Organiza

CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS

JORNADA TÉCNICA DE APLICACIÓN
30 de junio de 2021

GUÍA DE DISEÑO PRESTACIONAL (PBD)

PARA LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN NAVES INDUSTRIALES

Colabora

bombers

ENGINYERS BCN

Enginyers Industrials de Catalunya

CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS

GUÍA DE DISEÑO PRESTACIONAL

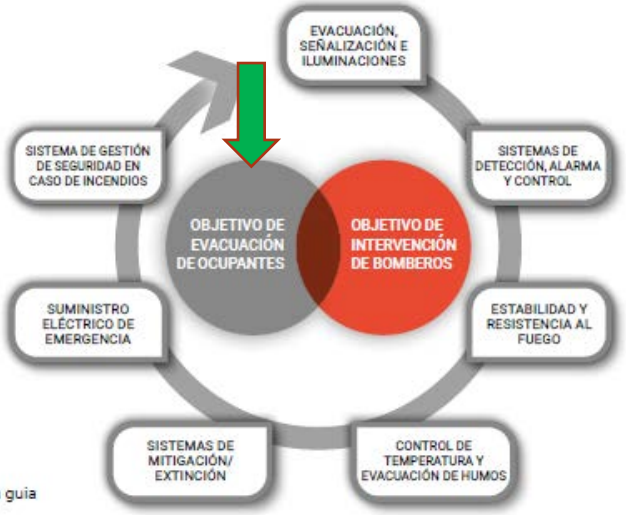
Evacuación, señalización e iluminación en PBD

Pau Gavarró

CEO PERADEJORDI, SL

PERADEJORDI

JORNADA TÉCNICA DE APLICACIÓN DE LA GUÍA DE DISEÑO PRESTACIONAL – 3O/6/2021



OBJETIVOS DE SEGURIDAD

CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS

05.01 EVACUACIÓN DE LOS OCUPANTES

04. OBJETIVOS DE SEGURIDAD

04.01 Evacuación de ocupantes

Con carácter no exhaustivo, la reglamentación general de seguridad contra incendios (R305/2011EU, CTE DB-SI Exigencia básica SI 3 y RD 2267/2004: RSCIEI) coincide en la obligatoriedad de evacuar a los ocupantes de los establecimientos. En los proyectos prestacionales no podemos obviarla y será el objetivo principal de esta *Guía*.

Como hemos dicho, la tarea del ingeniero de contra incendios es determinar los objetivos que ayuden a asegurar que se puede llevar a cabo la evacuación de los ocupantes en condiciones seguras, considerando la acción de incendio previsible en la industria en diferentes hipótesis de emplazamiento de incendio. Es decir, mantener el recorrido de evacuación en unas condiciones adecuadas de temperatura, toxicidad, libre de obstáculos, estabilidad estructural, etc., durante el tiempo requerido para la evacuación de este recorrido.

Una de las variables más importantes que el ingeniero de contra incendios debe tener en cuenta en el momento de diseñar prestacionalmente soluciones efectivas es el tiempo necesario para evacuar a los ocupantes.

El enfoque RSET/ASET es clave en este aspecto. Hay que estudiar, pues, la relación entre:

RSET *(Required Safe Escape Time)*: Tiempo requerido después de la ignición para que los ocupantes puedan salir de la zona afectada por el incendio y lleguen a un lugar seguro. Es la suma del tiempo de detección, el tiempo de alarma, el tiempo de premovimiento, el tiempo de movimiento y el tiempo de evacuación, teniendo en cuenta el paso de puertas y/o salidas hasta una zona segura. Depende de las condiciones internas del establecimiento, la ubicación de las puertas de salida, los recorridos de evacuación, el tipo de ocupantes y el sistema de detección y alarma, entre otros.

ASET *(Available Safe Escape Time)*: Tiempo desde la ignición hasta que se producen condiciones insostenibles por los ocupantes debido a la falta de visibilidad, las altas temperaturas, los niveles de radiación, la toxicidad de los humos y/o la estabilidad de la estructura. Es el tiempo disponible para una evacuación segura en función de las particularidades del establecimiento y de sus ocupantes. Depende de las características de crecimiento del fuego y producción de humos, el tipo de materiales combustibles, la geometría y las características del establecimiento y el sistema de control de humos, entre otros.

El tiempo requerido para la evacuación (RSET) debe ser menor que el tiempo disponible para una evacuación segura (ASET) incluyendo un factor de seguridad.

La reglamentación con carácter prescriptivo limita la longitud de los recorridos de evacuación y este podría ser uno de los aspectos para estudiar los proyectos con carácter prestacional.

Recorrido de evacuación: debe conducir **desde un origen de evacuación hasta una salida** de planta, de sector o hasta una salida de edificio **en diferentes hipótesis y en condiciones adecuadas** (tolerables).

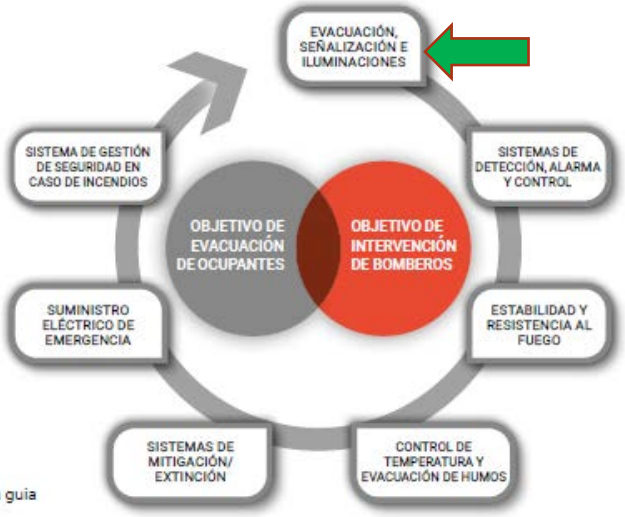
Relación RSET < ASET

Las condiciones de evacuación serán muy diferentes en función de:

- **Dimensiones y configuración del establecimiento**
- O**cupación** y **actividades desarrolladas**
- E**scenario de incendio** de diseño
  - Materiales y carga de fuego / **potencia de fuego**
  - Velocidad de propagación / **curva de fuego**

05.01.01 Sistemas de evacuación, señalización e iluminación

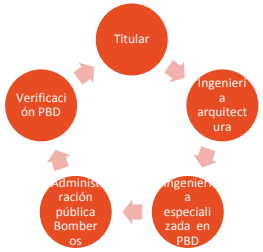
CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS



1. **SISTEMAS DE EVACUACIÓN, SEÑALIZACIÓN E ILUMINACIÓN**

Se trata de todos aquellos elementos que permiten que la evacuación de las personas se realice de manera segura y rápida. La evacuación se llevará a cabo a través de pasillos, escaleras, etc., que estarán debidamente señalizados e iluminados, por lo que en caso de incendio los ocupantes puedan identificar claramente las vías de evacuación para que el edificio se evacúe en condiciones seguras.

Como se verá posteriormente y como aspecto crítico en esta tipología de naves, estos sistemas tendrán una importancia fundamental no sólo para garantizar unas condiciones seguras de evacuación, sino también para definir con total claridad los recorridos seguros para la intervención de los bomberos.

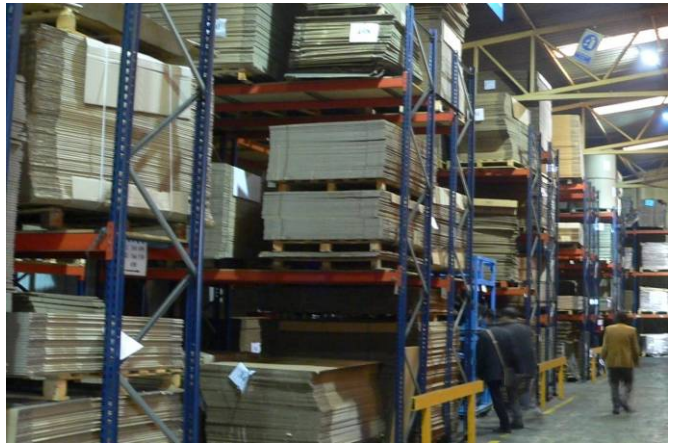


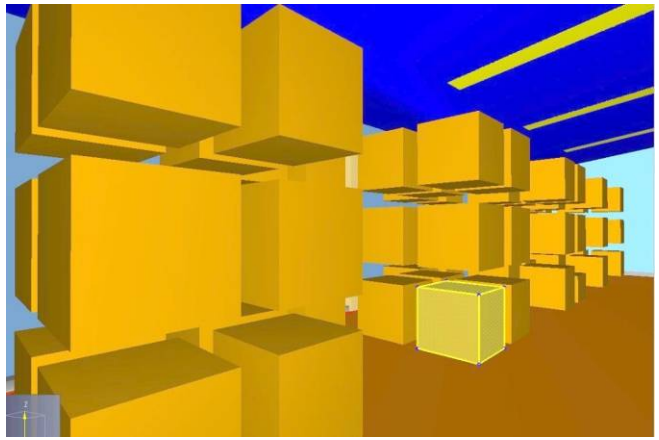
1. Asegurar que se puede llevar a cabo la evacuación de los ocupantes en condiciones seguras considerando la acción de incendio previsible en la industria en diferentes hipótesis de emplazamiento de incendio.

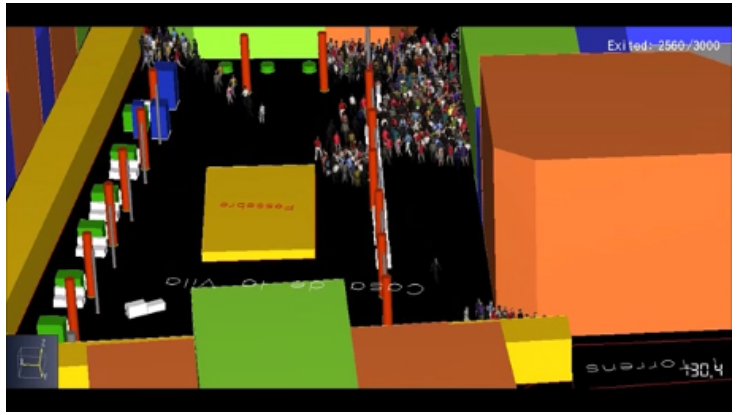
Incendio previsible: diferentes hipótesis

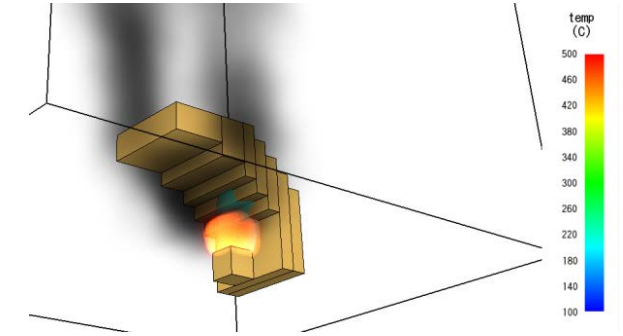
CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS

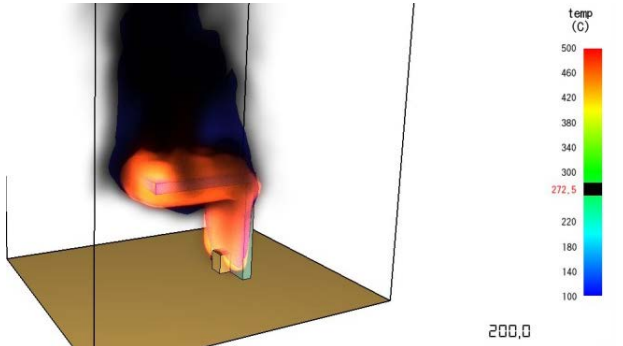
A. Definición de materiales e inicio de la combustión // B. Definición de potencias de fuego y curvas de fuego

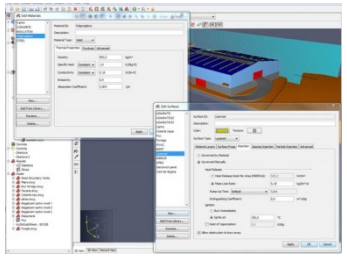


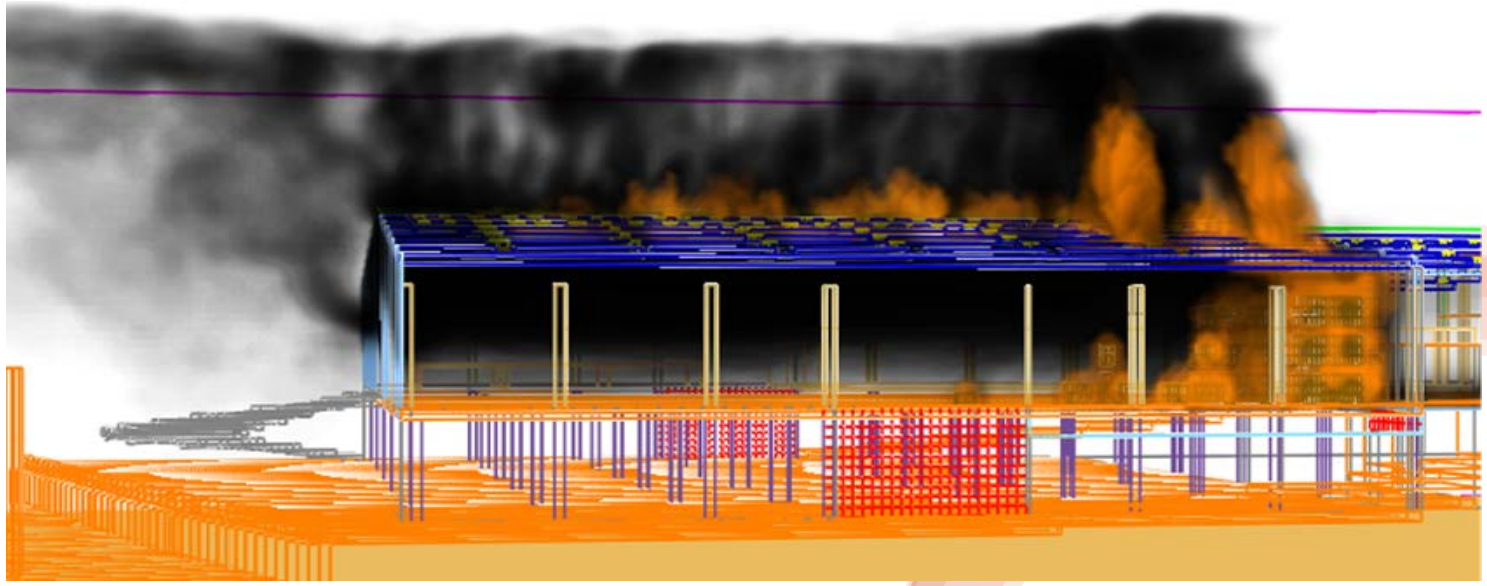








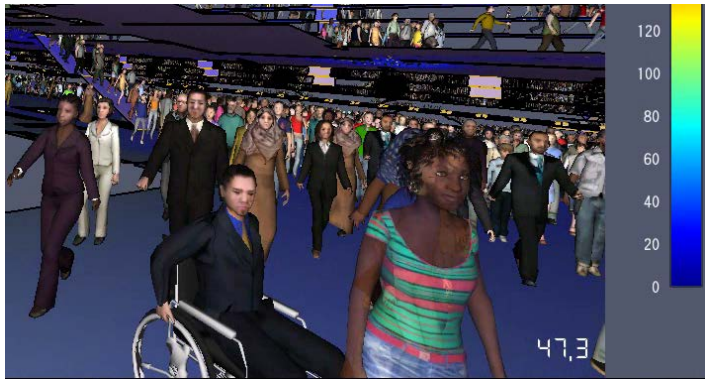




Ocupación por sectores y rutas de evacuación hasta una zona segura

CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS

OBJETIVOS A CONSIDERAR	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
1. Verificar la ocupación de personas/sectores según la estrategia de diseño y con asignación de rutas de evacuación.	☐ Se dispone de medios y procedimientos adecuados para la evacuación o confinamiento (por ejemplo, planes de autoprotección y emergencias).
2. Garantizar que las personas se encuentran en zona segura sin sufrir afectaciones debidas al incendio.	☐ Está garantizada la evacuación de las personas con dificultad de evacuar por sí mismas; por ejemplo, personas con movilidad reducida (PMR) u otras discapacidades (visuales, sensoriales, psíquicas...).
	☐ Las rutas de evacuación principales y secundarias (alternativas) están bien definidas.
	☐ Las rutas y salidas de evacuación no tienen obstáculos.



OBJECTIVOS:

- **Ocupación por sectores**
- **Personas en zona segura sin afectaciones**
- **Asignar recorridos de evacuación**

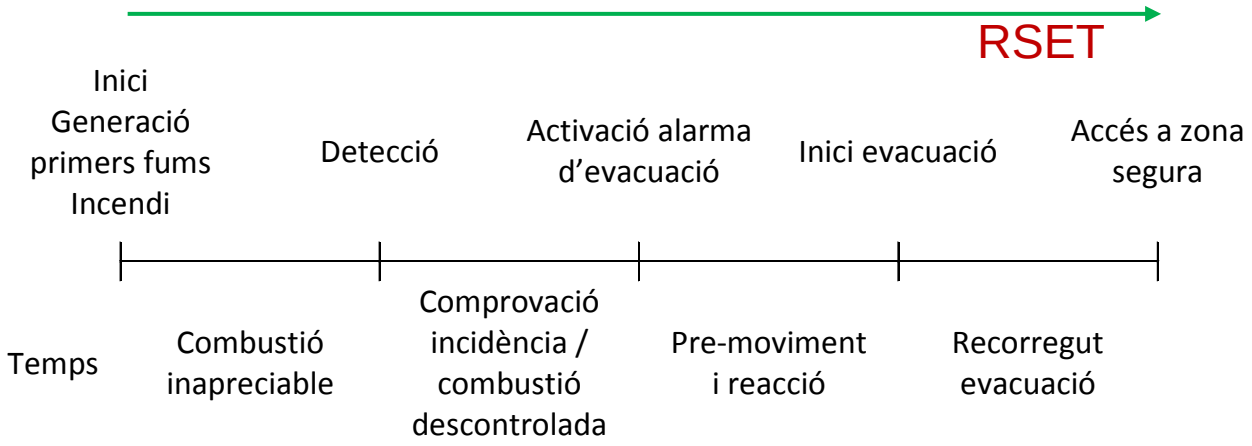
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:

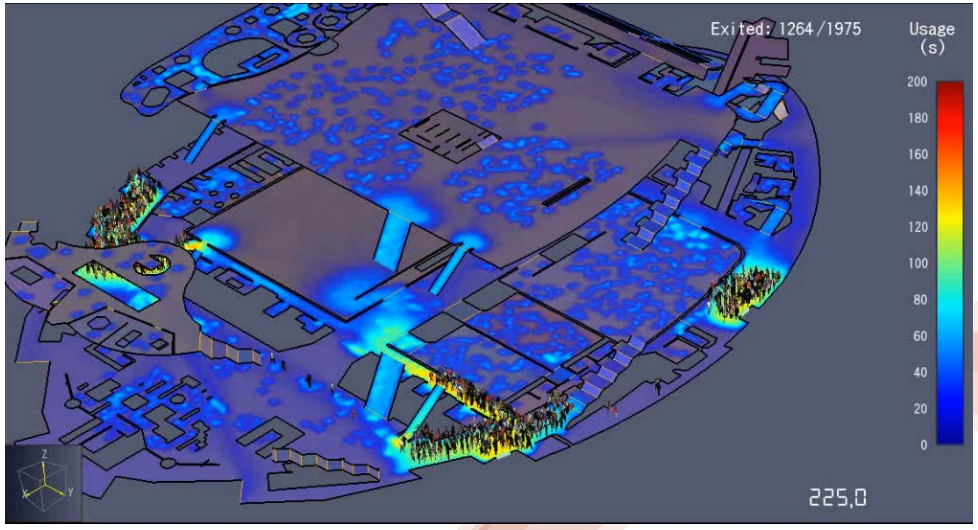
- **Plan de autoprotección**: el tiempo de evacuación dependerá de la efectividad y del grado de implantación del plan (organización y equipo de emergencias, materiales e instrumental de protección en la evacuación, procedimientos de evacuación...)
- **Considerar persones PMR o con otras discapacidades**
- **Recorridos de evacuación** y/o confinamiento **bien definidos y sin obstáculos**

Consideración RSET hasta una zona segura

CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS

OBJETIVOS A CONSIDERAR	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
3. Considerar el tiempo total de evacuación (RSET): tiempo de detección, tiempo de alarma, tiempo de premovimiento, tiempo de movimiento y tiempo de evacuación, paso de puertas y/o salidas a zona segura.	☐ El tiempo requerido para la evacuación (RSET) es menor que el tiempo disponible para una evacuación segura (ASET).





Criterios de aceptación: RSET < ASET

RSET < ASET

CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS

RSET:

Tiempo requerido desde el inicio del incendio, detección, alarma y evacuación hasta una zona segura

- **Td: tiempo de detección** desde el inicio del fuego hasta el aviso de la alarma:
  - Td1 desde el inicio del fuego hasta que se detecta por el sistema (determinista) / o la persona
  - Td2: comprobación de la emergencia (no siempre). Recomendable investigar el motivo (si es real)
  - Td3: aviso para iniciar la alarma
- **Tn: tiempo de alarma** a ocupantes. Tiempo desde la detección hasta la comunicación a los ocupantes)
  - Se deberá decidir el grado de la amenaza para decidir el tipo de evacuación. El jefe de emergencias dará las instrucciones para comunicar el tipo de evacuación por los medios adecuados (al mismo tiempo se comunica la necesidad de medios externos de ayuda)
  - Tiempo de comunicar por megafonía, iluminación, sonidos codificados, radiotransmisores...
- **Tr:** tiempo de retardo o preparación (**tiempo de pre-movimiento i movimiento**), tiempo transcurrido desde que se da la alarma hasta que se inicia el movimiento, en que los ocupantes y resto de usuarios asimilan los mensajes, dejan de hacer lo que estaban haciendo e inician la evacuación
- **Tt: tiempo** necesario **de evacuación** (travel). Tiempo desde el inicio de la evacuación hasta la llegada a las salidas seguras
  - Tfl tiempo adicional asociado a la fluidez (flow) o congestión de la evacuación

ASET:

Tiempo desde el inicio y detección del incendio, alarma y evacuación hasta que les condiciones son no tolerables en alguna zona: tiempo máximo disponible para una evacuación segura

Diversos factores influirán en el RSET, por ejemplo:

- Equipo de emergencias con experiencia y conocimientos (formación) son factores clave
- Instalaciones de detección
- Sistema de alarma
- Concentración de personas en recorridos o salidas
- Rutas en ascenso o descenso
- Huella y contra-huellas de escaleras
- Tipología de los ocupantes
- Tipología de la evacuación
- ...

Diversos factores influirán en el ASET, por ejemplo:

- Escenarios de incendio: materiales, potencia de fuego, curva de fuego...
- Sectores de incendios
- Convección de fluidos: movimiento de los humos y gases de la combustión
- Distancia de la zona a estudiar al foco del incendio
- ...

Ejemplo tabla premovimiento Guía C/VM2 New Zealand

Table 3.3 Pre-travel activity times

Description of *building* use	*Pre-travel activity time(s)*
Buildings **where the occupants are considered awake, alert and familiar with the *building*** (eg, offices, warehouses **not** open to the public)	
Enclosure of origin	30
Remote from the enclosure of origin	60
Buildings **where the occupants are considered awake, alert and unfamiliar with the *building*** (eg, retail shops, exhibition spaces, restaurants)	
Enclosure of origin (standard alarm signal)	60
Remote from the enclosure of origin (standard alarm signal)	120
Enclosure of origin (voice alarm signal)	30
Remote from the enclosure of origin (voice alarm signal)	60
Buildings **where the occupants are considered sleeping and familiar with the *building*** (eg, apartments)	
Enclosure of origin (standard alarm signal)	60
Remote from the enclosure of origin (standard alarm signal)	300
Buildings **where the occupants are considered sleeping and unfamiliar with the *building*** (eg, hotels and motels)	
Enclosure of origin	60
Remote from the enclosure of origin (standard alarm signal)	600
Remote from the enclosure of origin (voice alarm signal)	300
Buildings **where the occupants are considered awake and under the care of trained staff** (eg, day care, dental office, clinic)	
Enclosure of origin (independent of alarm signal)	60
Remote from the enclosure of origin (independent of alarm signal)	120
Spaces within *buildings* used for early childhood care	
Enclosure of origin (assume staff will respond to room of origin first)	60 s for staff to respond to alarm then 60 s per child per staff to an adjacent *place of safety* (on the same floor)[1]
Remote from the enclosure of origin (independent of alarm signal)	120
Buildings **where the occupants are considered sleeping and under the care of trained staff** (eg, hospitals and rest homes)	
Enclosure of origin (assume staff will respond to room of origin first)	60 s for staff to respond to alarm then 120 s (per patient per 2 staff)[2]
Remote from the enclosure of origin (independent of alarm signal)	1800
Remote from the enclosure of origin (independent of alarm signal) where occupants are unable to be moved due to the procedure or other factor	1800 or as per specific requirements, whichever is the greater
Spaces within *buildings* which have only focused activities (eg, cinemas, *theatres* and stadiums)	
Space of origin (occupants assumed to start evacuation travel immediately after detection and notification time or when *fire* in their space reaches 500 kW, whichever occurs first)	0

NOTE:

1. This allows 60 s to move each child from their location to the *place of safety* and then to return to evacuate another child.
2. This allows 120 s to move each patient from their room to the next adjacent *firecell*. This includes time for staff to prepare the patient and transport them to the adjacent *firecell*, and then to return to evacuate another patient. The commentary document for this Verification Method gives details of staff to patient ratios.

RSET < ASET

CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS

TIPOLOGÍAS DE EVACUACIÓN POSIBLES:

Depende de la naturaleza del riesgo / amenaza: **Tiempo disponible**

- **Inmediata** (ej. Incendio)
- **Rápida** (ej. Amenaza de bomba creíble con tiempo establecido)
- **Gradual** (ej. Contaminación biológica en una zona)
- **Preparación** (ej. Daños estructurales o condiciones de higiene)

Depende del **DESTINO** de la evacuación:

- **A zona exterior segura** y medios externos
- **A otro sector** protegido (ej. Pasillo soterrado y sectorizado)
- **A un espacio de confinamiento (o refugio)**

Depende del **NIVEL** de la evacuación:

- **Completa**
- **Parcial**

Depende de la **PRIORIZACIÓN** de la evacuación:

- **Geográfica,** por sectores (ej. Según zonas de más riesgo)
- **Priorizando recursos** (ej. maquinaria, medios sanitarios o médicos...)
- **Priorizando número de evacuados**

Visibilidad en recorridos de evacuación

CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS

OBJETIVOS A CONSIDERAR	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
4. Garantizar la visibilidad de los recorridos de evacuación adecuada acorde con el escenario de incendio y ajustado a las condiciones evaluadas durante el tiempo requerido para la evacuación de este recorrido.	☐ Hay que garantizar una visibilidad de 20 m a 1,8 m de altura de los recorridos de evacuación de los ocupantes. Y en ningún caso, de manera local, serán inferiores a los 10 m. (Véase bibliografía) ☐ Se cuenta con una buena iluminación de las señales de extinción y evacuación y de las rutas de evacuación, incluso en caso de falta de electricidad. ☐ Se garantiza la visibilidad de los ocupantes hasta la salida.

A 1,8 m de altura:

- **Visibilidad de 20 m en recorridos de evacuación**
- **Visibilidad de 10 m de manera local**

Considerar:
- Iluminación, señalización, extinción y evacuación

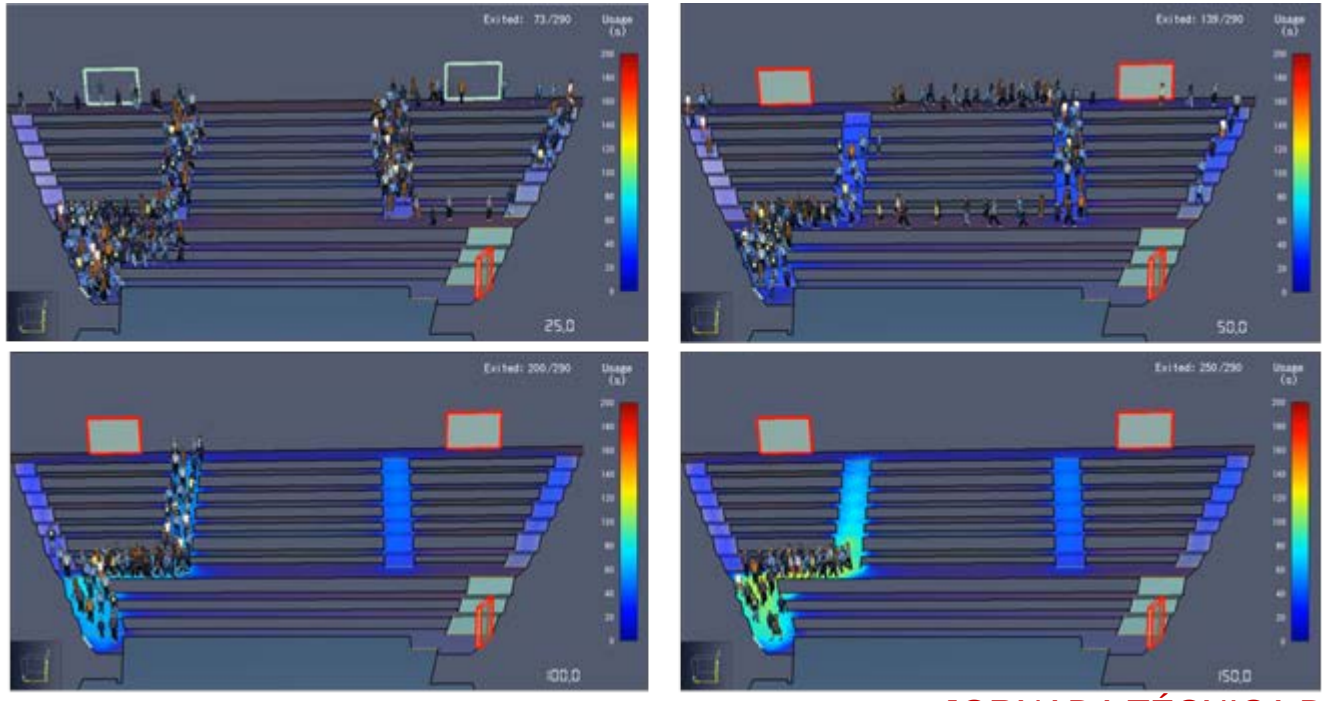
Garantizar visibilidad de los ocupantes hasta la salida

Visibilidad en recorridos de evacuación

CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS

Cabe considerar el bloqueo de puertas en tiempo en función de la evolución del incendio

La falta de visibilidad puede ir relacionada con otros factores como disminución de la concentración de oxígeno, presencia de gases tóxicos, aumento de temperatura y flujo térmico, si bien ello no implica necesariamente que se incumplan los valores marcados. La presencia de iluminación especial, por ejemplo en el suelo, podría hacer mejorar las condiciones de visibilidad en la evacuación lo cual podría redundar en la seguridad de los recorridos de evacuación hasta las salidas.



Condiciones de temperatura en recorridos de evacuación

CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS

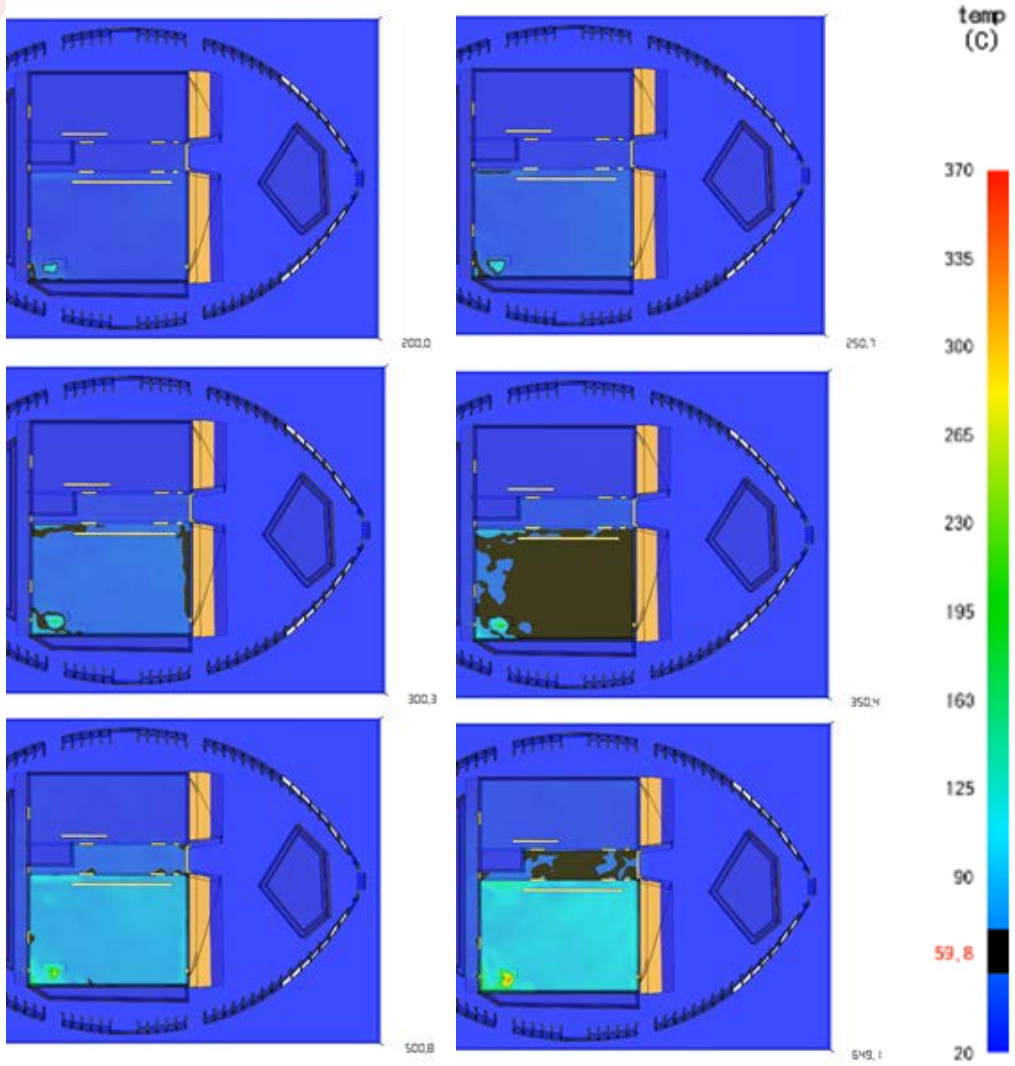
OBJETIVOS A CONSIDERAR	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
5. Mantener el recorrido de evacuación en unas condiciones adecuadas de temperatura (ºC) durante el tiempo requerido para la evacuación de este recorrido.	☐ En el tiempo estimado de evacuación, la temperatura es inferior a 60 ºC a 1,8 m de altura en los recorridos de evacuación de los ocupantes y fuera de la zona de incendio (diámetro de 10 m con origen en el foco del incendio).

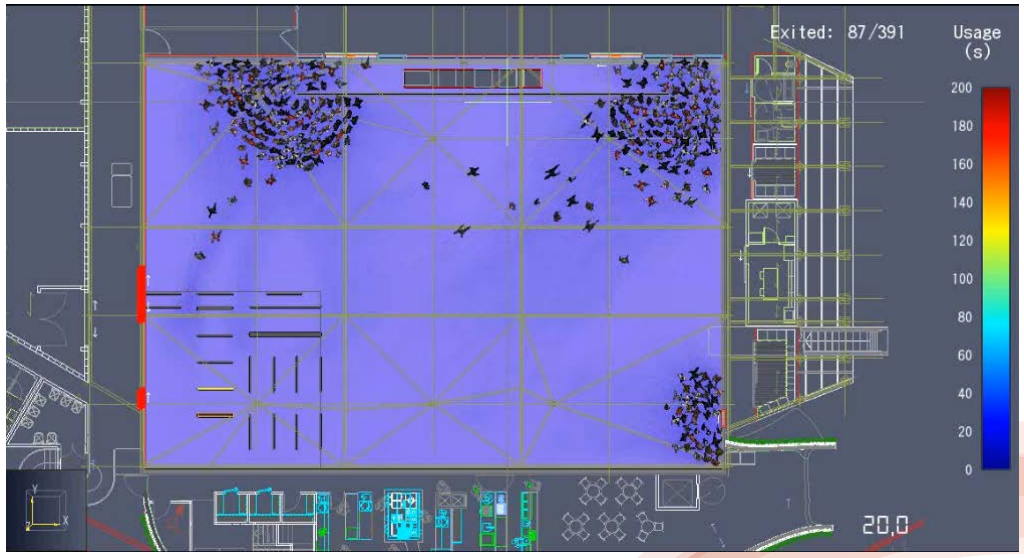
A 1,8 m de altura :

- **Temperatura inferior a 60ºC**:
  - En recorridos de evacuación
  - Fuera de la zona de incendio (radio de 10 m)

Condiciones de temperatura en recorridos de evacuación

CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS





Concentración de oxígeno / CO_2 y ausencia de gases tóxicos en recorridos de evacuación

CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS

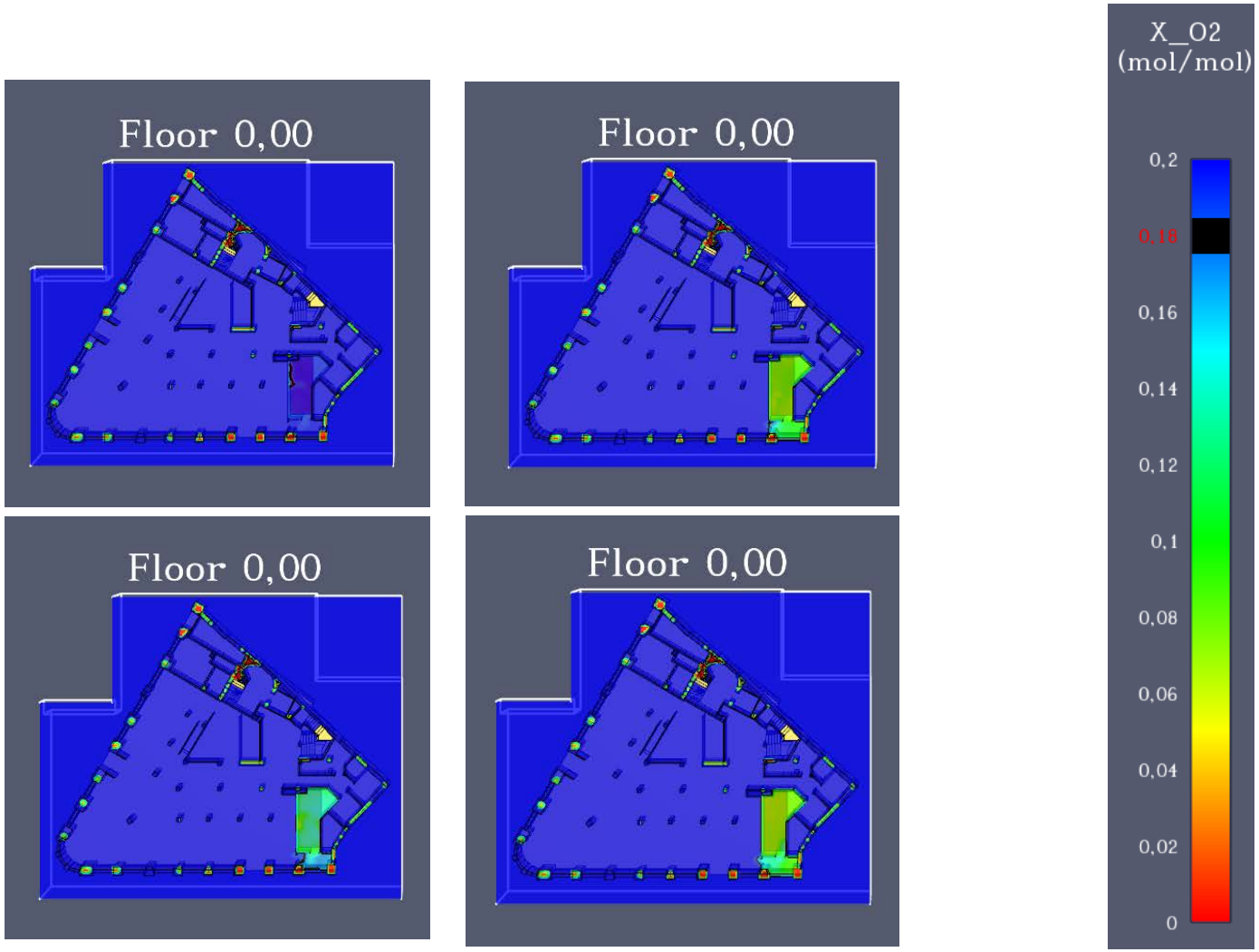
OBJETIVOS A CONSIDERAR	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
6. Mantener el recorrido de evacuación en unas condiciones adecuadas de concentración de oxígeno y ausencia de gases tóxicos durante el tiempo requerido para la evacuación de este recorrido.	☐ En el tiempo estimado de evacuación, la concentración de oxígeno no es inferior al 18% a 1,8 m de altura en los recorridos de evacuación de los ocupantes y fuera de la zona de incendio (diámetro de 10 m con origen en el foco del incendio). ☐ En el tiempo estimado de evacuación, la concentración de dióxido de carbono es inferior a 0,03 mol/mol a 1,8 m de altura en los recorridos de evacuación de los ocupantes y fuera de la zona de incendio (diámetro de 10 m con origen en el foco del incendio). ☐ En el tiempo estimado de evacuación, la concentración de gases tóxicos es inferior al valor límite a 1,8 m de altura en los recorridos de evacuación de los ocupantes y fuera de la zona de incendio (diámetro de 10 m con origen en el foco del incendio). Véase bibliografía, en función del riesgo.

A 1,8 m de altura:

- **Concentración de oxígeno no es inferior al 18%**:
  - En recorridos de evacuación
  - Fuera de la zona de incendio (radio de 10 m)
- **Concentración de CO_2 es inferior a 0,03 mol/mol** :
  - En recorridos de evacuación
  - Fuera de la zona de incendio (radio de 10 m)
- **Concentración de gases tóxicos es inferior a valores límite establecidos en tablas de reconocido prestigio**:
  - En recorridos de evacuación
  - Fuera de la zona de incendio (radio de 10 m)

Concentración de oxígeno / CO_2 y ausencia de gases tóxicos en recorridos de evacuación

CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS



Flujo térmico adecuado en recorridos de evacuación

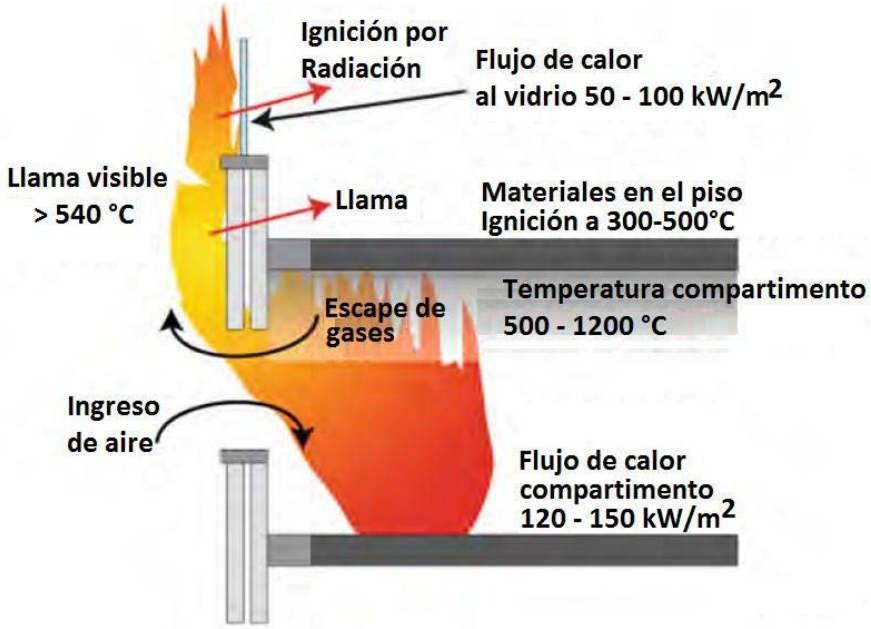
CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS

OBJETIVOS A CONSIDERAR	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
7. Mantener el recorrido de evacuación con un flujo térmico adecuado (kW/m²) durante el tiempo requerido para la evacuación de este recorrido.	☐ En el tiempo estimado de evacuación, la radiación térmica no es superior a 1,7 kW/m² a 1,8 m de altura en los recorridos de evacuación de los ocupantes y fuera de la zona de incendio (diámetro de 10 m con origen en el foco del incendio).

A 1,8 m de altura:

- **La radiación térmica no es superior a 1,7 kW/m2**:
  - En recorridos de evacuación
  - Fuera de la zona de incendio (radio de 10 m)

La radiación térmica es la radiación electromagnética emitida por la materia, como resultado de movimientos aleatorios de las partículas que la componen (está asociada a la idea de temperatura).



Garantizar la sectorización y presurización de recorridos de evacuación

CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS

OBJETIVOS A CONSIDERAR	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
8. Garantizar, si procede, la sectorización y presurización de la vía de evacuación.	☐ Se asegura que se cumple con los niveles de sectorización correspondientes para cada sector. ☐ La protección frente al humo de las vías de evacuación se ha diseñado conforme a la UNE 12101-6, cuando así se requiere legalmente.

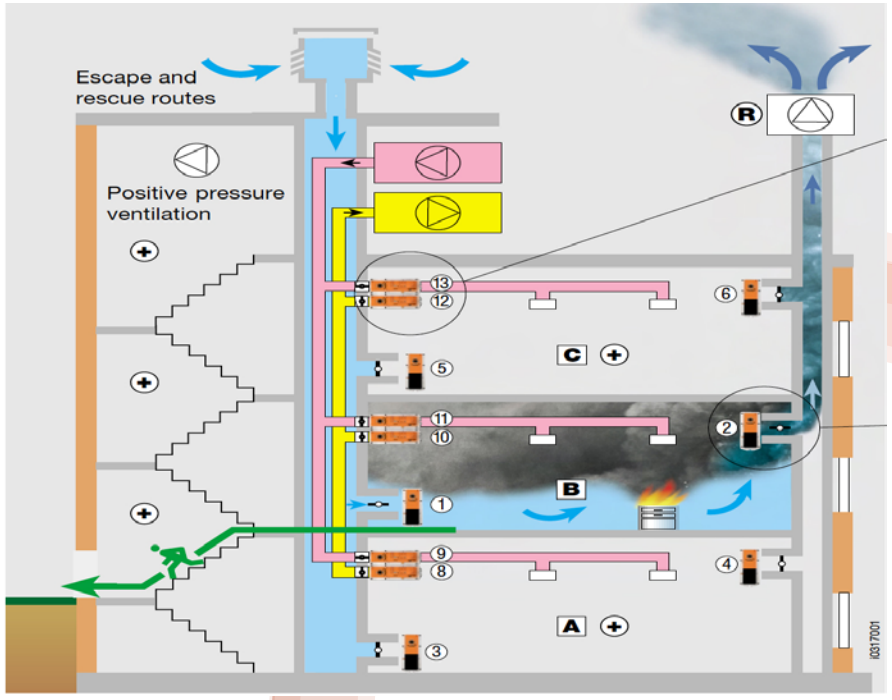
Garantizar la seguridad en los recorridos de evacuación:

- **Sectorizaciones** (resistencia al fuego)
- Medios para minimizar el humo : UNE 12101-6: **presurización de determinadas vías de evacuación**

Ausencia de humo en los recorridos de evacuación

Se trata de un factor clave: se debe conocer y controlar la influencia de los equipos de **climatización, ventilación y control de humos** para mantener las vías libres de humo.

Así mismo, cualquier defecto de sectorización en otras **instalaciones** podría provocar el paso de humo por las zonas altas hacia otros sectores y, en consecuencia, el riesgo de propagación del incendio no quedaría controlado, con lo cual el tiempo de evacuación se acortará notablemente.



CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS

GRACIAS
POR VUESTRA ATENCIÓN

Pau Gavarró Buscà,
CEO PERADEJORDI SL