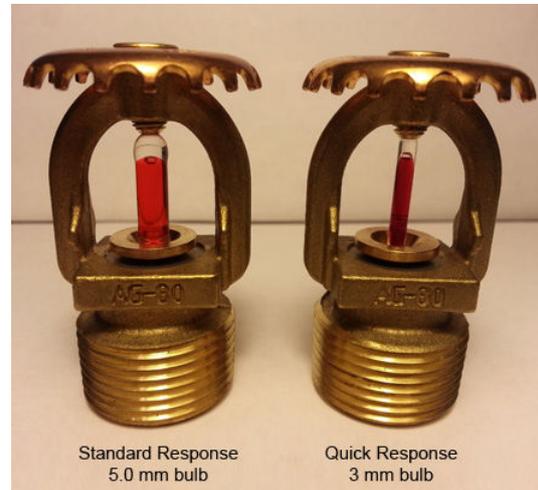


### ¿Por qué son los rociadores de respuesta rápida necesarios en los riesgos leves?

Los Rociadores de respuesta rápida se consideran necesarios debido a sus beneficios de seguridad a la vida. La evidencia indica claramente que el uso de rociadores de respuesta rápida en lugar de los de respuesta estándar, reduce el daño y tamaño del incendio. La mayor parte de los sistemas instalados en ocupaciones de riesgo leve, tales como hospitales, hoteles y apartamentos, se instalan con fines de seguridad a la vida. Sin embargo, incluso en aquellas ocupaciones donde la seguridad a la vida no es la razón principal para la instalación de los sistemas de rociadores, como en oficinas y restaurantes, los rociadores de respuesta rápida todavía se consideran importantes, porque limitan el daño de fuego y la posibilidad de lesiones o la muerte de los ocupantes y

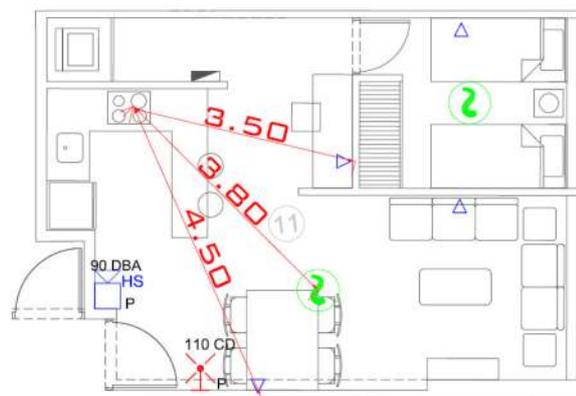


los bomberos. Dado el nivel actual de conocimiento en cuanto al funcionamiento de los rociadores de respuesta rápida, el uso de rociadores de tecnología respuesta estándar en lugar de la tecnología de respuesta rápida en ocupaciones de riesgo leve no se considera apropiado.

En algunas ocupaciones que son tradicionalmente consideradas de riesgo leve, los diseños de riesgo ordinario se utilizan a veces debido a la incertidumbre sobre la carga de fuego de la ocupación. Los Edificios de oficinas son un ejemplo de este tipo de ocupación. En estos casos, se deben utilizar rociadores de respuesta rápida, a pesar de diseñarlos con una densidad más alta (riesgo ordinario).

El numeral 8.3.3 de la norma NFPA 13-2016 indica que los rociadores en ocupaciones de riesgo leve deben ser de respuesta rápida, salvo que un sistema existente equipado con rociadores de respuesta estándar sufra modificaciones o adiciones, las cuales se deben hacer con el mismo tipo de rociador instalado. Esta excepción se permite en la norma, porque la mezcla de rociadores de respuesta rápida con rociadores de respuesta estándar en una ocupación, puede causar que más rociadores de los necesarios operen o se cambie el orden en el que los rociadores funcionan - es decir, los rociadores más lejos del fuego podrían operar primero. En tal caso, el rociador alejado del fuego proporcionaría cierto enfriamiento al techo pero permitiría que el fuego crezca más de lo que sería si los rociadores más cercanos al fuego operan primero. Por lo tanto no se pueden combinar rociadores de una respuesta distinta en un mismo compartimento.

Imaginemos que tenemos un incendio producido en la cocina de un departamento como se muestra en la figura. La zona cuenta con dos rociadores de pared de rociado estándar de temperatura de activación de 68°C, ubicados a 3.50 m y 4.50 m respectivamente, la altura del techo es 2.40 m y la temperatura



ambiente previa al inicio del incendio es 20°C. Asumamos que la velocidad de crecimiento del calor producido por el fuego es lenta, esto se conoce como la Tasa de Liberación de Calor. Una tasa de liberación de calor lenta es una situación típica de la mayoría de riesgos leves.

Para calcular el índice de tiempo de respuesta del rociador, usaremos la hoja técnica de uno de los fabricantes más reconocidos de bulbos de vidrio para rociadores (Marca JOB). Según esta hoja técnica un bulbo de vidrio de respuesta estándar (modelo G5) tiene un Índice de Tiempo de Respuesta (RTI) de 90 (m/s)<sup>0.5</sup> y un bulbo de vidrio de respuesta rápida (modelo F3) tiene un Índice de Tiempo de Respuesta (RTI) de 32 (m/s)<sup>0.5</sup>.

### Bulbos De Vidrio Especificaciones de la Sensibilidad Térmica de los Rociadores

Response	Type	Length [mm]	RTI*		Strength			Temperature							Type comp. Listed**
			Response Time Index [ms] <sup>1/2</sup>	[fts] <sup>1/2</sup>	Average Crush Load kN	lbs	Lower Tolerance Limit kN	lbs	Additional temperatures available						
								57°C 135°F orange	68°C 155°F red	79°C 175°F yellow	93°C 200°F green	141°C 286°F blue	182°C 360°F mauve	260°C 500°F black	
Standard	<b>G5</b>	16 / 20	90		163	4.0	880	2.5	550						UL, LPCB, VdS
	<b>G5-XS</b>	16 / 20	90		163	5.5	1210	4.0	880						UL
Inter mediate	<b>F5</b>	16 / 20	68		123	4.0	880	2.5	550						TFRI
	<b>F4</b>	16 / 20	58		105	4.0	880	2.5	550						UL
Fast	<b>F3-SP</b>	20	32		58	4.1	900	2.3	500						UL, LPCB
	<b>F3</b>	16 / 20	32		58	3.5	770	2.0	440						UL, LPCB, TFRI
	<b>F3-XS</b>	16 / 20	32		58	4.5	990	3.0	660						UL
Super	<b>F3-F</b>	16 / 20	24		43	4.1	900	2.3	500						UL
Fast	<b>F2.5</b>	16 / 20	24		43	2.5	550	1.25	275						UL, TFRI
	<b>F2.5-XS</b>	16	24		43	4.0	880	2.1	460						UL, TFRI
	<b>F2</b>	16	19		34	2.0	440	1.0	220						UL, TFRI
Ultra	<b>F1.5</b>	16	14		25	1.0	220	0.5	110						UL, TFRI

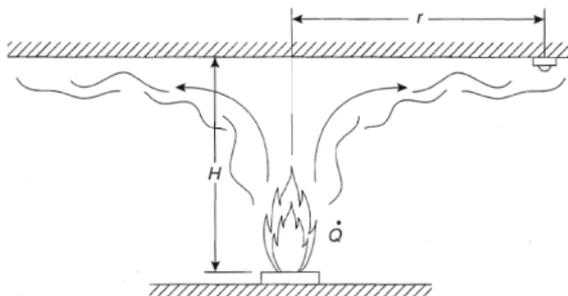
More details and other temperature ranges are available on request

\*Tested in a test fixture: c=0,5 (m/s)<sup>1/2</sup>

\*\*detailed information on listed temperature ranges on request

Nótese que el rociador instalado a 4.50 m está fuera del alcance del foco del incendio, esto quiere decir que si se abriera primero este rociador, su efecto enfriador causaría dos fenómenos contraproducentes para la extinción del incendio: (1) El rociador no alcanzaría extinguir el fuego, (2) no permitiría que el rociador más cercano al fuego se abra, debido al efecto enfriador que provocaría en el ambiente.

Para dimensionar el tiempo de apertura de los rociadores, usaremos las correlaciones de Alperth (Alperth Ceiling Correlations), que es un método que combina la física con datos experimentales con el fin de determinar algunos aspectos del comportamiento del fuego, como la temperatura en el centro de la pluma del fuego, la temperatura a la cual el elemento sensible del rociador llega a su temperatura de destrucción, la tasa de liberación de calor del fuego en función del tiempo y la velocidad del gas caliente. Estos valores se calculan en función de la distancia entre la base del fuego y el techo (H), la distancia radial desde el centro de la pluma del fuego hasta el deflector del rociador (r),



el índice de tiempo de respuesta del elemento termo sensible (en este caso el bulbo del rociador) y el tamaño del crecimiento del fuego o tasa de liberación de calor en función del tiempo (Q), la cual puede ser de tipo Lenta, Mediana, Rápida o Ultra Rápida. Estas tasas se miden en función del tiempo que toma al fuego en alcanzar una tasa de liberación de calor de 1055 kW. Un fuego con tasa de crecimiento Lenta tarda 600 segundos, una de crecimiento Mediana 300 segundos, una de crecimiento Rápida 150 segundos y una de crecimiento Ultra Rápida 75 segundos. Las correlaciones quedan entonces definidas en dos opciones, como se muestra en las siguientes formulas, dependiendo de la relación que exista entre la distancia radial (r) y la distancia vertical (H).

$$T_{\max} - T_{\infty} = \frac{16.9\dot{Q}^{2/3}}{H^{5/3}}$$

$$r/H < 0.18$$

$$T_{\max} - T_{\infty} = \frac{5.38(\dot{Q}/r)^{2/3}}{H}$$

$$r/H > 0.18$$

Donde:

T <sub>max</sub>	=	Temperatura Máxima en el Techo (°C)
T <sub>∞</sub>	=	Temperatura ambiente previa al inicio del incendio (°C)
Q	=	Tasa de Liberación de Calor (kW)
H	=	Altura Libre desde la base del fuego hasta el Techo (m)
r	=	Distancia Radial desde el centro del fuego hasta el deflector del rociador (m)

Aplicando los datos considerados para nuestro caso particular, ahora calcularemos los tiempos de apertura bajo las siguientes hipótesis:

1. Cálculo del tiempo de apertura de un rociador ubicado a 3.50 metros asumiendo que es de respuesta rápida.
2. Cálculo del tiempo de apertura de un rociador ubicado a 3.50 metros asumiendo que es de respuesta estándar.
3. Cálculo del tiempo de apertura de un rociador ubicado a 4.50 metros asumiendo que es de respuesta rápida.
4. Cálculo del tiempo de apertura de un rociador ubicado a 4.50 metros asumiendo que es de respuesta estándar.

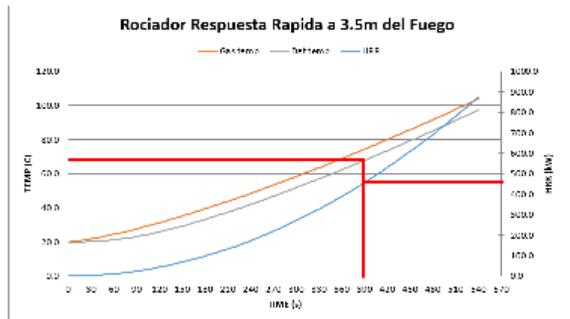
Los resultados se muestran a continuación:

Rociador Respuesta Rápida a 3.5m del Fuego

INPUT PARAMETERS			CALC. PARAMETERS		
Ceiling height (H)	2.4	m	R/H	1.458	
Radial distance (R)	3.50	m	$dT(cj)/dT(pl)$	0.233	
Ambient temperature (To)	20	C	$u(cj)/u(pl)$	0.146	
Actuation temperature (Td)	68.00	C	Rep. t2 coeff.	k	
Response time index (RTI)	32.00	(m-s) <sup>1/2</sup>	Slow	0.003	
Fire growth power (n)	2	-	Medium	0.012	
Fire growth coefficient (k)	0.003	kW/s <sup>n</sup>	Fast	0.047	
Time step (dt)	4	s	Ultrafast	0.400	
Activation Time	392	s			
HRR at Activation Time	461.0	kW			

Rociador Respuesta Estandar a 3.5m del Fuego

INPUT PARAMETERS			CALC. PARAMETERS		
Ceiling height (H)	2.4	m	R/H	1.458	
Radial distance (R)	3.50	m	$dT(cj)/dT(pl)$	0.233	
Ambient temperature (To)	20	C	$u(cj)/u(pl)$	0.146	
Actuation temperature (Td)	68.00	C	Rep. t2 coeff.	k	
Response time index (RTI)	90.00	(m-s) <sup>1/2</sup>	Slow	0.003	
Fire growth power (n)	2	-	Medium	0.012	
Fire growth coefficient (k)	0.003	kW/s <sup>n</sup>	Fast	0.047	
Time step (dt)	4	s	Ultrafast	0.400	
Activation Time	452	s			
HRR at Activation Time	612.9	kW			

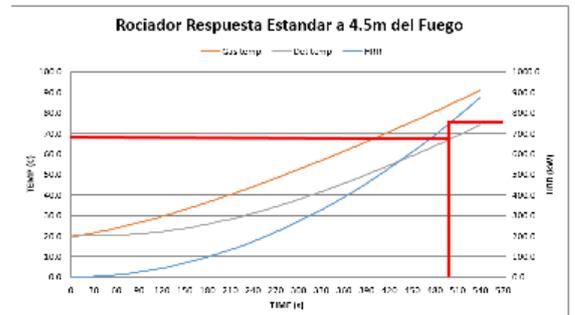
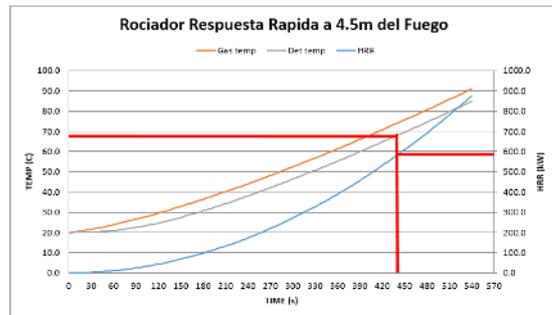


Rociador Respuesta Rápida a 4.5m del Fuego

INPUT PARAMETERS			CALC. PARAMETERS		
Ceiling height (H)	2.4	m	R/H	1.875	
Radial distance (R)	4.50	m	$dT(cj)/dT(pl)$	0.197	
Ambient temperature (To)	20	C	$u(cj)/u(pl)$	0.118	
Actuation temperature (Td)	68.00	C	Rep. t2 coeff.	k	
Response time index (RTI)	32.00	(m-s) <sup>1/2</sup>	Slow	0.003	
Fire growth power (n)	2	-	Medium	0.012	
Fire growth coefficient (k)	0.003	kW/s <sup>n</sup>	Fast	0.047	
Time step (dt)	4	s	Ultrafast	0.400	
Activation Time	444	s			
HRR at Activation Time	591.4	kW			

Rociador Respuesta Estandar a 4.5m del Fuego

INPUT PARAMETERS			CALC. PARAMETERS		
Ceiling height (H)	2.4	m	R/H	1.875	
Radial distance (R)	4.50	m	$dT(cj)/dT(pl)$	0.197	
Ambient temperature (To)	20	C	$u(cj)/u(pl)$	0.118	
Actuation temperature (Td)	68.00	C	Rep. t2 coeff.	k	
Response time index (RTI)	90.00	(m-s) <sup>1/2</sup>	Slow	0.003	
Fire growth power (n)	2	-	Medium	0.012	
Fire growth coefficient (k)	0.003	kW/s <sup>n</sup>	Fast	0.047	
Time step (dt)	4	s	Ultrafast	0.400	
Activation Time	508	s			
HRR at Activation Time	774.2	kW			



## Conclusiones:

1. Un rociador de respuesta rápida ubicado a 3.5 metros del fuego se abre 60 segundos antes que un rociador de respuesta estándar en la misma ubicación.
2. Un rociador de respuesta rápida ubicado a 4.5 metros del fuego se abre 64 segundos antes que un rociador de respuesta estándar en la misma ubicación.
3. Un rociador de respuesta rápida ubicado a 4.5 metros del fuego se abre 8 segundos antes que un rociador de respuesta estándar ubicado a 3.5 metros del fuego.
4. La tasa de liberación de calor al momento de la apertura de un rociador de respuesta rápida ubicado a 3.5 metros del fuego es de 461 kW, si este rociador se cambia por uno de respuesta estándar, la tasa de liberación de calor se incrementa a 612.9 kW.

5. La tasa de liberación de calor al momento de la apertura de un rociador de respuesta rápida ubicado a 4.5 metros del fuego es de 591.40 kW, y es menor que la de un rociador de respuesta estándar ubicado a 3.5 metros del fuego que llega a 774.2 kW.

**Interpretación de Resultados:**

1. En un riesgo residencial, una reducción en el tiempo de alarma de 1 minuto y por ende una evacuación en menor tiempo, es vital.
2. En un riesgo residencial, una reducción en el tiempo de apertura de un rociador de 1 minuto y por ende menores sometimientos a gases tóxicos para las personas, es vital.
3. La tasa máxima de liberación de calor de un incendio de crecimiento lento es de 1055 kW en 600 segundos (10 minutos), un rociador de respuesta estándar se abre en promedio luego de que se haya producido más del 60% del crecimiento máximo de la tasa de liberación de calor, en cambio un rociador de respuesta rápida se abre en promedio luego de que se haya producido cerca del 40% del crecimiento máximo de la tasa de liberación de calor. Esto reduce significativamente la cantidad de energía liberada por el fuego antes que sea extinguido.
4. Si se combinan rociadores de distinto tiempo de respuesta, se corre el peligro que un rociador de respuesta rápida alejado del incendio, se abra más rápido que un rociador de respuesta estándar cercano al incendio. Si como hicimos notar, el rociador instalado a 4.50 m se abre más rápido y está fuera del alcance del foco del incendio, el incendio no podría ser extinguido y causaría un efecto enfriador en el ambiente que no permitiría que el rociador más cercano al fuego se abra con el fin de extinguir el incendio. En nuestro caso un rociador de respuesta rápida ubicado a 4.5 m del fuego se abre 8 segundos antes de lo que se hubiera abierto un rociador de respuesta estándar ubicado a 3.5 metros del fuego.

**Recomendaciones:**

1. Jamás permita que se coloquen rociadores de respuesta estándar en riesgos leves, sobre todo en aquellos lugares donde la vida de las personas es prioridad sobre la extinción del fuego. Ejemplo edificaciones residenciales, hospitales y clínicas, escuelas y discotecas.
2. La norma NFPA 13 obliga el uso de rociadores de respuesta rápida en todos los riesgos leves, esto además trae consigo un beneficio en términos de caudal de descarga de la bomba contra incendios y volumen del tanque, temas que no han sido tratados en este artículo, pero que son de radical importancia
3. Jamás combine rociadores con tiempos de respuesta distintos o con temperaturas de activación distintos en un mismo ambiente, pues se corre el peligro que se abra primero el rociador que menos se necesita y consecuentemente no se abra el rociador que más se necesita.