



**FUNDACIÓN CENTRO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DEL
MEDITERRÁNEO (FUNDACIÓN CEAM)**

***INFORME DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE VIGILANCIA DE
TEMPERATURAS EXTREMAS - VERANO 2015***

**ÁREA DE METEOROLOGÍA Y
DINÁMICA DE CONTAMINANTES**

Francisco Pastor
Jose Antonio Valiente
Enrique Mantilla

Octubre 2015

PREDICCIÓN OPERATIVA DE NIVELES DE RIESGO POR OLAS DE CALOR EN LA COMUNIDAD VALENCIANA - CAMPAÑA DE VERANO 2015

INTRODUCCIÓN

En este documento se presenta el balance de la campaña de predicción operativa de niveles de riesgo por temperaturas extremas en la Comunitat Valenciana durante el periodo de Junio a Septiembre de 2015. El documento se estructura en dos partes diferenciadas, refiriéndose la primera a la caracterización climatológica del verano de 2015 en la Comunitat Valenciana. En segundo lugar, se presentan los resultados obtenidos de la validación objetiva de las previsiones de temperaturas extremas realizadas a partir de los resultados modelo RAMS, mediante la comparación de las previsiones con los datos registrados en diferentes estaciones de control distribuidas por todo el territorio de la Comunitat Valenciana.

CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA DEL VERANO DE 2015 EN LA COMUNITAT VALENCIANA.

En la Península Ibérica, en lo referente a las temperaturas el verano de 2015 ha sido muy cálido en prácticamente todo el territorio peninsular con respecto al periodo de referencia 1971-2000. No obstante, este carácter cálido no ha sido uniforme durante todo el verano. Destaca especialmente el mes de julio que ha presentado un carácter excepcional tanto en los valores de temperatura como en su persistencia. Durante gran parte del mes se registraron temperaturas altas o muy altas en periodos prolongados, alcanzando nuevos récords de temperatura en muchas estaciones de observación meteorológica. El mes de junio presentó un carácter también cálido pero menos marcado mientras que agosto se mantuvo en valores normales, propiciado en parte por el desarrollo de precipitaciones de carácter tormentoso que suavizaron los valores medios de la temperatura. Finalmente, septiembre registró valores de temperatura normales.

En la Comunitat Valenciana se ha registrado el mismo comportamiento de las temperaturas que en el resto de la Península Ibérica. En general el verano ha sido cálido también en la Comunitat con valores muy altos en julio, también cálidos pero en menor medida en junio y agosto. Septiembre ha presentado valores normales de temperatura. Cabe destacar especialmente la persistencia de valores muy altos durante el mes de julio.

	Monforte del Cid	Castelló	Requena	Benifaió	Segorbe	Xàtiva	Villena	Vila Joiosa	Global
T Media 2001-2014	23,64	23,33	21,28	24,12	22,20	24,52	22,42	24,36	
Anomalía Tmed 2015	1,0	0,65	1,66	0,49	0,43	0,30	0,52	0,87	0,74
T Máxima 2001-2014	30,19	28,69	30,17	29,61	29,06	32,10	30,17	28,68	
Anomalía Tmax 2015	1,22	1,25	1,94	0,38	0,44	0,32	0,73	0,79	0,88
T Mínima 2001-2014	17,18	18,15	13,68	18,71	15,18	17,73	14,78	20,10	
Anomalía Tmin 2015	0,84	0,46	1,70	0,66	0,62	0,49	0,59	0,96	0,79

Tabla 1: Temperaturas media, máxima y mínima diarias de verano (promedio Junio a Septiembre) en el periodo 2001-2013 y anomalía del verano 2014 (en rojo anomalías positivas)

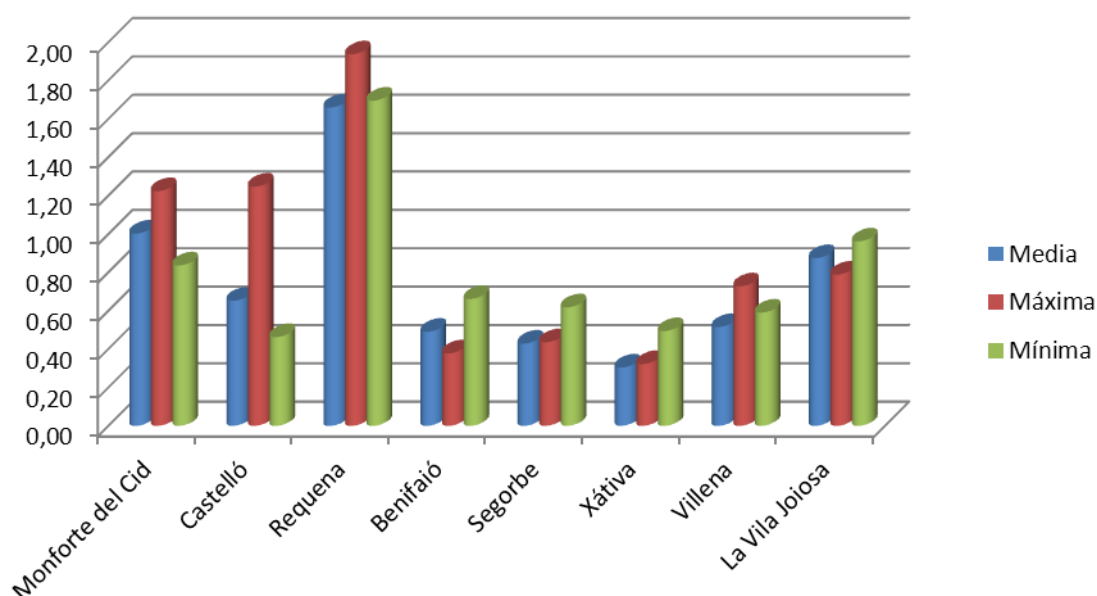


Figura 1: Anomalía de la temperatura media, máxima y mínima (promedio Junio a Septiembre) en el verano de 2015 respecto al periodo 2001-2014

En la tabla 1 se muestran los valores promedio de la temperatura media, máxima y mínima estivales para una serie de estaciones representativas de la Comunitat Valenciana para el periodo 2001-2014. Se presentan también en la tabla las anomalías de temperatura registradas en 2015 respecto al promedio del citado intervalo.

En todas las estaciones se observan valores positivos de la anomalía, mostrando el carácter general cálido o muy cálido del verano de 2015, que incluso superan en algunos casos 1 grado centígrado. También se muestra la anomalía térmica global del verano que alcanza un valor de 0.74 grados centígrados para la temperatura media, superior a la anomalía registrada en el verano de 2014. Se observa que la anomalía térmica positiva

(temperatura por encima del promedio climático) ha sido mayor en el caso de las temperaturas máximas que en las mínimas. En la figura 1 se presentan las anomalías de temperatura registradas, tanto para la media como la máxima y la mínima, en el verano de 2015 respecto al periodo 2001-2014. Las anomalías más importantes se han registrado en las temperaturas máximas de Monforte del Cid, Castellón y Requena.

La figura 2 muestra la evolución global de la temperatura media estival (de Junio a Septiembre) en las estaciones referidas en la tabla 1 durante un periodo que se extiende desde el verano de 2001 hasta el más reciente de 2015. Se puede observar que la temperatura media durante el verano de 2015 ha sido en general más alta que en el de 2014 y que, para la mayoría de las estaciones se sitúa en valores superiores al global del periodo 2001-2013 e igualando los registros del verano de 2012.

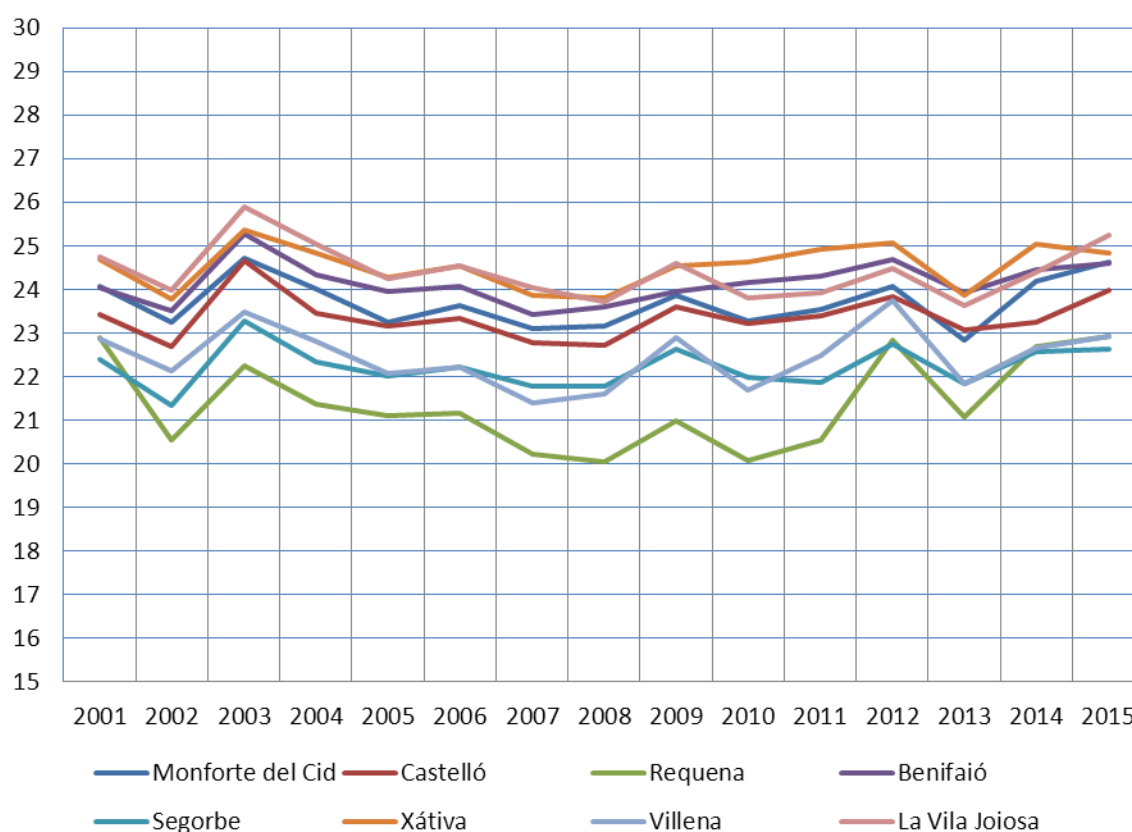


Figura 2: Temperatura media de verano (promedio Junio a Septiembre) en el periodo 2001-2015

A su vez, la figura 3 muestra la evolución global del promedio de la temperatura máxima estival (Junio a Septiembre) durante el mismo periodo desde 2001 hasta 2015 para las mismas estaciones de la Comunitat Valenciana. Se aprecia a partir de la figura que el comportamiento de la temperatura máxima es menos estable o uniforme a lo largo del periodo de estudio que el de la temperatura media (figura 2) ya que picos de calor extraordinarios pueden afectar a este promedio.

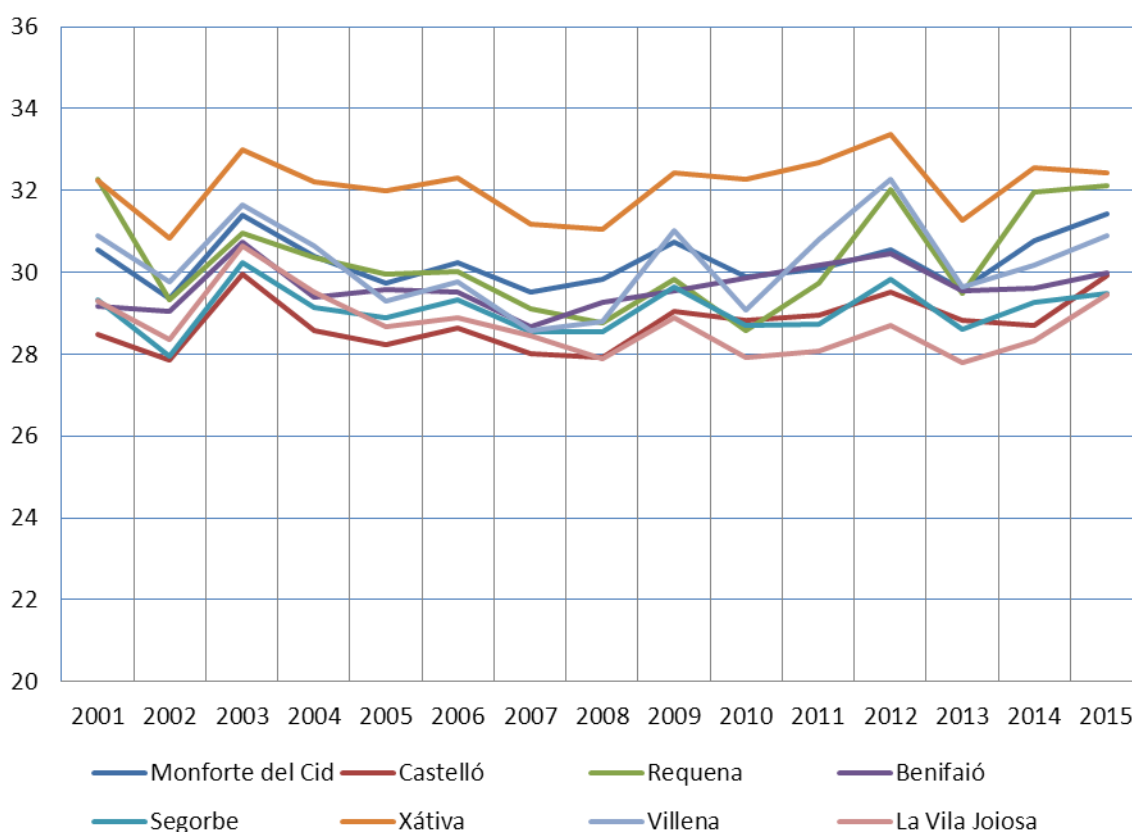


Figura 3: Temperatura máxima de verano (promedio Junio a Septiembre) en el periodo 2001-2015

Las figuras 4 a 11 muestran los datos de temperatura registrados durante el periodo de vigencia de la campaña de vigilancia, en diferentes estaciones representativas de la Comunitat Valenciana. En todas ellas se observa el carácter cálido del verano, especialmente en el mes de julio, apreciándose un notable descenso de la temperatura en septiembre. Durante los meses de julio y agosto se observa en todas las estaciones la presencia de picos de calor muy pronunciados mientras que a inicio del mes de septiembre se registró un brusco descenso de temperatura, sobre todo en la máxima, que se recuperó posteriormente hasta quedar en valores normales.

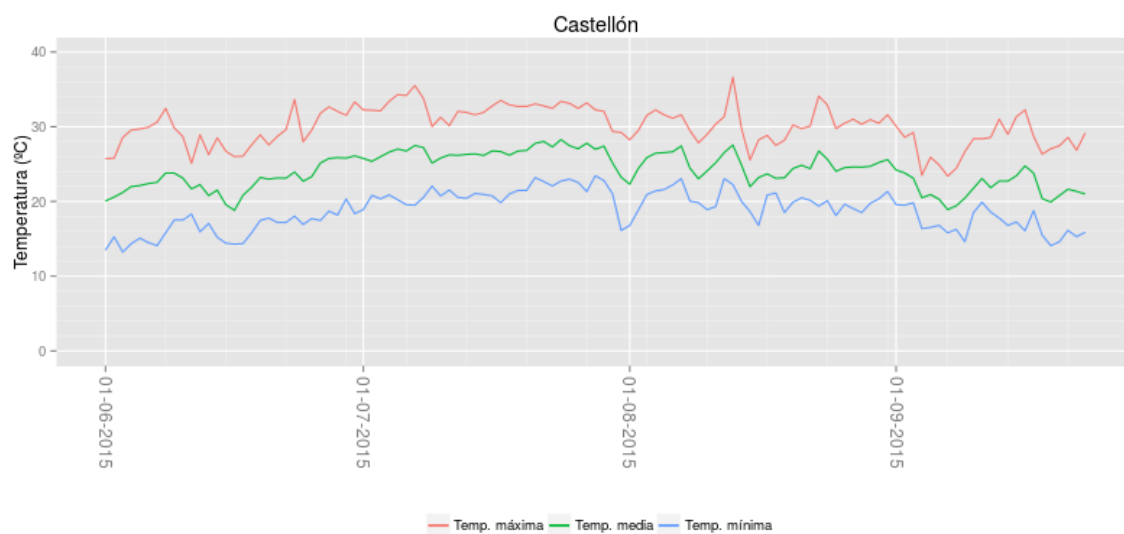


Figura 4: Temperatura media, máxima y mínima registradas en Castellón

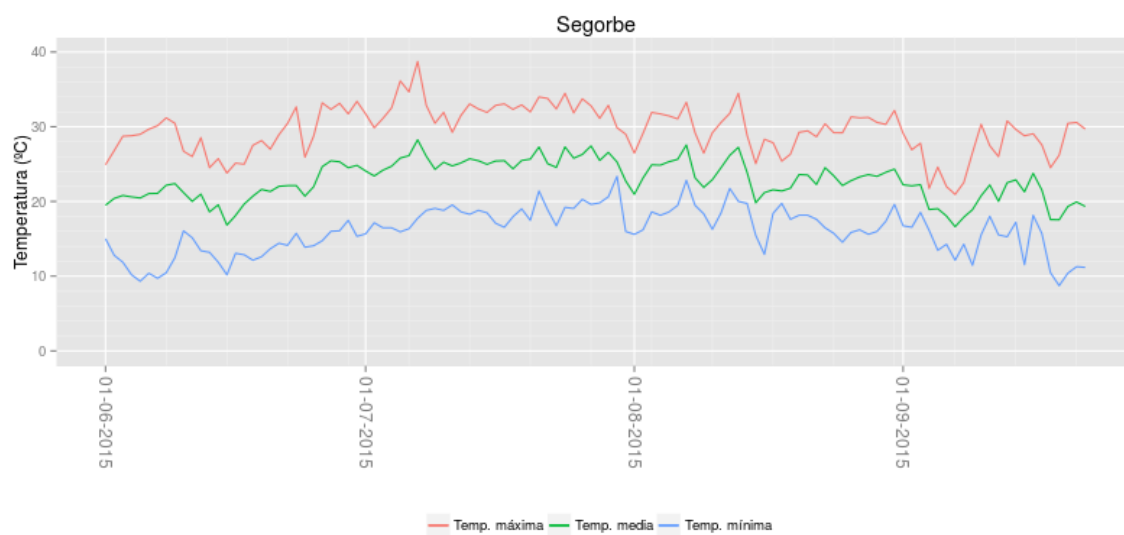


Figura 5: Temperatura media, máxima y mínima registradas en Segorbe

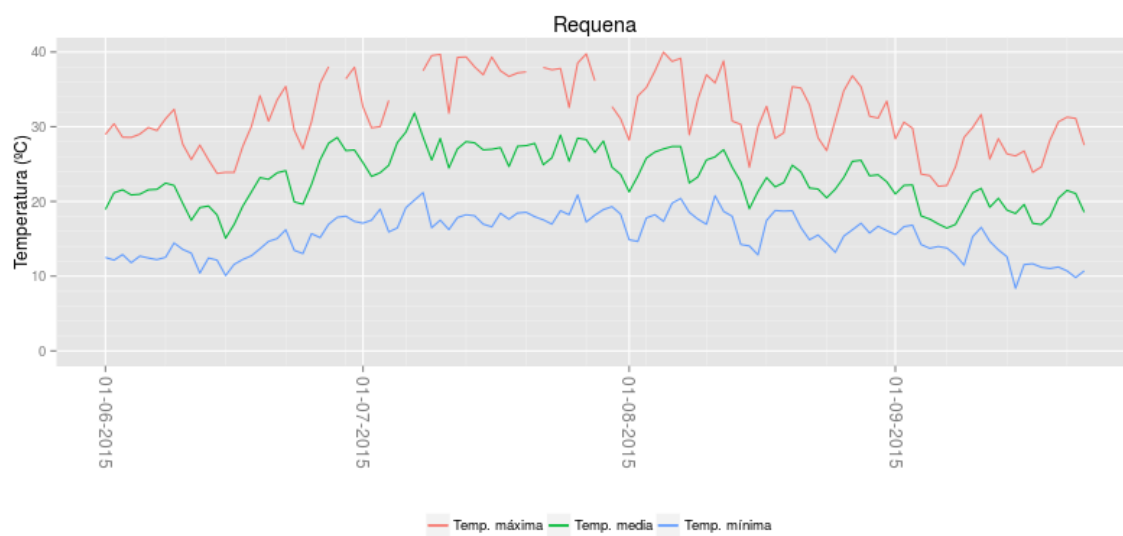


Figura 6: Temperatura media, máxima y mínima registradas en Requena

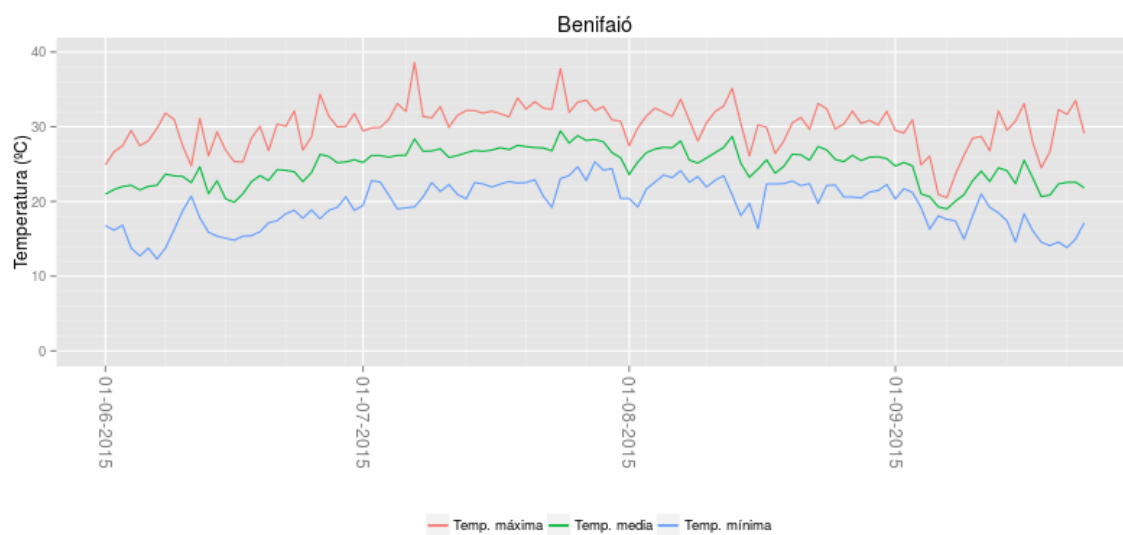


Figura 7: Temperatura media, máxima y mínima registradas en Benifaió.

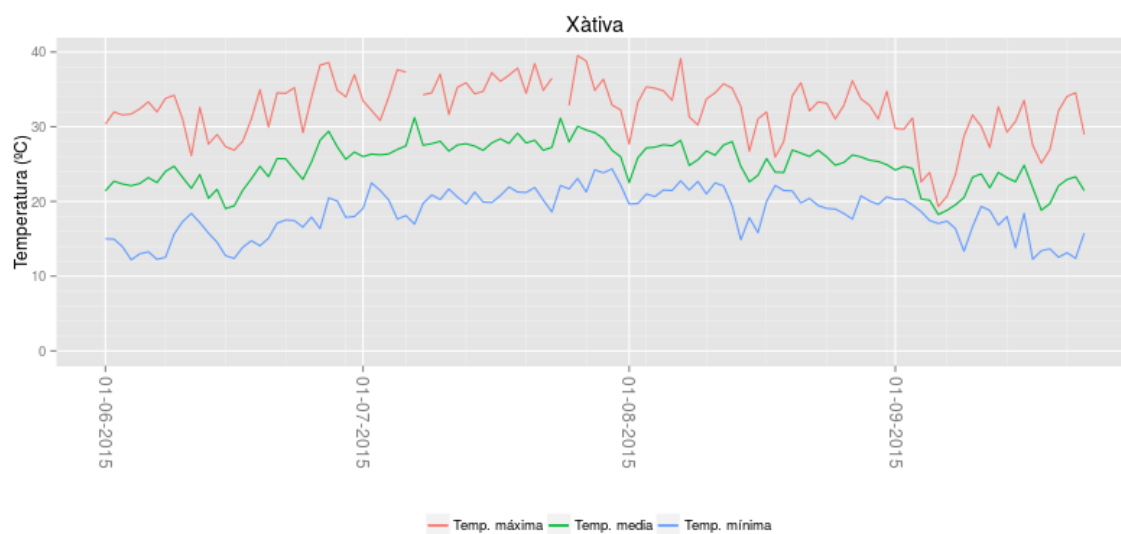


Figura 8: Temperatura media, máxima y mínima registradas en Xàtiva

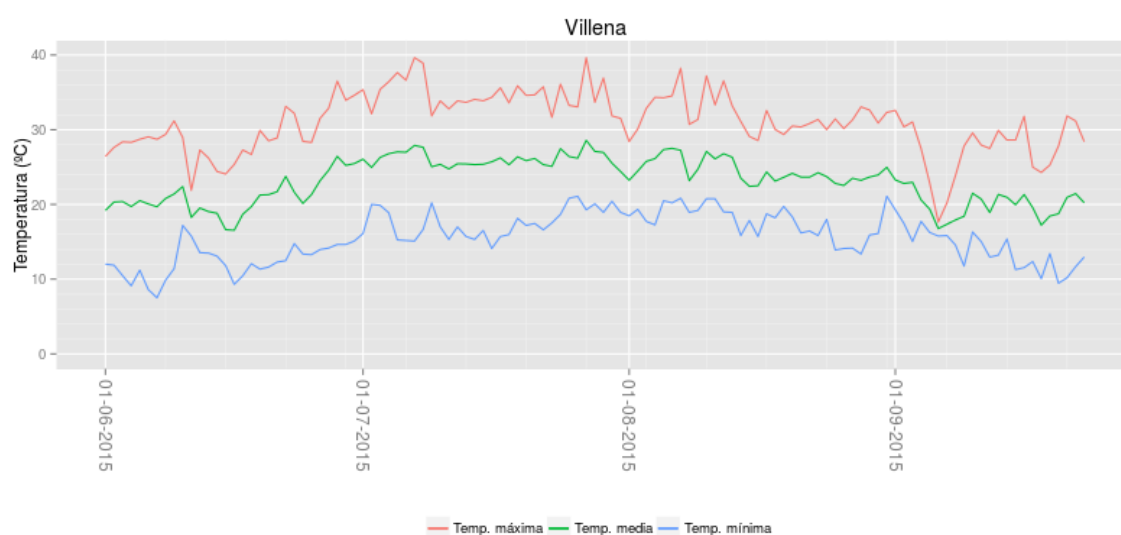


Figura 9: Temperatura media, máxima y mínima registradas en Villena.

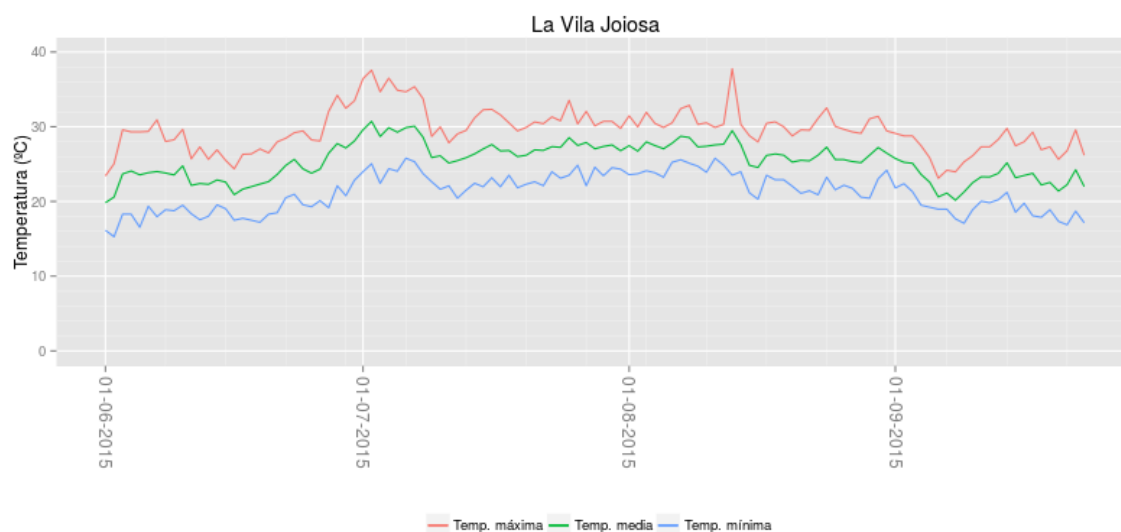


Figura 10: Temperatura media, máxima y mínima registradas en La Vila Joiosa

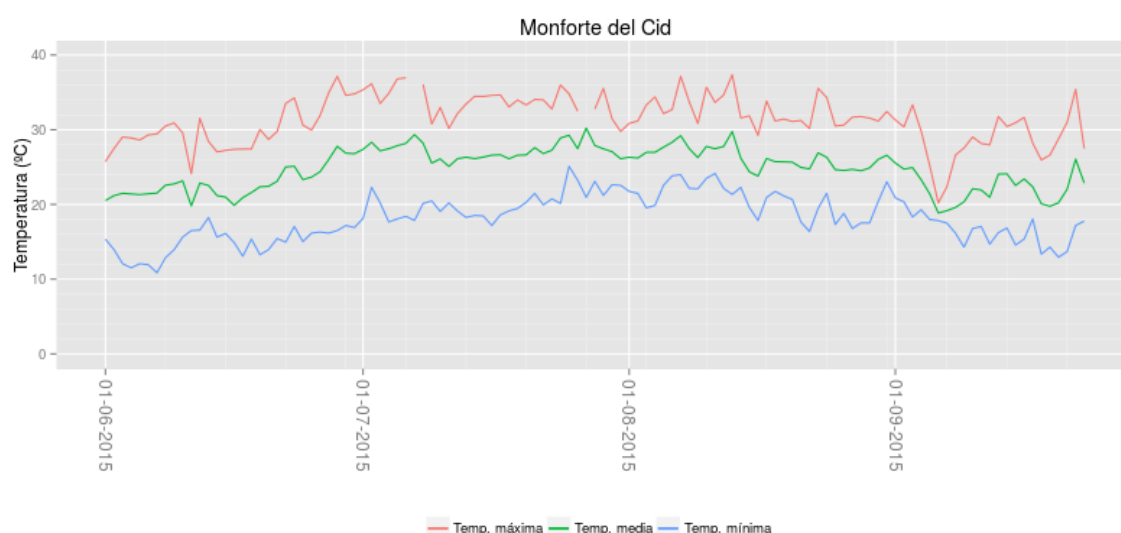


Figura 11: Temperatura media, máxima y mínima registradas en Monforte del Cid

A modo de breve resumen se pueden destacar los siguientes puntos respecto al comportamiento climático del verano de 2015:

- Temperaturas notablemente más cálidas que los promedios climáticos
- Periodo especialmente cálido en el mes de julio con persistencia de temperaturas muy altas
- Picos o episodios de calor extraordinarios en los meses de julio y agosto
- Junio y Julio en valores cálidos o muy cálidos; agosto y septiembre en valores normales de temperatura.

SISTEMA DE VIGILANCIA DE TEMPERATURAS EXTREMAS

El programa de Meteorología y Dinámica de Contaminantes de la Fundación CEAM dispone del modelo de simulación meteorológica RAMS (*Regional Atmospheric Modeling System*). El modelo RAMS está especialmente diseñado para su uso en simulación de fenómenos meteorológicos de escalas regionales y locales. Durante los últimos años, el citado modelo ha sido utilizado para el estudio de los riesgos meteorológicos en la Comunidad Valenciana, centrándose principalmente en las lluvias torrenciales y en el estudio del campo de viento en situaciones meteorológicas propicias al inicio o propagación de los incendios forestales. A estas líneas de trabajo se incorporó en el año 2006 el comportamiento de las temperaturas extremas en el territorio de la Comunidad Valenciana.

En el proceso de estos estudios se ha ido adaptando el modelo RAMS a las características de la región mediterránea y específicamente a la Comunidad Valenciana con la inclusión y mejora de calidad de datos topográficos, de cobertura vegetal, de usos del suelo y de temperatura superficial del mar, procesados o elaborados por el área de Meteorología y Dinámica de Contaminantes de la Fundación CEAM.

ACTIVACIÓN DE ALERTAS DURANTE EL VERANO DE 2015.

Durante la campaña de vigilancia se emitieron 520 alertas de nivel moderado, 132 de nivel alto y 34 de nivel extremo, valores muy superiores a las alertas emitidas en la campaña de 2014. En la tabla 2 se muestra la distribución de las alertas por zonas termoclimáticas, mostrándose gráficamente en la figura 12. Como en anteriores campañas (figura 13), las zonas del sector central de la Comunitat son las que muestran un mayor número de alertas emitidas con la excepción en 2015 de la zona 1 (interior norte de Castellón) que ha sido en esta ocasión la que ha activado algún tipo de alerta en más ocasiones.

Zona	Nivel bajo	Nivel moderado	Nivel alto	Nivel extremo
1	243	64	28	1
2	98	12	1	1
3	107	4	1	
4	105	6	1	
5	75	30	6	1
6	86	23	2	1
7	99	9	3	1
8	105	5	2	
9	95	11	4	2
10	91	14	7	
11	83	24	5	
12	81	25	5	1
13	90	15	5	2

Zona	Nivel bajo	Nivel moderado	Nivel alto	Nivel extremo
14	76	29	7	
15	76	28	7	1
16	67	31	10	4
17	65	30	13	4
18	69	34	7	2
19	88	19	3	2
20	78	25	5	4
21	70	35	7	
22	103	7	2	
23	100	9	3	
24	95	13	2	2
25	107	4		1
26	91	17	3	1
27	94	13	5	
28	99	8	4	1
29	97	9	5	1
30	100	8	3	1

Tabla 2: Alertas activadas por zonas durante la campaña de vigilancia del verano de 2015

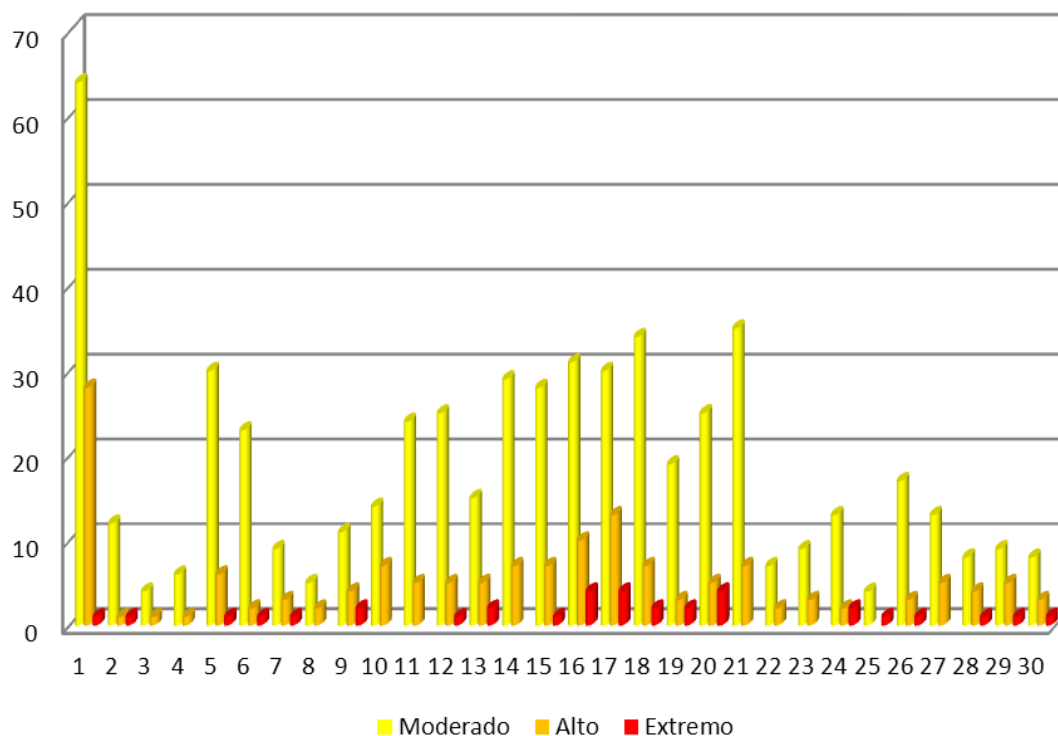


Figura 12: Alertas activadas de los niveles moderado, alto y extremo para las distintas zonas termoclimáticas durante la campaña de vigilancia del verano de 2015

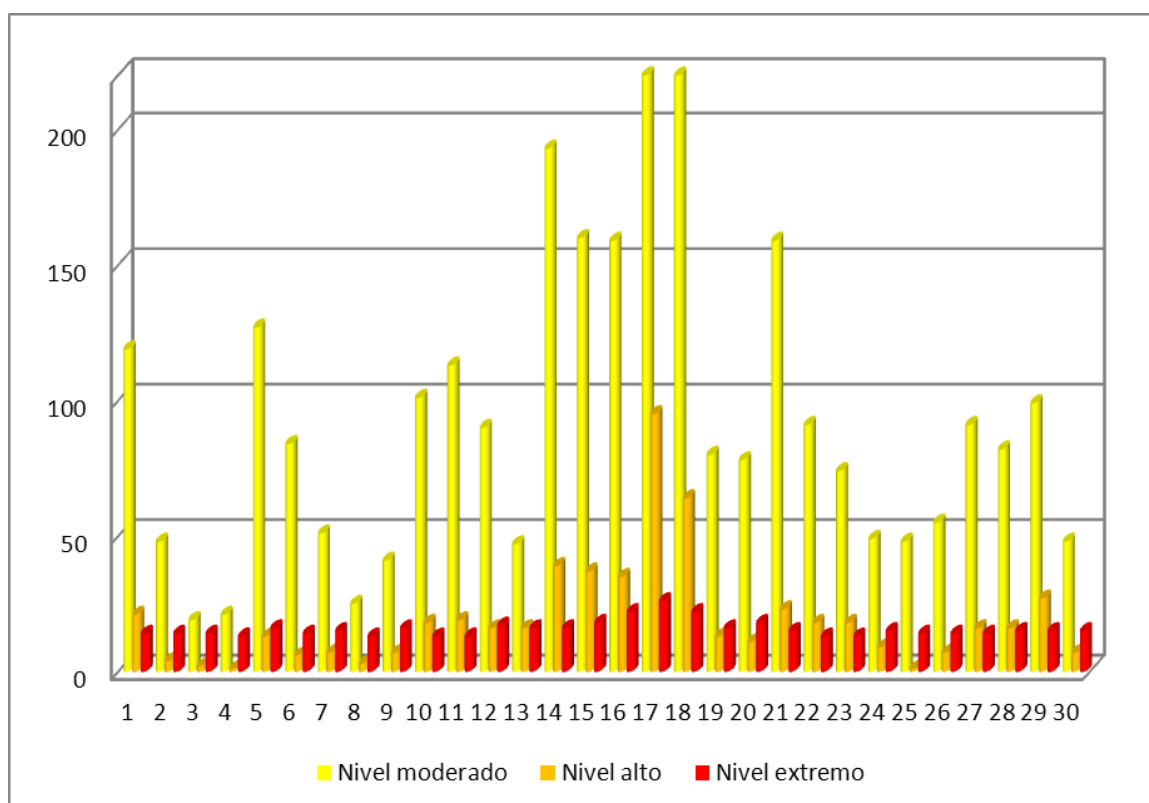


Figura 13: Alertas activadas de los niveles moderado, alto y extremo para las distintas zonas termoclimáticas durante las campañas de vigilancia de 2008 a 2015

VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Durante los meses de Junio a Septiembre de 2015 se ha desarrollado por parte del área de Meteorología y Dinámica de Contaminantes de la Fundación CEAM una previsión de niveles de riesgo por temperaturas (olas de calor) en la Comunidad Valenciana. Una vez finalizada la campaña se ha llevado a cabo, de manera similar a la de años anteriores, un análisis y validación de sus resultados.

El procedimiento utilizado en la validación de los niveles de riesgo ha sido la comparación del nivel de alerta pronosticado por el modelo meteorológico RAMS con el calculado a partir de las observaciones en diferentes estaciones agro-climáticas del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino para las diferentes zonas termo-climáticas de la Comunitat Valenciana, de acuerdo a la definición de ola de calor desarrollada en la implementación del sistema de vigilancia en el año 2006. Dada la gran cantidad de datos que genera la simulación de un modelo de estas características funcionando de manera operativa para el periodo de la campaña de olas de calor, se dispone de una base de datos que almacena diariamente los resultados de temperatura máxima y mínima, así como los niveles de alerta pronosticados por el modelo para los tres días de simulación. Los datos observados han sido obtenidos al finalizar la campaña, a través del SIAR. Estos datos han sido tratados para proceder a la comparación con los datos de previsión

almacenados en la base de datos indicada.

Se ha realizado una comparación de los niveles previstos por el modelo con los niveles correspondientes a las temperaturas medidas en diferentes estaciones que se muestran en la Tabla 3 a continuación. En ésta se presentan los resultados de la validación para las zonas termoclimáticas en las que se dispone de datos observados, para los dos primeros días de simulación del modelo. Para cada estación y cada día de simulación se presentan sucesivamente el porcentaje de acierto del modelo en la previsión de los niveles observados, el porcentaje de situaciones en que el modelo ha sobrestimado el nivel de riesgo respecto a las observaciones y, por último, se muestra el porcentaje de las situaciones en que los niveles proporcionados por el modelo son inferiores a los niveles observados.

Población	Día 1			Día 2		
San Rafael	94	4	2	95	4	2
Benicarló	83	6	11	81	9	10
Cabanes	79	9	12	77	13	11
Onda	87	10	4	82	14	4
Segorbe	86	10	4	78	16	6
Castelló	80	3	17	79	2	19
Vilareal	69	2	29	66	2	32
Benavites	87	13	1	79	21	1
Burriana	85	11	4	77	19	4
Nules	83	9	8	75	17	8
Sagunt	77	11	13	74	16	10
Vall d'Uixò	79	10	12	72	17	11
Requena	75	1	24	75	2	23
Cheste	79	21	1	79	20	2
Chulilla	75	24	1	77	22	1
Godolleta	79	20	1	80	18	2
Llíria	75	24	1	78	21	1
Pedralba	75	23	2	77	21	2
Benifaió	80	13	7	82	13	4
Bétera	77	20	4	74	22	4
Montcada	76	20	4	75	21	4
Polinyà de Xúquer	79	16	4	78	19	4
Algemesí	72	27	1	74	25	1
Bolbaite	64	35	1	62	37	2
Carcaixent	77	11	13	68	16	16
Carlet	63	38	0	63	38	0
Picassent	61	39	0	59	41	0
Vilanova de Castelló	71	26	3	67	28	5
Xàtiva	72	25	3	68	27	5

Población	Día 1			Día 2		
Bèlgida	81	14	4	76	17	7
Llutxent	72	25	3	74	23	3
Montesa	79	17	4	74	18	8
Planes	82	15	3	78	18	4
Catral	84	5	11	84	4	12
Ondara	83	11	6	80	13	7
Villalonga	78	13	9	79	13	8
Dénia	73	22	4	73	22	4
Gandía	78	15	7	74	18	8
Tavernes	73	26	1	77	23	0
Camp de Mirra	75	23	2	73	25	2
Villena	72	25	3	75	24	1
Agost	86	1	13	84	1	15
Callosa d'En Sarrià	67	3	30	69	2	29
Altea	81	2	17	80	2	18
La Vila J	76	11	13	77	13	10
El Pinoso	89	7	4	86	8	6
Crevillent	79	5	15	80	5	14
Elx	89	5	5	87	7	6
Monforte C	87	5	8	84	7	9
Almoradí	84	9	7	87	7	6
Orihuela	84	7	9	84	7	9
P. Horadada	74	4	22	76	4	21

Tabla 3. Resultados (en porcentaje de acierto/sobrestimación/subestimación) de la validación del sistema de alerta de temperaturas extremas durante la campaña Junio-Septiembre de 2015.

Validación campaña 2015						
Año	Día 1			Día 2		
	Acierto	Sobrestim.	Subestim.	Acierto	Sobrestim.	Subestim.
2015	78	15	7	77	16	7

Tabla 4. Porcentaje de acierto global del sistema de alerta de situaciones de temperaturas extremas durante la campaña Junio-Septiembre de 2015 (validación con 52 estaciones).

Como aclaración previa a la valoración de estos datos, cabe destacar que los niveles de riesgo observados por estaciones representan datos puntuales mientras que los niveles de alerta previstos por el modelo RAMS se obtienen como promedio de distintas estaciones en cada zona termoclimática por lo que se tiende a suavizar los comportamientos locales extremos. Como se puede apreciar en los valores mostrados en las tablas 3 y 4 los resultados del modelo presentan porcentajes de acierto superiores al 75% en el 75% de las estaciones consideradas, siendo superior al 80% en el 38% de estaciones. Estos porcentajes corresponden también a la mayor parte de las zonas

termoclimáticas de la Comunidad Valenciana. Durante esta campaña se observan valores muy similares de acierto en el primer y segundo día, siendo muy ligeramente superior para el primer día. Se observa también a partir de la tabla que el porcentaje de días en que el modelo meteorológico subestimó el nivel de riesgo corresponden solamente al 7% tanto en la previsión del primer día como para el segundo por lo que de manera general se desprende que en el 93% de los días se activaron niveles de alerta correctos o superiores a los observados. Estos resultados avalan el adecuado funcionamiento de las previsiones del sistema de vigilancia.

En cuanto a niveles de alerta emitidos, la campaña de 2015 destaca como la que ha presentado un mayor número de alertas en cualquiera de los tres niveles, como se puede apreciar en la figura 14.

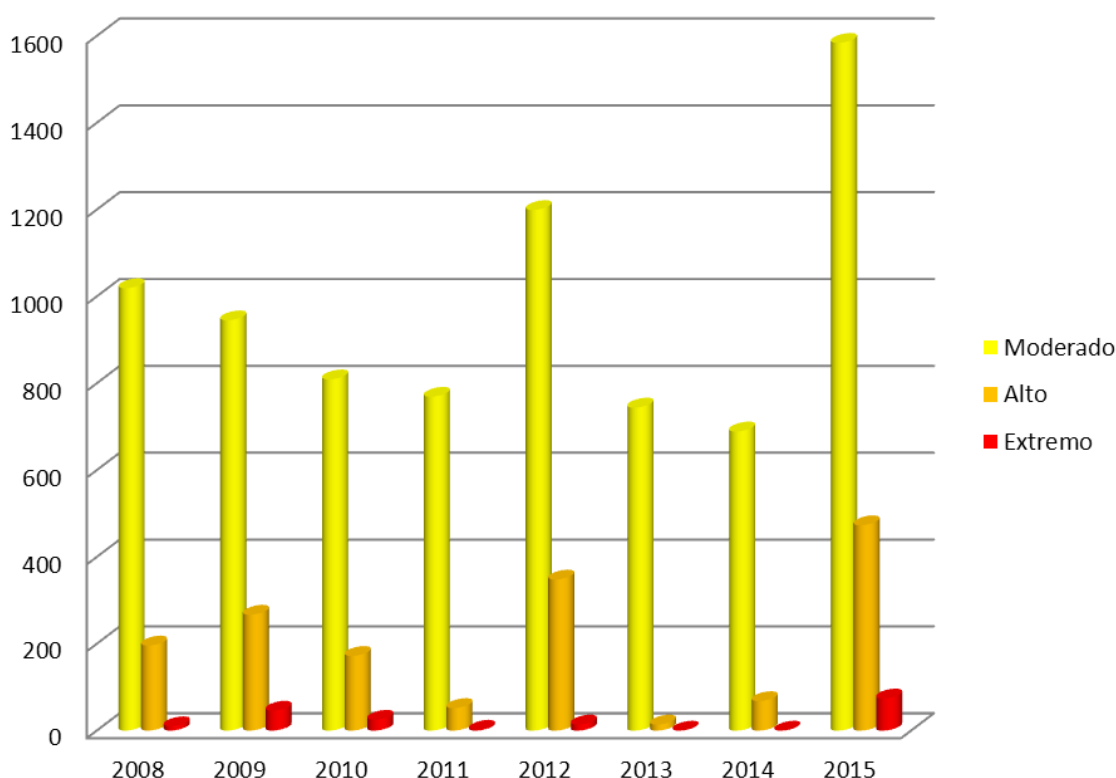


Figura 14: Evolución anual del número de alertas activadas de los niveles moderado, alto y extremo durante las campañas de vigilancia de 2008 a 2015

Como principales conclusiones del funcionamiento del sistema de alertas ambientales de origen meteorológico relevantes para la salud cabe destacar que:

- El sistema presenta un elevado porcentaje de acierto con un valor cercano al 80%
- El porcentaje de acierto es superior al 75% en el 75% de las estaciones validadas
- En el 93% de los casos se activaron niveles de alerta correctos o superiores a los observados.

- Solamente, de manera global, se subestimó el nivel de alerta en un 7% de los casos
- Durante la campaña 2015 se mantuvo el nivel de acierto del sistema respecto al promedio de las campañas en el periodo 2008-2014

El área de Meteorología y Dinámica de Contaminantes de la Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo ha desarrollado, como parte de su línea de investigación en riesgos meteorológicos, un sistema de vigilancia de temperaturas extremas en la Comunitat Valenciana que estuvo operativo durante la campaña de verano de 2015 para alertar de posibles episodios de calor.

Los mapas producto del sistema de vigilancia son resultados de investigación, en ningún caso constituyen un servicio, sistema de alerta o aviso público. La Fundación CEAM no se hace responsable del uso de los resultados de este sistema de vigilancia ni de las consecuencias del mismo. En ningún caso se asumirá responsabilidad legal alguna derivada del uso incorrecto o no autorizado de los resultados de dicha investigación publicados por la Fundación CEAM. Los trabajos de investigación, y sus resultados, del área de Meteorología y Dinámica de Contaminantes, específicamente del sistema de vigilancia de temperaturas extremas, han sido financiados por la Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural de la Generalitat Valenciana.