

V WORKSHOP
INTERVENCIÓN OPERATIVA
EN RIESGOS TECNOLÓGICOS



Madrid, 23 al 25 de enero de 2018

Escuela Nacional de Protección Civil y Emergencias



Dirección General
de Protección Civil
y Emergencias





Ponencia: Boilover

Ponente: Manuel Alonso Herrerías





DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO





DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO

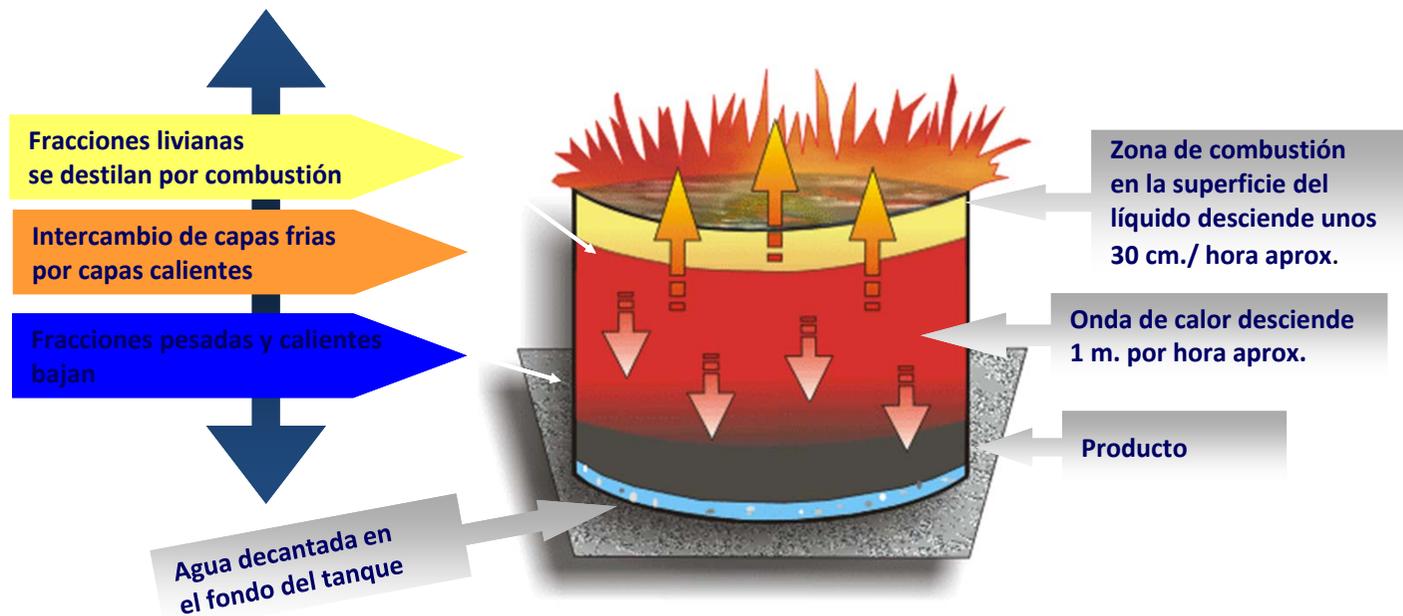




DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO



DESARROLLO



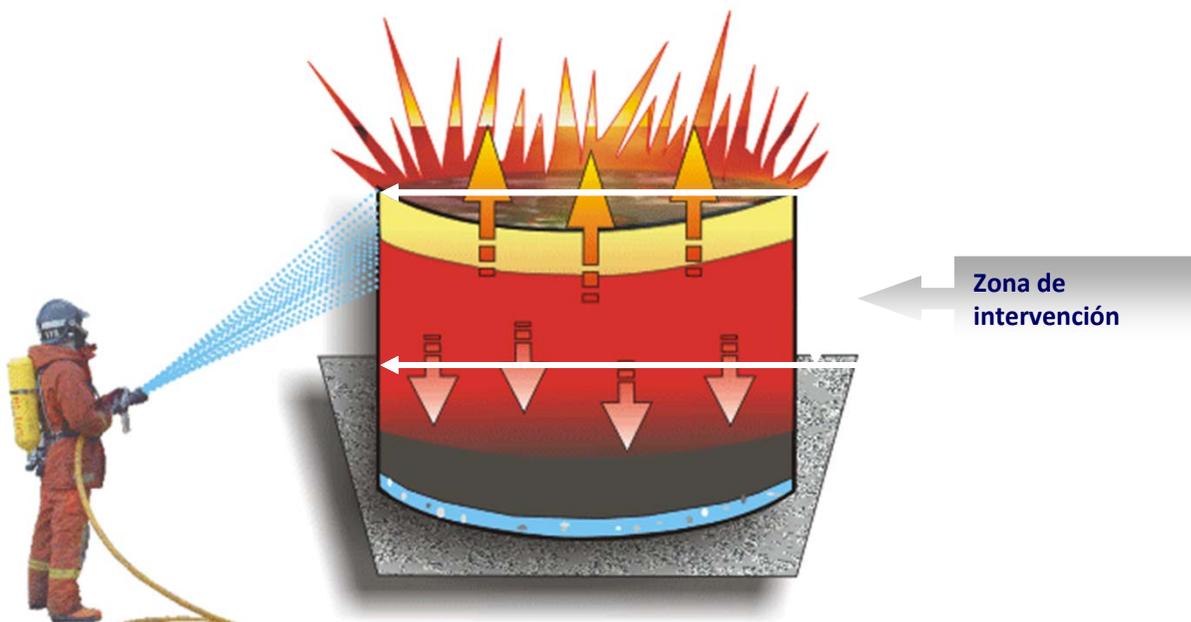


OBJETIVOS

Estudio del mecanismo de transmisión de calor propuesto

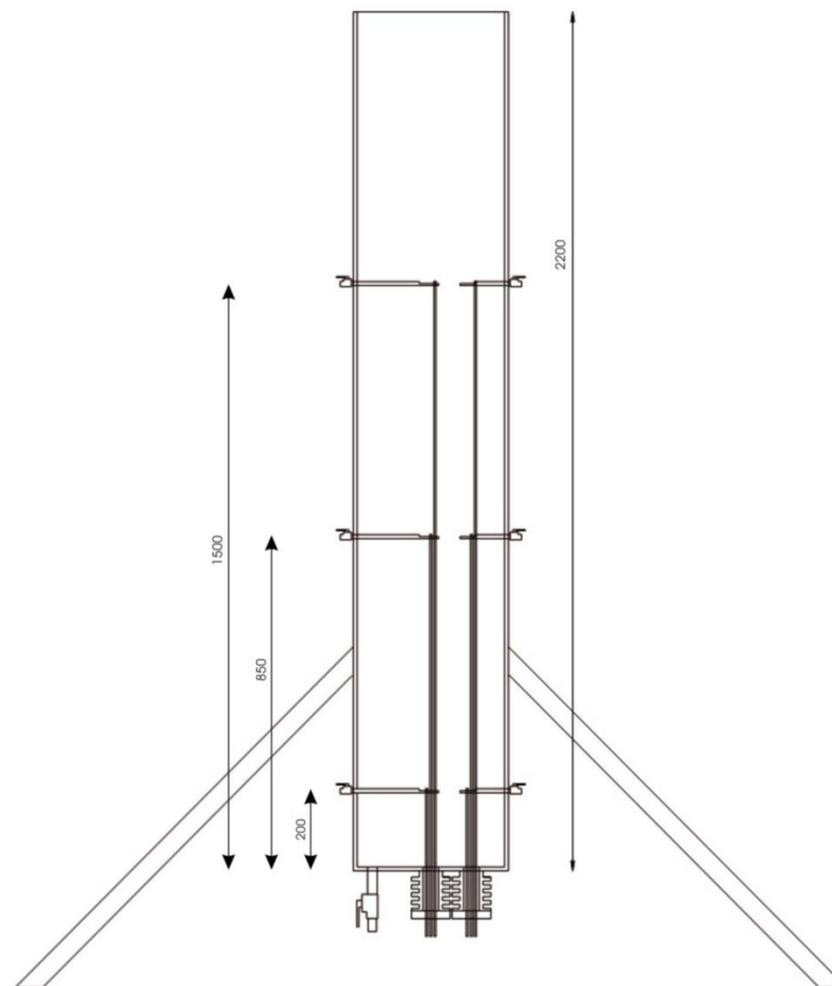
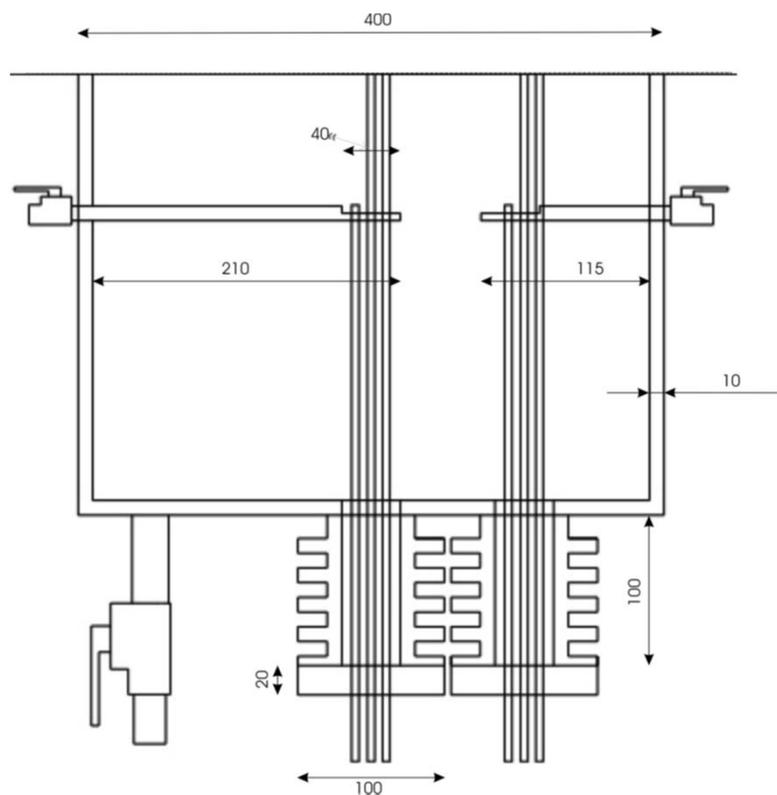
Método de identificación de la “ola caliente”

RIESGOS TECNOLOGICOS

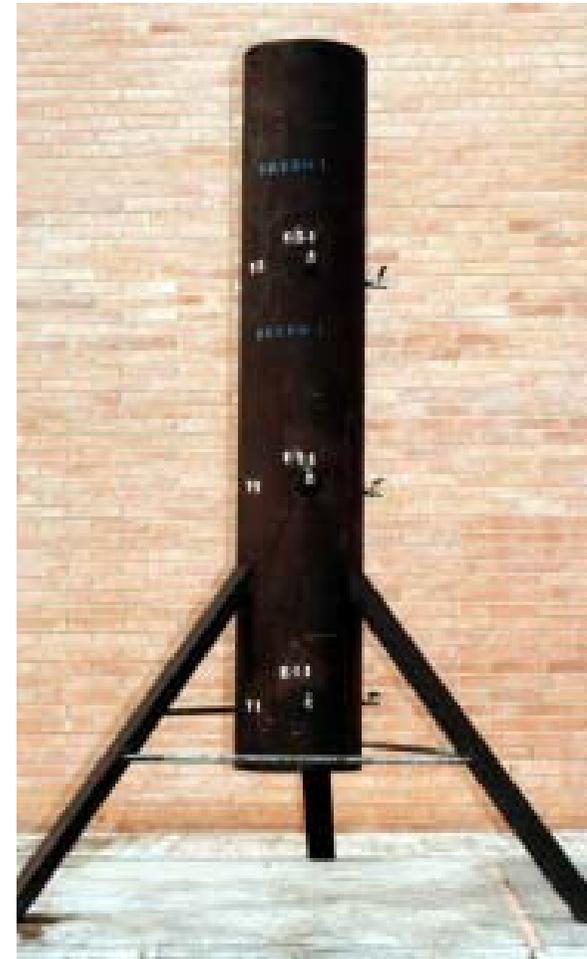




MATERIAL



MATERIAL





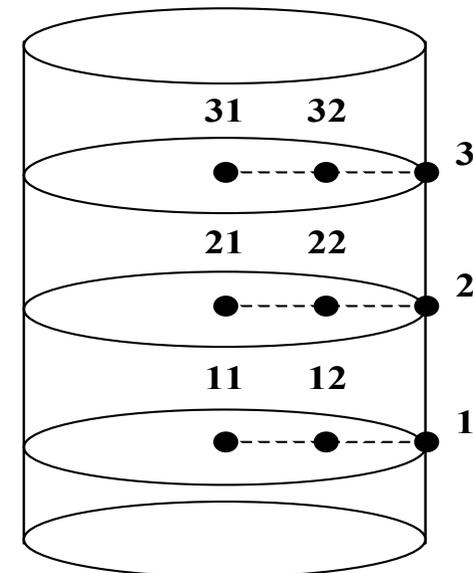
CONCLUSIONES

MECANISMO DE TRANSMISIÓN DEL CALOR:

Conducción a través de las paredes de depósito:
DESCARTADO

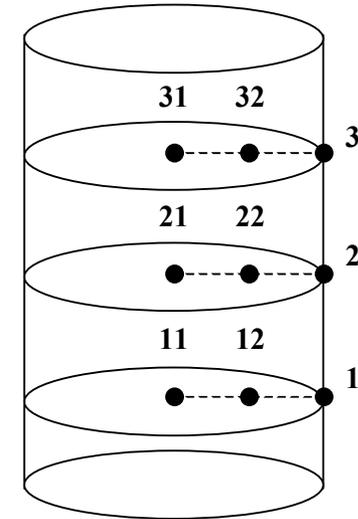
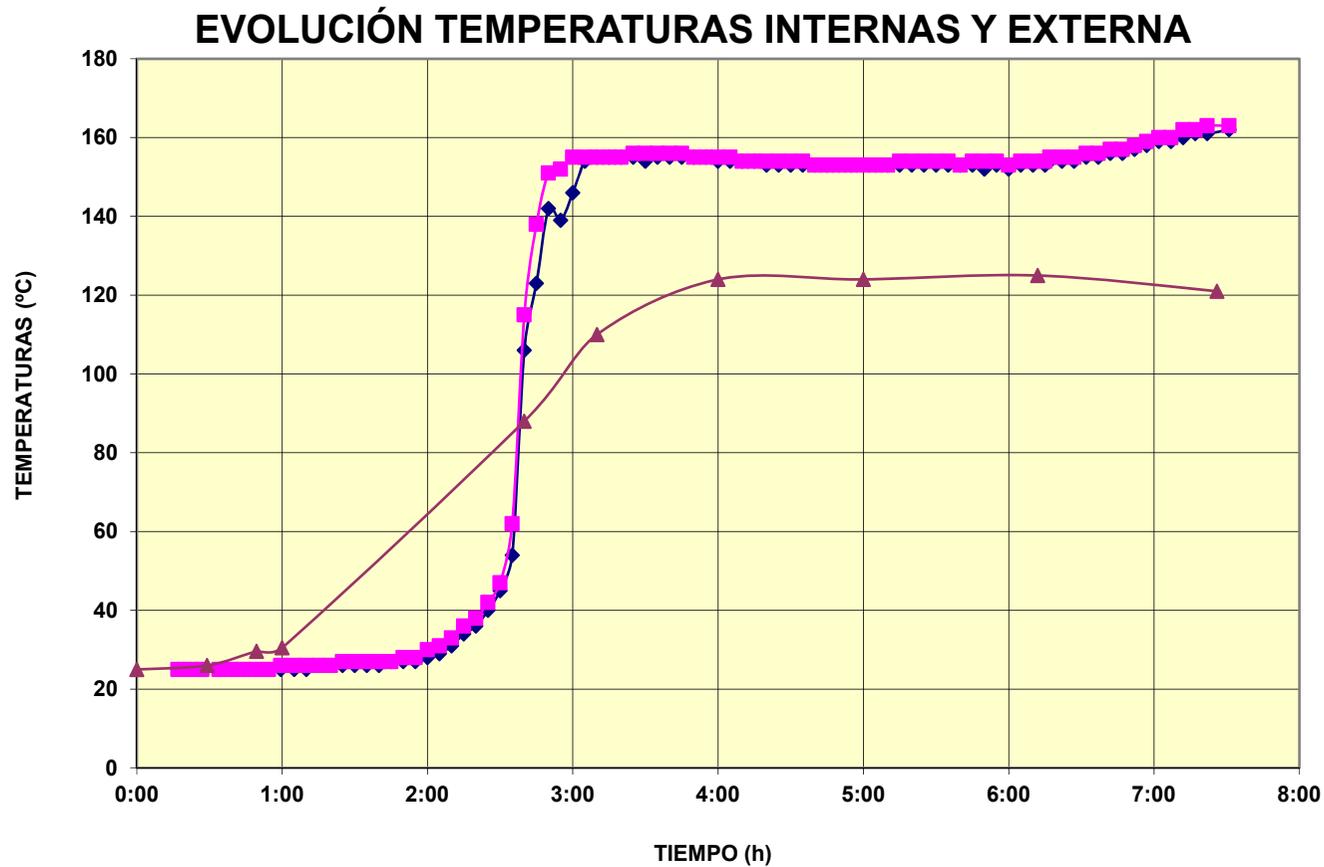
TIEMPO	T31	T32	T3
2:40:00	106	115	85
3:10:00	155	155	110
4:00:00	154	155	124

TABLA 1. Comparación temperaturas internas y externa en el nivel 3.

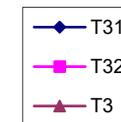




Conducción a través de las paredes de depósito: DESCARTADO



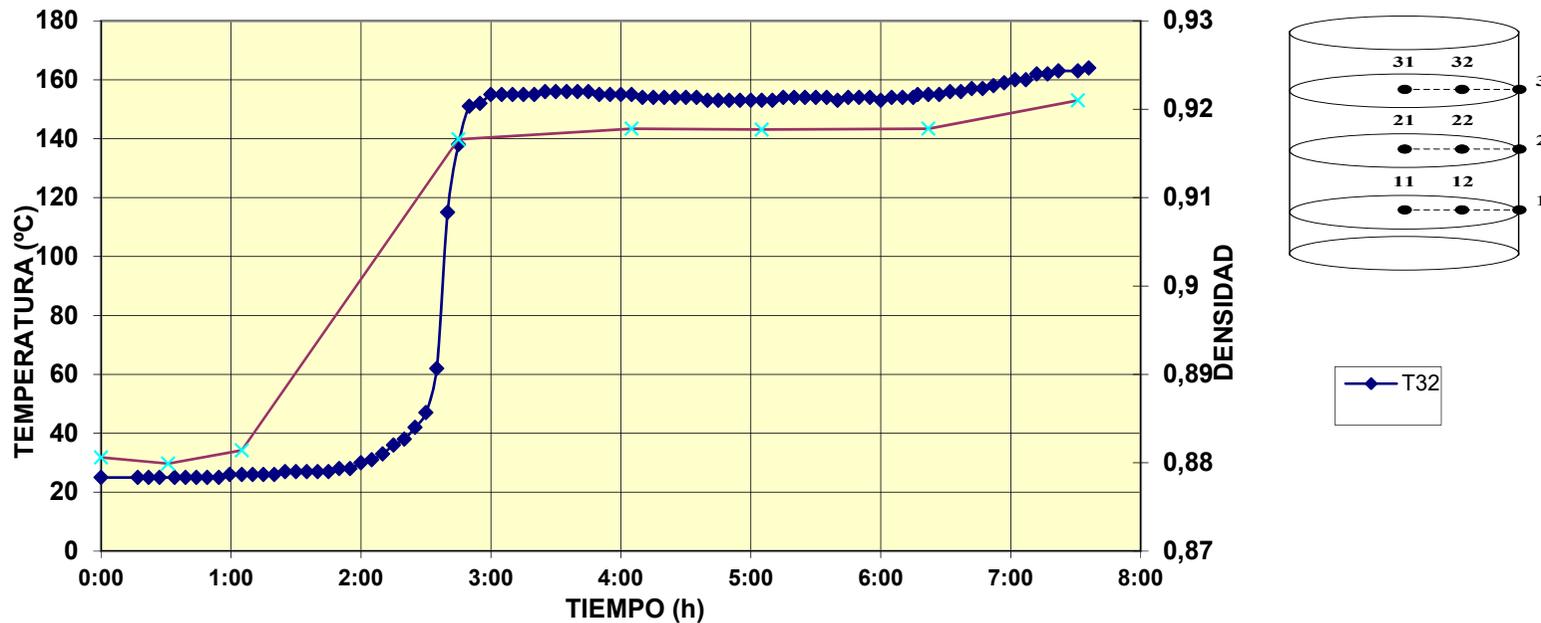
$$q = K.A. \frac{t_1 - t_2}{\Delta x}$$



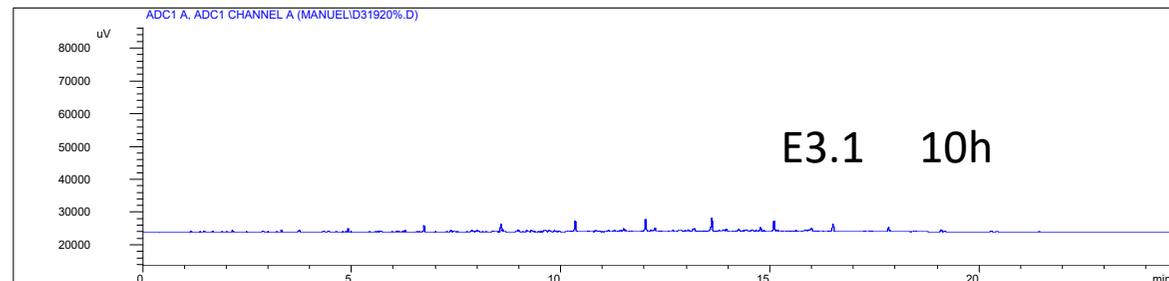
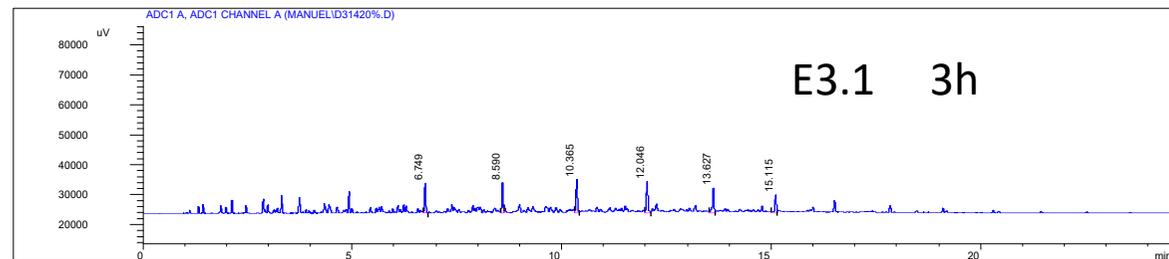
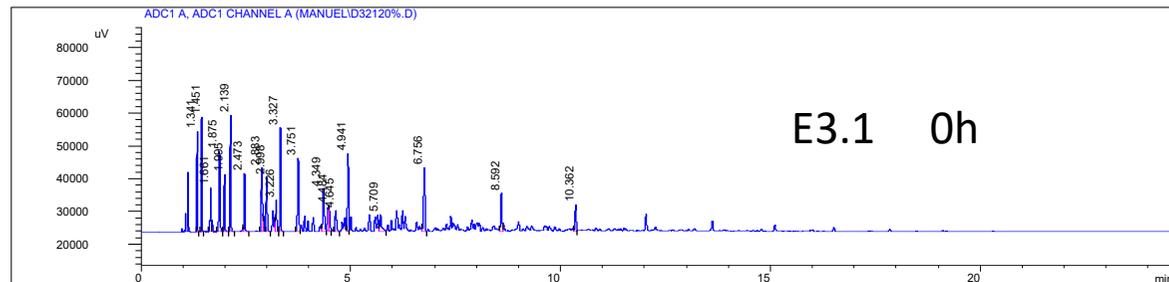


VIABILIDAD DEL MECANISMO DE TRANSMISIÓN DE CALOR PROPUESTO:
1. ¿Coincide aumento brusco de temperatura con aumento de densidad?

EVOLUCIÓN TEMPERATURA DENSIDAD

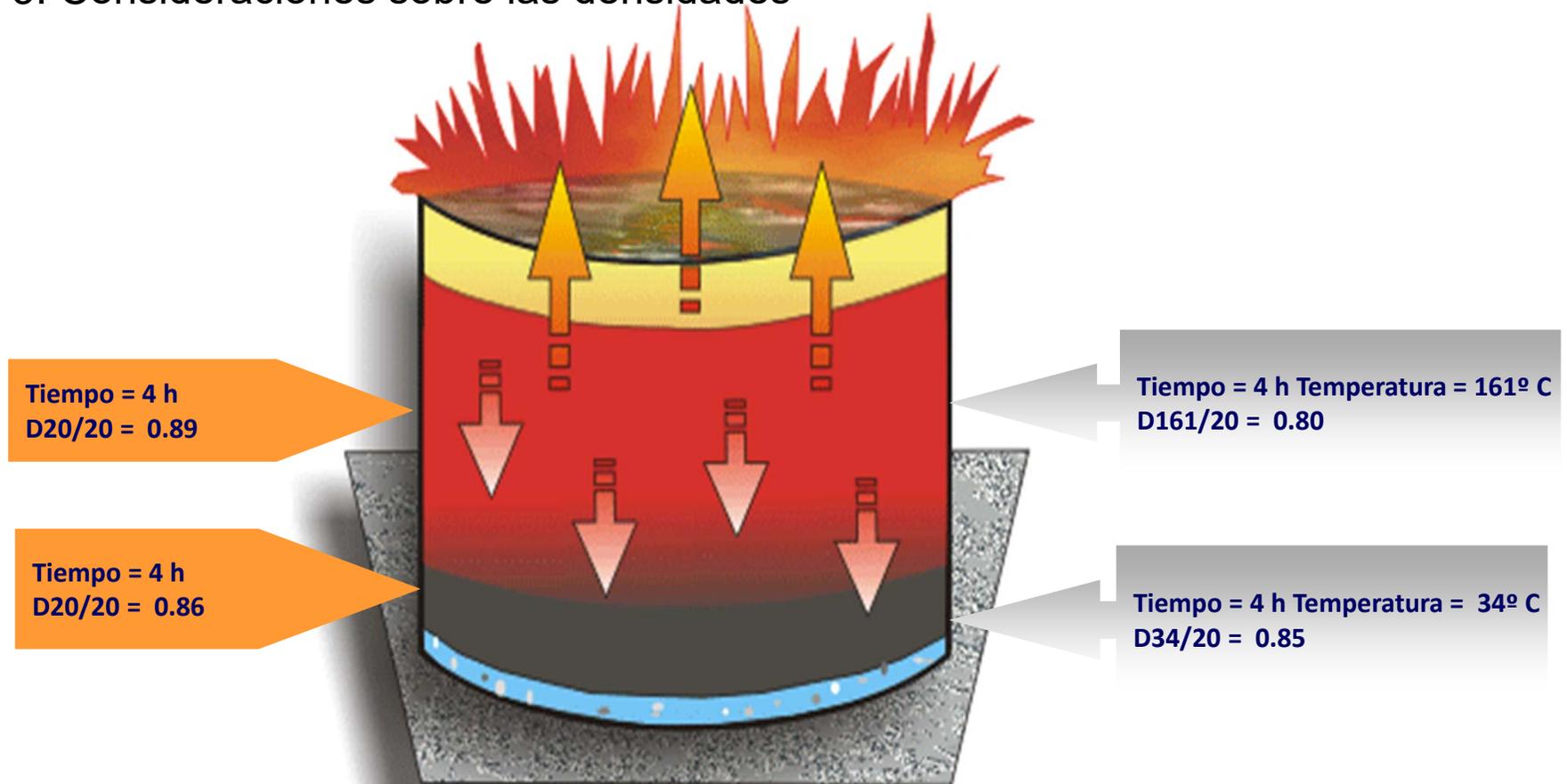


VIABILIDAD DEL MECANISMO DE TRANSMISIÓN DE CALOR PROPUESTO:
2. ¿El aumento de densidad se debe a la combustión de las especies más volátiles?



VIABILIDAD DEL MECANISMO DE TRANSMISIÓN DE CALOR PROPUESTO:

3. Consideraciones sobre las densidades





CONCLUSIONES

VIABILIDAD DEL MECANISMO DE TRANSMISIÓN DE CALOR PROPUESTO:

Incremento brusco de temperatura coincide con aumento de densidad

Aumento de densidad debido a desaparición de especies más ligeras

Las densidades a las temperaturas reales, son compatibles con la propuesta de Hasagawa

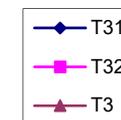
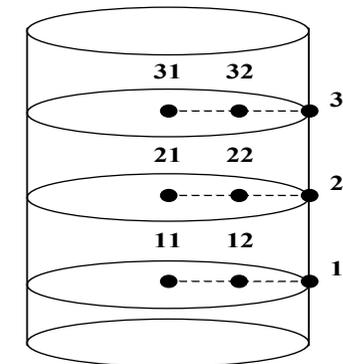
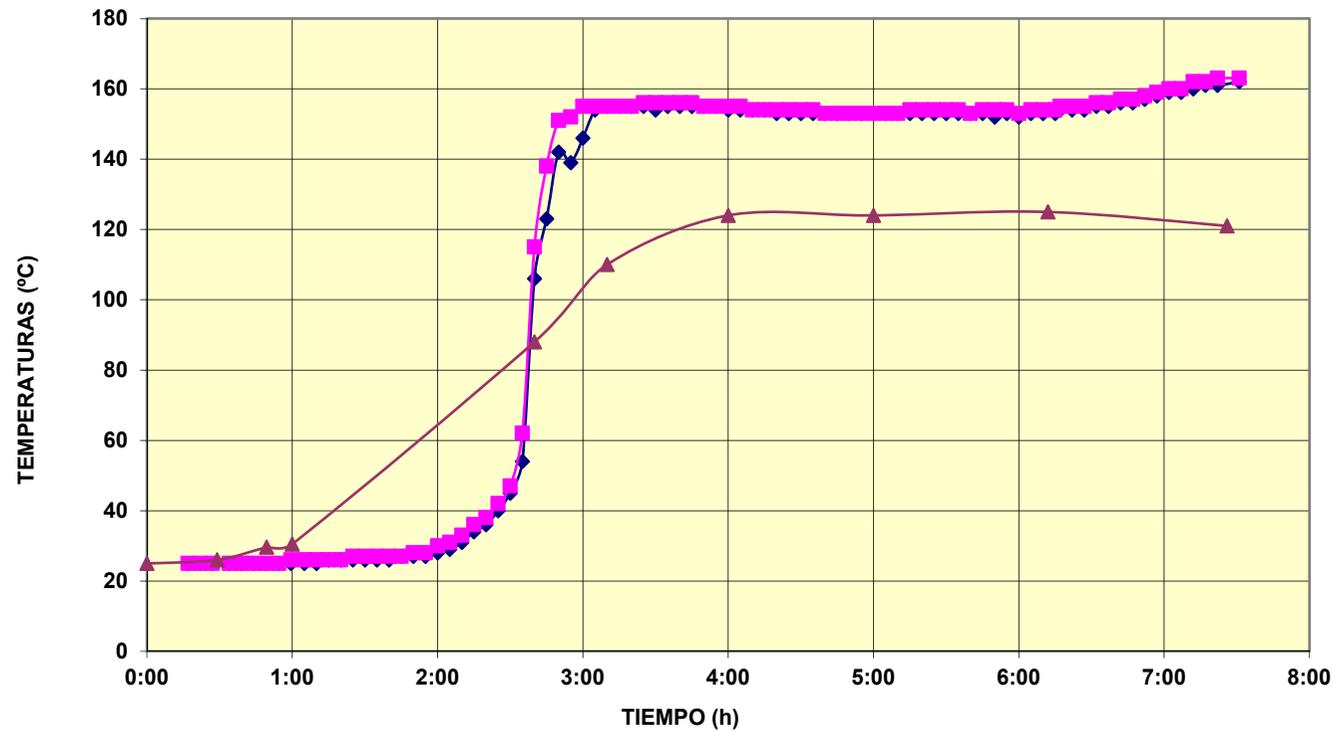
MECANISMO PROPUESTO COMPATIBLE CON DATOS EXPERIMENTALES



CONCLUSIONES

MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN DE LA OLA CALIENTE:

EVOLUCIÓN TEMPERATURAS INTERNAS Y EXTERNA

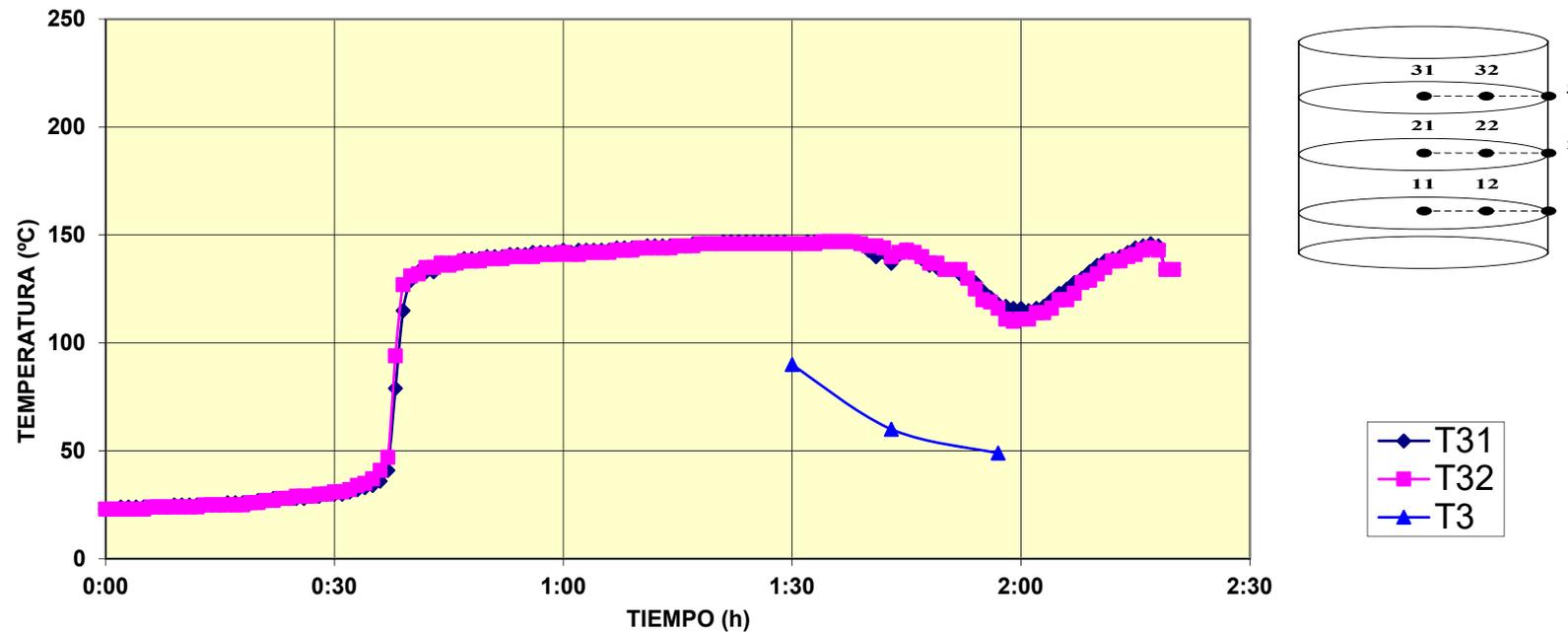




CONCLUSIONES

MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN DE LA OLA CALIENTE:

EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS INTERNAS y EXTERNA





CONCLUSIONES

MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN DE LA OLA CALIENTE:

Falta de estudios científicos donde se aborde específicamente el método de identificación de la ola caliente.

Hasegawa. Uniformidad de la ola caliente en composición, densidad temperatura:

Combustible mezcla gasolina gasoil 20:80

Tanque de diámetro 57 cm

Ola caliente de 9 cm de espesor

Temperatura horizontal con variaciones de 4 °C,

sondas a 10, 100 y 200 mm



CONCLUSIONES

MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN DE LA OLA CALIENTE:

Estudios realizados con tanques de pequeñas dimensiones y/o poco producto

El método se basa en la asunción de una ola caliente no cóncava, plana y paralela al suelo con temperatura horizontal constante

¿Se pueden extrapolar las conclusiones obtenidas en tanques de pequeña dimensión?

¿Qué ocurriría si la ola caliente tuviese una concavidad relativamente pronunciada?

¿Existe alternativa para determinar el tiempo en el que se puede dar un boilover?



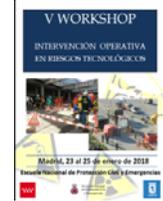
CONSIDERACIONES TÁCTICAS

Posibilidad de boilover si:

Incendio de un tanque o recipiente sin techo, con posible presencia de agua en el fondo o a distintos niveles

Arde un líquido multicomponente con amplio rango de temperaturas de ebullición que se extienden, al menos 60°C por encima de la temperatura de ebullición del agua en la interfase combustible agua (ej. crudo de petróleo)

La viscosidad del líquido inflamable es suficientemente elevada para dificultar la salida del vapor. La viscosidad cinemática debe ser al menos superior a la del keroseno (1 – 1.9 ctStoke a 38° C).



CONSIDERACIONES TÁCTICAS

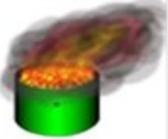
Si posibilidad de boilover:

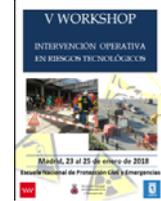
¡Extinción rápida!





CONSIDERACIONES TÁCTICAS

		Incendio de tanque de diámetro superior a 45 m (Superficie > 1590 m ²)															
Tiempo de lucha (min)		90 minutos															
Diámetro del tanque		50 m				60 m				70 m				80 m			
Superficie ardiendo (m ²)		1963 m ²				2826 m ²				3847 m ²				5024 m ²			
Tipo de producto		No miscible al agua (hidrocarburo)		Miscible al agua		No miscible al agua (hidrocarburo)		Miscible al agua		No miscible al agua (hidrocarburo)		Miscible al agua		No miscible al agua (hidrocarburo)		Miscible al agua	
Tasa de aplicación (l/min/m ²)		8	10	15	20	8	10	15	20	8	10	15	20	8	10	15	20
Caudal solución espumante (l/min)		15704	19630	29445	39260	22608	28260	42390	56520	30776	38470	57705	76940	40192	50240	75360	100480
N° monitores Caudal: 2000 l/min		8	10	15	20	12	15	22	29	16	19	29	38	21	26	38	51
N° Bombas 2000 l/min - 15 bar		8	10	15	20	12	15	22	29	16	19	29	38	21	26	38	51
Volumen espumado en m ³ si su CC es de	1%	14,1	17,6			20,3	25,4			27,7	34,6			36,1	45,2		
	3%	42,4	53	79,5	106	61	76,3	114,5	152,6	83,1	103,9	155,8	207,7	108,5	135,6	203,5	271,3
	6%	84,8	106	159	212	122,1	152,6	228,9	305,2	166,2	207,7	311,6	415,5	217	271,3	406,9	542,6
Agua	Volumen total (m ³)	1413,3	1766,6	2649,9	3533,3	2037,4	2543,3	3814,9	5086,6	2769,8	3462,2	5193,1	6924,4	3617,2	4521,5	6782	9042,9
	Caudal (m ³ /H)	942	1178	1767	2356	1356	1696	2543	3391	1847	2308	3462	4616	2412	3017	4522	6029



CONSIDERACIONES TÁCTICAS

Atención calor irradiado: Altura de llama entre 1.5 y 3 veces el diámetro

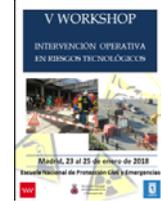
Establecer zona caliente mínima de 5 x diámetro



CONSIDERACIONES TÁCTICAS

Determinar altura ola caliente:

- Conocer el grado de llenado al inicio del incendio
- Conocer el tiempo transcurrido desde el inicio del incendio
- Aplicar una velocidad de descenso de 2.5 m/h
- Si el tiempo se agota, abandonar zona caliente



CONSIDERACIONES TÁCTICAS

La refrigeración de las paredes del tanque no evita el boilover

No reducir la zona caliente después de haberse producido un boilover. Puede repetirse más de una vez en un mismo tanque

