe place until the heavy rain has passed.
- Employees working outdoors in exposed areas should stop work and take shelter.
- People having no safe place to go may take temporary refuge in any of the special temporary shelters opened by the Home Affairs Department.
- Employers are advised not to require their employees to go to work unless prior agreement on work arrangements during rainstorms has been made.
- People who are already at work should stay where they are unless it is dangerous to do so.

Fig. 14: Los tres paneles superiores muestran las alertas de color amarillo (superior), rojo (medio) y negro (inferior) emitidas por el Hong Kong Observatory (HKO). (<http://www.hko.gov.hk/en/wservice/warning/rainstor.htm>)

El SAT fue el fruto de un largo trabajo de desarrollo que implicó el estudio de los sistemas de otros servicios meteorológicos, la bibliografía existente, el diálogo con climatólogos y pronosticadores del SMN para la elección de los umbrales, encuestas con usuarios para reflexionar sobre su interpretación de los colores e íconos y sus expectativas, así como también atención a tener en cuenta las dificultades de los que padecen daltonismo (ver Anaya otros 2020, y Chasco 2020). En las siguientes subsecciones nos concentramos en el uso de los colores en las Alertas del SAT.

3.1 La interpretación de los colores de las alertas del SAT

En la Figura 1 se introdujo una imagen de las alertas gráficas que forman parte del SAT del SMN. Esta primera imagen que se encuentra al ingresar al sitio del SAT persigue objetivos similares a los discutidos para varios países en la sección 2. Yendo al detalle de los contenidos en las referencias correspondientes a los colores, se puede ver que el nivel “amarillo” hace mención a “posibles fenómenos meteorológicos”, mientras que los niveles “naranja” y “rojo” los fenómenos “se esperan”, lo cual induce a pensar en un aumento de la probabilidad. En lo que respecta a la peligrosidad de los fenómenos pronosticados, los tres niveles muestran un claro crescendo de intensidad y consecuencias. Para el amarillo se trata de “fenómenos meteorológicos con capacidad de daño y riesgo de interrupción momentánea de actividades cotidianas”, para el naranja de “fenómenos meteorológicos peligrosos para la sociedad, la vida, los bienes y el medio ambiente”, y para el rojo “fenómenos meteorológicos excepcionales con potencial de provocar emergencias o desastres”.

En conclusión, del amarillo al naranja habría un doble incremento, en probabilidad del evento y en intensidad del fenómeno meteorológico, mientras que entre naranja y rojo sería un cambio sólo en esto último.

Más detalle sobre la interpretación de los colores puede encontrarse en la misma página en la sección “preguntas frecuentes y definiciones”, bajo la pregunta “¿Cuál es el significado de los colores en los alertas? Allí se dice “Los colores representan el nivel del alerta correspondiente a la situación pronosticada, bajo el criterio de los umbrales meteorológicos para cada región. Cada color hace referencia al grado de severidad que pueden presentar los fenómenos previstos.” Esto parecería dar una visión limitada de lo mencionado en la Figura 15, en donde el color no sólo refiere a la severidad sino también, como se menciona en el párrafo anterior, da una velada referencia a la probabilidad de ocurrencia del evento.

La Figura 15 muestra la descripción del código de colores más detallado a los presentes en la Fig.1, que es de acceso inmediato. Partes de los textos son idénticos, pero se le agrega una idea estadística de la rareza del evento (por ejemplo 1%, en el caso de los rojos). En el caso del alerta amarillo se agrega una información adicional que está lejos de ser anodina: “es importante tener en cuenta que el caso de un alerta amarillo no implica que no puedan registrarse eventos cuya intensidad sea severa”. Esta frase parece acercarse al sentido de riesgo como es utilizado por el Met Office, donde “riesgo amarillo” también está relacionado con eventos muy intensos pero de baja probabilidad.

Esta parecería ser la posición tomada, como lo muestra la Figura 16.

VERDE TRANQUILIDAD	No se esperan fenómenos que impliquen riesgos. El verde indica que no hay amenazas y será el color con el que también se represente el cese de una situación adversa.
AMARILLO INFORMATE	Posibles fenómenos con capacidad de daño. Riesgo de interrupción momentánea de las actividades cotidianas. Con este nivel de alerta, la población debería estar atenta e informarse, ya que el evento que monitoreamos podría requerir algún tipo de acción en el corto o mediano plazo. Este será el nivel de alerta más común y es de esperar que surja en más del 90 % de los alerta emitidos. Es importante tener en cuenta que, el caso de un alerta de color amarillo no implica que no puedan registrarse eventos cuya intensidad sea severa, especialmente cuando se trata de eventos de tormenta.
NARANJA PREPARETE	Se esperan fenómenos meteorológicos peligrosos para la sociedad, la vida, los bienes y el ambiente. En este caso estamos hablando de eventos particularmente intensos y es esperable que menos del 10 % de los niveles de alerta que se emitan sean de este color.
ROJO SEGUÍ INSTRUCCIONES OFICIALES	Se esperan fenómenos meteorológicos excepcionales con potencial de provocar emergencias o desastres. Este caso está reservado para situaciones muy particulares en donde la intensidad del fenómeno esperado estaría cercano a su máximo climatológico, por lo que esperamos que a este nivel de alerta surja en el 1 % de los casos o menos.

Fig. 15: Descripción del código de colores de las alertas emitidas por el SMN. Esta explicación está disponible al acceder a la sección “Preguntas Frecuentes”. Notar que la columna de la derecha hace una descripción de severidad, riesgos, peligros e incertezas, la columna de la izquierda se centra sobre las acciones (Más detalles pueden verse en <https://www.smn.gob.ar/cu%C3%A1-es-el-significado-de-los-colores-en-los-alertas>).

En la sección “preguntas frecuentes y definiciones”, bajo la pregunta “¿Cómo se establece el nivel de alerta?”, se encuentra la siguiente explicación:

“Para establecer el nivel de alerta, se tienen en cuenta los siguientes parámetros y criterios:

- **Intensidad del fenómeno:** basada en umbrales meteorológicos
- **Factor adverso:** situación no necesariamente meteorológica que puede aumentar el impacto del fenómeno meteorológico (saturación de suelo, movilización de población, sequía, entre otros)⁴.

⁴ En el documento de formación de pronosticadores del SMN *Capacitación en alertas PIMET* se sugiere que los más importantes factores adversos a considerar son: condiciones de inundación (por crecida de ríos o por lluvias previas) o saturación de suelos (en alertas por lluvia o tormenta), períodos de gran movilización de gente o de gran afluencia de público, condiciones de viento con componente marítima que impidan o enlentescan el escurrimiento de agua (en alertas por lluvia o tormenta), regiones montañosas con arroyos y ríos proclives de crecidas repentinas (en alertas por lluvia o tormenta), presencia de un gran espesor de nieve proclive a derretirse por efecto de la lluvia (en zonas montañosas), presencia de condiciones extremadamente secas que puedan propiciar la ocurrencia de incendios (en alertas por viento).

- **Probabilidad de ocurrencia de un evento meteorológico que representa una amenaza: se considera también la incertidumbre propia de los pronósticos.** En general, cuanto más lejano sea el plazo del pronóstico, mayor será la incertidumbre del evento”.

Los tres factores mencionados son similares a los presentes en la ecuación (2), por lo cual esto más la Figura 16 sugeriría una interpretación basada en el riesgo. Cabe notar que la probabilidad en este caso está representada por el plazo del pronóstico. Esto se puede ver claramente en el eje de ordenadas de la Figura 16.

Esta explicación emparenta lo realizado en el SMN más a lo del Met Office que los otros casos, aunque la explicación de la Figura 1, dejaría otra impresión, como fue discutido arriba. Es importante destacar que en el caso del SMN el uso del plazo de pronóstico como sustituto (proxy) de la predictibilidad del evento a pronosticar, simplifica la labor de los pronosticadores, y es un buen preludio para un eventual trabajo cuando se encuentre con un pronóstico por ensambles calibrado.

Notar que a diferencia de lo mostrado en la Figura 3, aquí sí no se hace un uso público de la matriz, todos los amarillos y naranjas serían iguales, a pesar de tener un origen distinto (alta probabilidad-baja severidad vs. baja probabilidad-alta severidad).

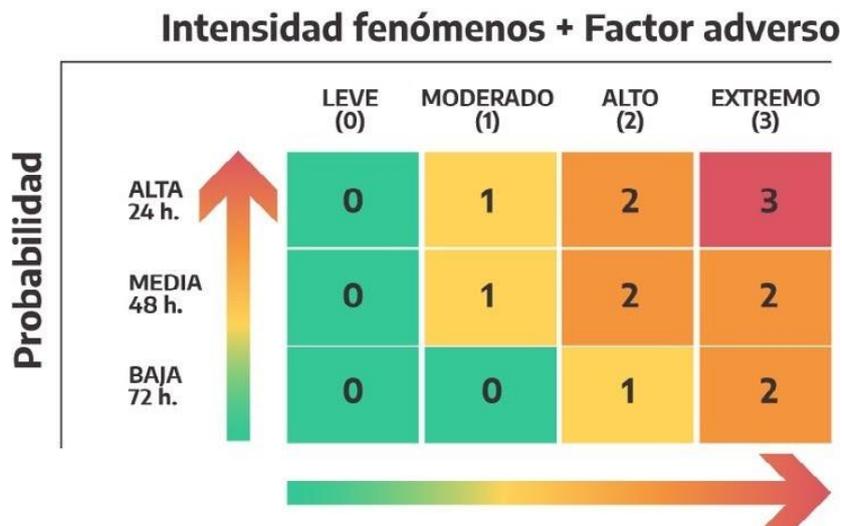


Fig. 16: Esquema orientativo que muestra cómo se asigna el color de cada alerta en función de los tres parámetros considerados: intensidad del fenómeno, factor adverso y probabilidad de ocurrencia. Esta imagen se presenta en el sitio web del SMN: <https://www.smn.gob.ar/c%C3%B3mo-se-establece-el-nivel-de-alerta>

El caso especial de una alerta de nivel verde merece ser analizado cuando se indica la probabilidad de tormentas eléctricas en el pronóstico diario emitido por el SMN a 7 días. Esta situación ocurre cuando hay pronóstico de tormentas, pero se espera que las mismas no superen los umbrales definidos para cada región ni haya un factor adverso que amerite un relajamiento en dichos umbrales. En estas situaciones de nivel verde se indica explícitamente la ausencia de “fenómenos que impliquen riesgo” y de “amenazas” (ver Figura 15). Sin embargo, las tormentas eléctricas siempre presentan el potencial de producir descargas eléctricas a tierra. Se observa que esta particularidad en general no es tenida en cuenta en los sistemas de alerta por colores

analizados en la sección 2 para los niveles “verde” o equivalente. Solo el NWS aclara en el producto Outlook para la categoría “tormentas no severas” que “todas las tormentas tienen el potencial de generar inundaciones y rayos” (ver Figura 8). Se conjetura que hay un cierto grado de sobre entendimiento en la sociedad acerca del peligro que presenta una tormenta eléctrica aún en ausencia de una alerta de color amarillo o superior. Se estima que los rayos provocan en promedio 50 fallecidos anuales en Argentina (ver Nicora y otros 2014), por lo que una posible corrección merece ser analizada.

3.2 El uso y la comprensión de los colores por los pronosticadores

El uso de los colores por parte de los pronosticadores está modulado en la práctica no sólo por los umbrales y el plazo de pronóstico sino por otras cuestiones como por ejemplo las regiones delimitadas por PIMET que agregan incertidumbre no sólo en el plano temporal sino espacial (ver de Elía y otros 2021). Esto suele ocurrir con las áreas de PIMET más grandes, en los momentos en que se prevé el desarrollo de fenómenos severos con una escala mucho más reducida. Esto puede dar lugar a variaciones en el criterio de la elección del color según una evaluación subjetiva de la situación. Por ejemplo, el caso de que se pronostiquen tormentas fuertes en el centro de Río Negro a 24 horas, implicaría poner en amarillo o en naranja la región PIMET de Maquinchao (ver Figura 17). Dado el tamaño de esta región, muy posiblemente las tormentas más intensas con mayor capacidad de daño se den en una pequeña subregión del dominio PIMET. En este caso el pronosticador tiene que evaluar si poner en naranja toda la región de Maquinchao (que sería sobre alertar) o bien poner en amarillo pero agregar en el texto del alerta que se esperan fenómenos muy severos en algunas localidades.

Es probable que esta situación sea consecuencia de que el pronosticador tiene más precisión en su pronóstico que el provisto por la división en regiones PIMET y esto lo somete a una decisión que excede las previstas por el SAT. Es importante en este sentido que haya unidad de criterio entre los pronosticadores y este sea público. Al mismo tiempo, estas circunstancias podrían sugerir que algunas regiones PIMET deberían ser fraccionadas.

Esta situación en el plano espacial de las área de pronóstico de PIMET tiene su equivalente en el plano temporal y que ya fue tratada en de Elía y otros (2021). A modo de ejemplo en las alertas por colores, se observa que algunos países como España han optado por permitir establecer el nivel de alerta para cada hora del día (ver Figura 13).

También en el caso de las tormentas, muchas veces éstas poseen grandes fenómenos destructivos asociados, pero quizá no tanta caída de agua como para superar un umbral determinado. No es infrecuente que se priorice en la decisión esta capacidad destructiva y su peligrosidad por más que en el pronóstico de precipitación no se superen los umbrales establecidos. Por el contrario, otro ejemplo es en los casos de lluvias persistentes, que posiblemente no sean fuertes y no se superen los umbrales de acumulados para 12 o 24 horas. Sin embargo, la persistencia del fenómeno puede complicar localidades con suelos sin tanta capacidad de absorción si éstas se prolongan durante más de un día. La presencia de factores adversos se discute en la siguiente sección.

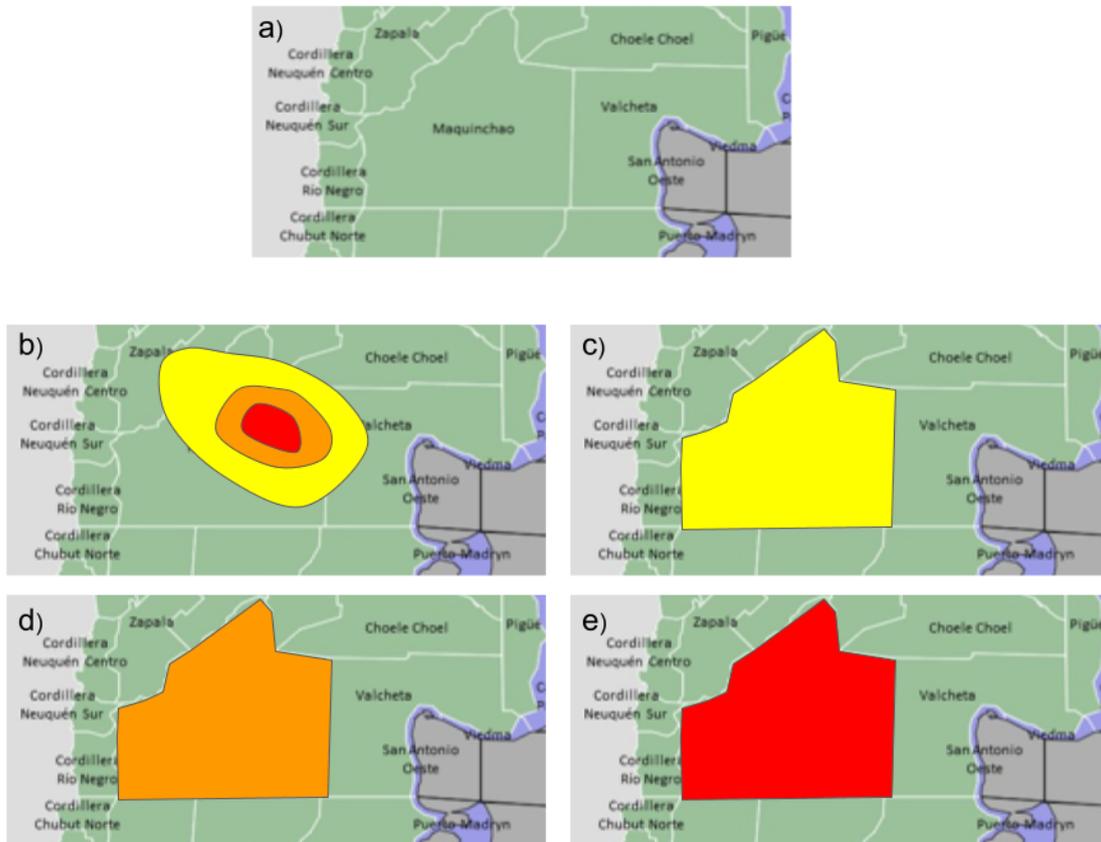


Fig. 17: En el panel (a) se presentan las regiones PIMET en el centro-sur de Argentina, siendo la región Maquinchao la más grande de las existentes. En el panel (b) se ilustra una hipotética visión personal de un pronosticador de una alerta en la zona en que se debe definir para la región completa. Los paneles (c), (d), y (e) son las posibles alternativas con que se encuentra. El panel (c) refiere a un punto de vista donde el pronosticador piensa en otorgar una suerte de promedio de la situación en toda la región. El panel (d), utiliza un criterio similar pero sesgando su promedio hacia el valor más alto de la región. En el panel (e) el pronosticador extiende a toda la región la máxima alerta sólo encontrada en una subregión.

A pocos meses de introducido el sistema de alerta por colores en el SMN, se registran todavía variadas interpretaciones de los propios pronosticadores con respecto al significado de las mismas. Estas giran en torno a las zonas grises que deja su definición actual e incluye también la posibilidad de que algunos vean en los colores una correlación con la “urgencia”, es decir con la proximidad de la llegada del evento. Cabe destacar que esta fluidez en la interpretación es en parte el resultado de una metodología que todavía no se encuentra afianzada en el mundo y de la que es de esperar todavía cierta evolución hacia un diseño más satisfactorio y más consensuado.

3.3 La inclusión de factores adversos

Un elemento importante del código de colores del SMN es la inclusión de factores adversos que aquejan a un territorio. Estos se refieren mayormente a su historia reciente meteorológica y su conexión con otros efectos, por ejemplo la abundancia de lluvias recientemente caídas que hayan fragilizado la situación y que favorezca las inundaciones. También se apunta a considerar otros factores relacionados a grandes movimientos de población, como por ejemplo regiones turísticas del país en temporada alta u eventos deportivos, culturales, religiosos, etc. con gran afluencia de público. Un punto débil de este elemento es que hoy día no existe en el SMN una metodología para disponer de manera cotidiana de los factores adversos que puedan estar presentes en cada región de la Argentina. Sin embargo, aún sin un procedimiento sistemático, y basándose en la memoria de los pronosticadores y en reportes de las defensas civiles, la consideración conceptual de los factores adversos parece redundar en beneficios para la calidad del sistema de alertas.

La Figura 18 muestra cómo la fragilización reciente de la región modifica la matriz de colores a ser utilizada. El panel superior muestra la matriz para circunstancias normales, al mismo tiempo que la inferior lo muestra para la presencia de factores adversos. Es importante notar que, –como para el caso del Met Office y como se deduce de la ecuación (2)–, las matrices no son simétricas sino que tienden a darle más peso al riesgo producido por eventos de gran intensidad.

	Intensidad (no se tiene en cuenta o no hay factor adverso)			
Probabilidad (indicador)	Leve	Moderado	Alto	Extremo
Día 1 (>70%)				
Día 2 (>50%)				
Día 3 (>20%)				

	Intensidad + factor adverso			
Probabilidad (indicador)	Leve	Moderado	Alto	Extremo
Día 1				
Día 2				
Día 3				

Figura 18: En la tabla superior se presenta el color del alerta sin considerar el factor adverso como resultado de considerar el plazo de pronóstico (utilizado como un proxy de la probabilidad de ocurrencia) y la intensidad de los fenómenos esperados. En la tabla inferior se muestra el nivel de alerta (color) que resulta de considerar el factor adverso. Notar que todos los colores aumentan un nivel excepto los colores naranja para los días +2 y +3. Esta matriz no está presente en el documento de capacitación, pero es deducible de él.

4. DISCUSIÓN

Como se pudo ver en este trabajo el uso de colores para alertas es más complejo de lo que parecería a primera vista. Esto se debe a que las escalas de colores utilizadas son unidimensionales (como podría ser el aumento de intensidad de una sirena, en el caso del sonido), cuando en la práctica el estado de alerta es descrito por más de un parámetro. Por ejemplo, podríamos pensar como mínimo en las probabilidades de la ocurrencia del fenómeno advertido y la intensidad del mismo.

En este caso es tentador unir estas dos variables bajo el concepto de riesgo discutido en la sección 2.1, y considerarlo a este como nuestra variable a transformar en escala de colores. Si bien esto es apropiado y es la perspectiva de muchas instituciones, las alertas siguen siendo multivariable y el proceso de interpretarlo sólo como riesgo esconde esta propiedad. Además, debido a esta definición la complejidad que acarrea el concepto de probabilidad es introducida en el concepto de riesgo (ver de Elia 2019).

La simplificación de un fenómeno multivariable a uno univariable indefectiblemente remueve información. El quid de la cuestión es si esa “poda” elimina información innecesaria (“ruido”) o si esta información desechada es relevante para las decisiones que deben realizar los usuarios de las alertas. La experiencia de Met Office muestra que si bien ellos deciden ir hacia la unidimensionalidad del riesgo, también recuperan al menos la bidimensionalidad del fenómeno al utilizar la matriz de forma explícita como se mostró en la sección 2.1. En este mismo sentido, el uso de niveles de alerta por Sudáfrica también muestra esta necesidad de mantener las dos dimensiones.

La simplificación forzada a una dimensión obliga a los creadores de escalas de colores a usar artilugios diversos para no perder información que en definitiva no solo recaen sobre el público sino sobre los mismos pronosticadores, muy acostumbrados al manejo casi inconsciente de fenómenos multivariables. En la sección 2 se vio que en algunos casos los cambios de categorías de color en un mismo servicio meteorológico a veces indica un cambio en la probabilidad (por ejemplo en el salto de amarillo a naranja) y a veces un cambio de la intensidad del fenómeno (por ejemplo de naranja a rojo). Es difícil saber si este uso de la escala fue concienzudamente elaborado por los diseñadores o bien han sido soluciones de compromiso cuyo comportamiento general resiste una metodología clara.

En la Tabla I se resume el tipo de conceptos a que refieren los colores en los diferentes sistemas de alerta discutidos en la sección 2. Las categorías mencionadas representan los significados predominantes asociados en los casos estudiados. Se puede ver que en todos los casos la severidad del evento pronosticado tiene influencia en el color, a veces de manera unívoca (caso HKO), o a veces de manera indirecta como parte de la formación del concepto de riesgo (Met Office). Notar que en la mayoría de las instituciones mencionadas, la escala de color se utiliza para transmitir dos o tres conceptos. Las excepciones son el SMN, donde el color refiere a cuatro de las cinco categorías, el NWS que utiliza todas.

Es importante mencionar que la confianza de un pronóstico suele tener estrecha relación con el plazo del mismo. Por ello, en las interpretaciones asociadas al concepto de riesgo tienden a aparecer los colores máximos de la escala cuando más cercano se encuentra la ocurrencia del mismo. Esto no quiere decir que hayan sido elaborados con el objeto de indicar con su color la “urgencia” de reaccionar frente al fenómeno, pero en varios casos esta relación es explícita como lo discute Neal y otros (2014) o como se ve en la Fig. 1 para el caso del SMN.

En el caso del SMN de Argentina podemos señalar que, aún en los casos donde pueda haber mayor certeza, con todos los modelos coincidiendo y una situación de baja incertidumbre, no se emiten alertas naranjas a

tres días, ni alertas rojos a dos días. Si bien podría contemplarse el hecho de que un evento a más días de distancia puede ser considerado menos probable, o aún poco probable, lo cierto es que esta decisión nos puede hacer pensar que se está contemplando de manera indirecta la urgencia. La explicación sería que la incertidumbre propia de los modelos hace que sea difícil afirmar con un grado de certeza suficientemente alto que el evento va a ocurrir, y por ende se reduce el color del semáforo, pero el hecho de que esa incertidumbre esté modulada más por la cantidad de días que por la divergencia que pueda existir entre modelos, nos puede hacer pensar que se está contemplando la urgencia en la decisión de los colores.

Al respecto, vale notar que en el caso del Advisory, Watch y Warning del NWS de los Estados Unidos, un único color para cada uno de estos mensajes, que tienen anticipaciones distintas, podría quedar asociado a la inminencia del evento.

Tabla 1: Conceptos asociados a la escala de colores en las alertas emitidas por los diferentes servicios meteorológicos discutidos en la sección 2 y 3.

Servicio Met	Severidad/ Impacto	Confianza/ probabilidad	Respuesta (acción/atención)	Riesgo/ matriz de riesgo	Urgencia
Met Office	X	X		X	
Sudáfrica	X	X		X	
NWS (tormentas)	X	X	X	X	X
Meteoalarm	X		X		
Météo-France	X		X		
Aemet (general)	X		X	X	
Aemet (tormentas)	X	X			
HKO	X		X		
SMN	X	X	X	X	

El éxito de la utilización de estos esquemas a la larga deberá ser medido por su éxito en la sociedad a través de la adopción de medidas para salvaguardar la población. Ejemplos en otros países como Francia (ver Météo-France 2018), que ya lleva 20 años en esta dirección, sugiere que estas alertas por colores vinieron para quedarse, más allá de la necesidad de realizar mejoras en su diseño basados en la experiencia de su uso. Con el uso es también de esperar que en los distintos países del mundo se converja a un modelo conceptual con menos ambigüedades y que la claridad ganada sea también transferida a la población.

Cabe subrayar que la mayoría –sino todos– los sistemas de alertas por colores mostrados en la sección 2 corresponden a servicios meteorológicos en los cuales las oficinas de pronósticos mantienen comunicación

con los responsables de gestionar la emergencia (defensas civiles, bomberos, etc) a través de llamadas telefónicas, videollamadas, etc (Demeritt 2012, Ernst y otros 2018). Es decir, existen otras formas de comunicación alternativas a los productos que se muestran en los sitios web. Las comunicaciones telefónicas, las videollamadas y las exposiciones presenciales (llamadas usualmente “briefings” en la jerga meteorológica nacional) habilitan comunicaciones entre los pronosticadores y los tomadores de decisión complementarias a la información brindada en los productos oficiales (los pronósticos y las alertas). En cierta forma, estos diálogos se acercan más a un asesoramiento profesional que brindan los pronosticadores en la toma de decisión de los responsables de las defensas civiles y otros organismos encargados de la gestión del riesgo. La cantidad y la calidad de la comunicación entre ambos interlocutores puede incrementarse en gran medida, ya que permite evacuar dudas, agregar información que se obvió o que no se puede incluir en productos oficiales que deben seguir un formato preestablecido, etc. En el caso del SMN, no existe comunicación directa entre los pronosticadores que emiten las alertas y los tomadores de decisión que las utilizan. La comunicación está intermediada por el área de Meteorología y Sociedad. Es decir, desde este área del SMN se comunica con los tomadores de decisión nacionales y provinciales y con la oficina de pronósticos del SMN, intercambiando información. Cabe aclarar que actualmente no existen capacidades para poder comunicarse con los gestores de riesgo de los gobiernos locales (municipalidades) ni para operar durante el horario nocturno. Esta diferencia presenta un desafío adicional para el SMN y su nuevo Sistema de Alerta Temprana.

Más allá de las interpretaciones de los pronosticadores o las intenciones del SMN está la percepción de un público muy estratificado por sus vivencias cotidianas. Tomemos como ejemplo una situación de tormentas fuertes que puede afectar el noreste de la provincia de Buenos Aires. Si se determina que la probabilidad de ocurrencia de una tormenta fuerte es homogénea sobre todo el noreste de la provincia de Buenos Aires, todo el área estará en el mismo nivel de alerta (por ejemplo, color amarillo). Dentro de este área, una persona que utiliza la alerta amarilla de forma privada tiene un área de disponibilidad o “jurisdicción” sobre su casa y su terreno, que podríamos estimar en 300 m² (valor estimativo de un terreno en el Gran Buenos Aires). Un director de defensa civil de un municipio del Gran Buenos Aires tendrá responsabilidad y le preocupa si las tormentas pueden impactar dentro de su municipio. Cabe aclarar que el tamaño de los municipios varía mucho: por ejemplo, los municipios de Hurlingham, Morón y La Matanza tienen una superficie de 9 km², 56 km² y 326 km² respectivamente. Del mismo modo, el director de la defensa civil de toda la provincia de Buenos Aires, que debe asistir a aquellos municipios que soliciten ayuda, debe estar atento a todo el área bajo alerta (el noreste de la provincia en este ejemplo).

Naturalmente, las chances de la concreción del evento (por ejemplo granizo) se incrementan con el área de interés (ver un estudio analítico en Krzysztofowicz 1999 –particularmente su Fig. 2–, y uno operacional en Hess y otros 2018), siendo entonces las probabilidades más bajas para el individuo solo preocupado con el limonero de su casa que para quien es responsable por la seguridad provincial.

Ejemplo similares se pueden encontrar para directores de hospitales (que tiene jurisdicción sobre todos los terrenos del hospital) o para directores de empresas de energía eléctrica (que pueden abastecer a varios municipios al mismo tiempo).

Se puede asumir que a lo largo del tiempo las personas se ajustan o adaptan su interpretación (en términos estadísticos podríamos decir “calibran”) de acuerdo a sus áreas de responsabilidad, por lo que cada persona tendrá una interpretación del alerta amarilla del ejemplo moldeada por su experiencia a lo largo de los años de uso. Por ejemplo, luego de muchos años de uso una persona particular puede concluir que con las alertas de nivel amarillo “casi nunca pasa nada”, mientras que un director de defensa civil de la provincia de Buenos Aires puede concluir que “casi siempre pasa algo en algún lugar dentro del alerta”. Sin embargo, una misma

persona puede querer usar la alerta amarilla en su ámbito laboral y en su ámbito personal, que pueden tener distintas áreas de responsabilidad, o puede mudarse de posición dentro de una organización, cambiando así su área de responsabilidad. Por lo tanto, considerar que las personas se “calibran” al sistema de alertas podría ser un error.

Hasta que no se cuente con una verificación adecuada de las alertas por colores en el SMN que relacionen umbrales, impactos y percepciones, es difícil evaluar lo apropiado de los umbrales meteorológicos utilizados. Experiencias recientes muestran que en el extremo sur de la patagonia, en invierno, sopla el viento en una intensidad y persistencia que hace que Tierra del Fuego o Santa Cruz estén muchos días con alerta amarilla, lo que hace un poco perder el sentido a la idea de “Alerta”. El objetivo inicial consistía en que las alertas naranjas sean del orden del 10% de las alertas anuales y las rojas del orden del 1%, de manera tal que cuando haya un alerta naranja o un rojo no haya calibraciones internas o interpretaciones subjetivas, ni en los tomadores de decisión (con los cuales los umbrales deberían ser discutidos) ni con la población en general.

En el reciente estudio de Potter y otros (2021) sobre el beneficio de aplicar alertas de tiempo severo basadas en los impactos se observa que este tipo de discusiones no están saldadas. Un desafío todavía abierto es cómo abordar con un mismo producto (un alerta con colores) las distintas interpretaciones que tiene cada persona de la sociedad de forma individual o las defensas civiles como organismo. Como ejemplo del Reino Unido se indican las alertas amarillas por inundaciones y sus “impactos menores”: las personas de forma individual pueden interpretar este impacto menor como “la lluvia puede mojar un poco el jardín” pero para una defensa civil significa que “habrá casas inundadas, pero que serán pocas”. Un segundo ejemplo citado ocurrió en otro país europeo en el cual la caída de un árbol en un camping mató a un niño. Si bien el área del suceso se encontraba bajo alerta amarilla, el público le cuestionó al servicio meteorológico por qué la alerta no había sido de un nivel superior.

El enfoque que adoptan actualmente los servicios meteorológicos de países como EEUU, Reino Unido y Alemania es emitir uno o varios productos orientado a todos los usuarios del país (desde la población general hasta las defensas civiles), pero al mismo tiempo habilitan vías de comunicación adicionales para asesorar a usuario específicos/estratégicos como las defensas civiles. Además de los ejemplos que se observan en la bibliografía citada previamente, se puede encontrar otro ejemplo en el nuevo enfoque aprobado en el 2017 por una Ley Nacional en los Estados Unidos (ver NWS 2018). La OMM por su parte recientemente publicó un white paper que describe el futuro del pronóstico para la próxima década. En el texto y en el contexto de una creciente automatización de los pronósticos plantea que “los pronosticadores evolucionarán hacia un comunicador de confianza y a un interpretador de la información del tiempo y del clima, capaz de explicar los impactos asociados y asistiendo a los usuarios en la toma de decisiones” (OMM 2021).

5. REFERENCIAS

Anaya, D., D’Amen, D., Chasco, J. y Saucedo, M., 2020: Generación de umbrales meteorológicos para la emisión de alertas en el Servicio Meteorológico Nacional: Lineamientos para avanzar en el pronóstico por impacto. Nota Técnica SMN 2020-69

Baron J., 2008: Thinking and deciding. Cuarta edición. Cambridge University Press.

Chasco J., 2020: Placing the user at the heart of innovative early warning services. Annual R&D Workshop, Nov 2020, Bureau of Meteorology, Australia.

- <http://www.bom.gov.au/research/workshop/2020/Talks/Julia-Chasco.pdf> (ver video en https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=w3AAzC6ADys&feature=youtu.be&ab_channel=BureauofMeteorology)
- de Elía R., 2019: Los pronósticos probabilísticos: algunas cuestiones generales. Nota Técnica SMN 2019-57. <http://repositorio.smn.gov.ar/handle/20.500.12160/1151>
- de Elía R., Lohigorry, P., Anaya, D., Guerrieri, J. M. y Saucedo, M., 2021: El tratamiento implícito de la incertidumbre en los pronósticos del SMN. Nota Técnica SMN 2021-85 <http://repositorio.smn.gov.ar/handle/20.500.12160/1531>
- Demeritt D., 2012: The perception and use of public weather services by emergency and resiliency professionals in the UK. Report for the Met Office Public Weather Service Customer Group. DOI: 10.13140/RG.2.2.12449.15208
- Ernst S., LaDue, D., y Gerard, A., 2018: Understanding emergency manager forecast use in severe weather events. J. Operational Meteor., 6 (9), 95-105, DOI: <http://nwafiles.nwas.org/jom/articles/2018/2018-JOM9/2018-JOM9.pdf>
- Fischhoff B., Watson, S. y Hope, C., 1984: Defining risk. Policy Sciences, New York, v. 17, n. 2, 123-139. <https://www.cmu.edu/epp/people/faculty/research/Defining-Risk1984.pdf>
- Herrera N., Skansi M.M., Beron M.A., Campetella C., Cejas A., Chasco J., Chesini F., de Titto E., Gatto M., Saucedo M., y Suaya M., 2018: Sistema de Alerta Temprana por Olas de Calor y Salud (SAT-OCS). Nota Técnica SMN 2018-50. <http://repositorio.smn.gov.ar/handle/20.500.12160/772>
- Hess R., Kriesche, B., Schaumann, P., Reichert, B.K. y Schmidt, V., 2018: Area precipitation probabilities derived from point forecasts for operational weather and warning service applications. Q J R Meteorol 144: 2392– 2403. <http://www.mathematik.uni-ulm.de/stochastik/personal/schmidt/publications/operational.pdf>
- IPCC, 2012: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX_Full_Report-1.pdf
- IPCC, 2020: The concept of risk in the IPCC Sixth Assessment Report: a summary of cross-Working Group discussions. Guidance for IPCC authors. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/01/The-concept-of-risk-in-the-IPCC-Sixth-Assessment-Report.pdf>
- Kaltenberger R., Schaffhauser, A. y Staudinger, M., 2020: “What the weather will do” – results of a survey on impact-oriented and impact-based warnings in European NMHSs, Adv. Sci. Res., 17, 29–38. <https://doi.org/10.5194/asr-17-29-2020>
- Krzysztofowicz R., 1999: Point-to-Area Rescaling of Probabilistic Quantitative Precipitation Forecasts, Journal of Applied Meteorology, 38(6), 786-796. https://journals.ametsoc.org/view/journals/apme/38/6/1520-0450_1999_038_0786_ptarop_2.0.co_2.xml
- Kucera P., 2019: Introduction to Impact-Based Forecasting. 9th WMO/Meteo-France RA I Tropical Cyclones Training Course. https://severeweather.wmo.int/TCFW/RAI_Training2019/IBF_Summary_Nov2019.pdf
- Lavell, A., Oppenheimer, M., Diop, C., Hess, J., Lempert, R., Li, J., Muir-Wood, R., y Myeong, S., 2012: Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability, and resilience. In: Managing the

Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., Barros, V., Stocker, T.F., Qin, D., Dokken, D.J., Ebi, K.L., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Plattner, G.-K., Allen, S.K., Tignor, M. y Midgley, P.M. (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 25-64. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX_Full_Report-1.pdf

Lohigorry P., R. de Elia, G. Russian, 2018: Pronóstico de muy corto plazo en el Servicio Meteorológico Nacional. Nota Técnica SMN 2018-46. <http://repositorio.smn.gov.ar/handle/20.500.12160/874>

Météo-France, 2018: La vigilance météorologique. Bilan 2018. http://www.meteofrance.fr/documents/10192/77898876/Bilan_vigilance_2018.pdf/2864b21b-5ce9-4c96-a864-bce6c28dd36f

Neal, R.A., Boyle, P., Grahame, N., Mylne, K. y Sharpe, M., 2014: Ensemble based first guess support towards a risk-based severe weather warning service. *Meteorol. Appl.* 21, 563–577. (doi:10.1002/met.1377)

Nicora, M.G. y otros, 2014: La actividad eléctrica atmosférica en Argentina: estimación de la tasa de mortalidad anual por acción de caídas de rayos; Asociación Física Argentina; Anales AFA; 25; 4; 11-2014; 151-156. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/29884/CONICET_Digital_Nro.3db0c91e-c5f6-47dc-be80-c28f9e024c60_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

NOAA, 2010: COMET, “Flash Flood Early Warning System Reference Guide”, 2010. Accedida el 05/07/2021: www.meted.ucar.edu/communities/hazwarnsys/ffewsrq/FF_EWS.pdf

NWS, 2018: National Weather Service (NWS) Service Description Document (SDD) Impact-Based Decision Support Services for NWS Core Partners. April 2018. https://www.weather.gov/media/oo/IDSS_SDD_V1_0.pdf

OASIS, 2010: Common Alerting Protocol Version 1.2, OASIS Standard. <http://docs.oasis-open.org/emergency/cap/v1.2/CAP-v1.2-os.pdf>

OMM, 2015: Directrices de la OMM sobre servicios de predicción y aviso multirriesgos que tienen en cuenta los impactos. OMM-No 1150. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=7902

OMM, 2018: Sistemas de Alerta Temprana Multirriesgos: Lista de verificación. Resultado de la primera Conferencia de Alerta Temprana Multirriesgos, 22 y 23 de mayo de 2017 – Cancún, México. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4576

OMM, 2021: Future of weather and climate forecasting. OMM-No. 1263 https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10611

Potter, S., Harrison, S., y Kreft, P., 2021: The Benefits and Challenges of Implementing Impact-Based Severe Weather Warning Systems: Perspectives of Weather, Flood, and Emergency Management Personnel, *Weather, Climate, and Society*, 13(2), 303-314. <https://journals.ametsoc.org/view/journals/wcas/13/2/WCAS-D-20-0110.1.xml>

Stepek, A., Wijnant, I.L., van der Schrier, G., van den Besselaar, E.J.M. y Klein Tank, A.M.G., 2012: Severe wind gust thresholds for Meteocalarm derived from uniform return periods in ECA&D. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 12, 1969-1981, DOI: [10.5194/nhess-12-1969-2012](https://doi.org/10.5194/nhess-12-1969-2012)

Yu H-C, 2014: A Cross-Cultural Analysis of Symbolic Meanings of Color. *Chang Gung Journal of Humanities and Social Sciences* 7:1, 49-74. http://cgjhsc.cgu.edu.tw/data_files/CGJ7-1-03.pdf

Apéndice I

Tabla AI.1: Códigos en CAP para las categorías mencionadas (en inglés)

Urgency Time available to prepare	Severity Intensity of impact	Certainty Confianza en la observación o en el pronóstico	Response type
<p>“Immediate” - Responsive action SHOULD be taken immediately</p> <p>“Expected” -Responsive action SHOULD be taken soon (within next hour)</p> <p>“Future” -Responsive action SHOULD be taken in the near future</p> <p>“Past” -Responsive action is no longer required</p> <p>“Unknown” -Urgency not known</p>	<p>“Extreme” - Extraordinary threat to life or property</p> <p>“Severe”-Significant threat to life or property</p> <p>“Moderate” -Possible threat to life or property</p> <p>“Minor” –Minimal to no known threat to life or property</p> <p>“Unknown” -Severity unknown</p>	<p>“Observed” – Determined to have occurred or to be ongoing</p> <p>“Likely” -Likely ($p > \sim 50\%$)</p> <p>“Possible”- Possible but not likely ($p \leq \sim 50\%$)</p> <p>“Unlikely” -Not expected to occur ($p \sim 0$)</p> <p>“Unknown” -Certainty unknown</p>	<p>“Shelter” – Take shelter in place or per <instruction></p> <p>“Evacuate” – Relocate as instructed in the <instruction></p> <p>“Prepare” – Make preparations per the <instruction></p> <p>“Execute” – Execute a pre-planned activity identified in <instruction></p> <p>“Monitor” – Attend to information sources as described in <instruction></p> <p>“Assess” – Evaluate the information in this message. (This value SHOULD NOT be used in public warning applications.)</p> <p>“None” – No action recommended.</p> <p><i>El término <instruction> refiere a la acción recomendado para cada tipo de evento</i></p>

Instrucciones para publicar Notas Técnicas

En el SMN existieron y existen una importante cantidad de publicaciones periódicas dedicadas a informar a usuarios distintos aspectos de las actividades del servicio, en general asociados con observaciones o pronósticos meteorológicos.

Existe no obstante abundante material escrito de carácter técnico que no tiene un vehículo de comunicación adecuado ya que no se acomoda a las publicaciones arriba mencionadas ni es apropiado para revistas científicas. Este material, sin embargo, es fundamental para plasmar las actividades y desarrollos de la institución y que esta dé cuenta de su producción técnica. Es importante que las actividades de la institución puedan ser comprendidas con solo acercarse a sus diferentes publicaciones y la longitud de los documentos no debe ser un limitante.

Los interesados en transformar sus trabajos en Notas Técnicas pueden comunicarse con Ramón de Elía (rdelia@smn.gov.ar), Luciano Vidal (lvidal@smn.gov.ar) o Martin Rugna (mrugna@smn.gov.ar) de la Dirección Nacional de Ciencia e Innovación en Productos y Servicios, para obtener la plantilla WORD que sirve de modelo para la escritura de la Nota Técnica. Una vez armado el documento deben enviarlo en formato PDF a los correos antes mencionados. Antes del envío final los autores deben informarse del número de serie que le corresponde a su trabajo e incluirlo en la portada.

La versión digital de la Nota Técnica quedará publicada en el Repositorio Digital del Servicio Meteorológico Nacional. Cualquier consulta o duda al respecto, comunicarse con Melisa Acevedo (macevedo@smn.gov.ar).