

CAPÍTULO 36

INVESTIGACIÓN DE INCENDIOS

OBJETIVOS DE ESTE CAPÍTULO

La investigación de un incendio tiene como objetivo establecer si fue provocado o accidental, ayudar a prevenir otros incendios similares y mejorar las tácticas de intervención. Con la investigación se pretende determinar donde se originó el incendio y por qué, es decir cuál fue el punto de origen y cuál la causa.

La determinación del punto de origen permitirá concluir cuál fue la fuente de calor, qué combustible fue el que se prendió inicialmente, y como entraron en contacto la fuente de calor y el combustible.

Del mismo modo que debe trabajarse en la prevención para evitar que un incendio se produzca, la investigación permite averiguar por qué se produjo; esto puede ayudar a evitar incendios posteriores por causas similares.

La investigación de incendios es solo un trabajo de personal altamente especializado, pero cualquier bombero puede colaborar en el proceso investigador. Para ello debe saber en que consiste la investigación, lo que le permite ver más claramente su papel en la misma. También puede permitirle una ocupación suplementaria cuando su edad o sus condiciones físicas le obliguen a retirarse de la primera línea de las emergencias.

El objetivo fundamental de este capítulo es mostrar como deben realizarse las investigaciones de incendios para que consigan su objetivo de averiguar qué sucedió en un escenario, a veces caótico, tras los efectos del fuego.

LOS BOMBEROS Y LA INVESTIGACIÓN DE LOS INCENDIOS

Los Servicios de Bomberos deberían investigar la causa de cualquier incendio en su zona por muy diversas razones.

En primer lugar la investigación puede ayudar a reforzar los programas de prevención dando a conocer por qué se produjo el fuego, y como se propagó.

Adicionalmente, documentar completamente el incendio ayudará a depurar responsabilidades, lo que puede permitir que los bomberos declinen reclamaciones sobre daños causados por su actuación, que, en realidad, fueron causados por el propio incendio.



Figura 36.1. Para investigar un incendio se requiere una amplia formación en el comportamiento del fuego.

Y finalmente, la investigación también puede facilitar pruebas en los incendios que hayan podido ser intencionados.

La participación de los bomberos en el proceso de investigación está justificada, entre otras razones, porque los bomberos son los primeros en llegar a la escena del incendio y porque su actuación durante la extinción puede destruir pruebas.

Pero la capacidad de participar o colaborar en la investigación de un incendio requiere del bombero una cierta preparación y mucha práctica. Por ello, todos los incendios, independientemente de su importancia y de su tamaño, deben ser investigados. Ello proporcionará una perspectiva diferente del trabajo del bombero.

Los bomberos deben ser conscientes de la importancia de su papel en el proceso investigador y deben ser capaces de analizar datos que puedan ser fundamentales para averiguar qué produjo el fuego, y también deben saber como evitar destruir pruebas que puedan ser vitales en la investigación

Los bomberos son los responsables de la escena del incendio desde que se incorporan a la situación, hasta que las condiciones son seguras.

Para no perder el control de la escena, puede demorarse algo la entrega a la propiedad si un investigador está en camino. Pero la demora deberá ser limitada, de modo que es necesaria una buena coordinación entre los responsables de las intervenciones y el personal de investigación, si pertenecen a departamentos distintos.

No obstante, la inmensa mayoría de las intervenciones en incendio serán de pequeña magnitud y claramente accidentales, por lo que pueden ser analizadas por el propio personal de intervención, bajo la dirección del mando, siguiendo los procedimientos anteriormente citados.

Así pues, la participación del personal de intervención en una investigación no sólo es posible, sino conveniente, dado que así se incrementará la formación de todos los bomberos que participen en ella.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Una investigación puede iniciarse con diversos objetivos, y en función de estos objetivos pueden variar tanto el enfoque de la investigación como las consideraciones legales a tener en cuenta.

Los objetivos de la investigación son, generalmente:

- Desarrollar medidas preventivas para futuros incidentes.
- Determinar responsabilidades económicas
- Determinar posibles intencionalidades

La responsabilidad de una investigación puede recaer en autoridades públicas, como policía o bomberos, en compañías de seguros, o ser exclusivamente privadas.

Cualquiera que sea la entidad que investigue, si en el transcurso de una investigación no oficial se descubren indicios de intencionalidad, es preciso poner la investigación en manos de las autoridades judiciales.

REGLAS BÁSICAS DE LA INVESTIGACIÓN DE INCENDIOS

La investigación de un incendio permite descubrir como se ha originado y desarrollado, pero cuanto mayores sean las pérdidas, más difícil será la investigación y más difícil aprender de ella.

La investigación debe seguir un procedimiento sistemático de observación del escenario en el que se ha producido el incendio y sus alrededores con el objetivo de reconstruir la secuencia del incendio desde su origen hasta su completa extinción.

La reconstrucción del incendio permite determinar el punto de origen del mismo, es decir, el lugar donde se inició.

Localizado el origen, el proceso pasa a una nueva etapa cuyo objetivo es determinar la causa: cual es el

combustible que ardió en primer lugar y cual fue la fuente de ignición inicial.

A partir de la determinación del origen y de la causa, se tendrá información que puede servir de base para determinar si el fuego fue accidental, provocado, o intencionado.

Para adquirir experiencia se debe comenzar por investigar los incendios de pequeña magnitud, porque cuando menores sean los daños más evidencias quedarán del desarrollo del fuego y, al haber menos preocupación por las responsabilidades es también más fácil obtener información de los testigos.

De ese modo, las conclusiones propias de la observación del escenario pueden confirmarse con las declaraciones de los testigos.

Las reglas básicas para asegurar el éxito de cualquier investigación de incendios son:

- Iniciar la investigación lo antes posible.
- Recoger la mayor información posible de la persona que da la alarma.
- Recopilar información previa al comienzo de las tareas de extinción.
- Por parte del personal de intervención, registrar mentalmente, por si fuera de interés posterior, la si-



Figura 36.2. La investigación debe iniciarse lo antes posible. Idealmente, mientras aún se está combatiendo el fuego.

Páginas suprimidas en esta muestra

Si bien esto no debe interpretarse como síntoma de que el incendio haya sido provocado, debe tenerse en cuenta en la investigación como dato complementario a justificar, si el resultado de la investigación apunta hacia la intencionalidad en el incendio.

Antes de iniciar el ataque

La accesibilidad del lugar y otras apreciaciones previas condicionarán la intervención de los bomberos, pero también son importantes en la investigación del incendio:

- ¿Están las puertas abiertas o cerradas? Si se fuerza algún acceso hay que memorizarlo para recogerlo en el informe de la intervención
- ¿Hay ventanas rotas por las que se pueda acceder al interior?
- ¿De qué color es el humo?
- ¿Hay algún olor característico, por ejemplo de gasolina?

Durante la intervención

Toda la información sobre el desarrollo del fuego y las actividades de los bomberos durante la extinción son útiles para poder completar la investigación del incendio.

Será especialmente útil la siguiente información del interior:

- La situación de las puertas de las distintas habitaciones. Aunque el análisis de las marcas de humo puede aclarar estas circunstancias, es bueno poder confirmarlo con las manifestaciones de los bomberos
- Si había uno o varios focos de fuego y su localización
- La situación del mobiliario. Los muebles y enseres pueden haber sido cambiados de su lugar habitual por los bomberos, pero también por un incendiario con ánimo de que el incendio se desarrolle más rápido o de generar obstáculos en la extinción
- Comportamiento anormal de fuego al aplicarle agua, que puede denotar la presencia de líquidos inflamables (aunque también de plásticos de bajo punto de fusión)
- Amontonamiento de combustibles en lugares inusuales o disposición inusual del mobiliario
- Propagación anormal de fuego
- Olores inusuales, y cualquier otra circunstancia extraña.

Si durante estas operaciones se cambia de lugar algún objeto que pueda ser importante en la investigación, por ejemplo los restos de un aparato eléctrico en las proximidades del foco del incendio, debe comunicarse este dato a quien desarrolle la investigación posterior.

Hay también información tomada en el exterior que puede ser significativa, por ejemplo el comportamiento de los propietarios durante el incendio. Un propietario demasiado hiperactivo que insista en magnificar sus pérdidas y haga constantes observaciones a los bomberos puede ser sospechoso, ya que el comportamiento más habitual es de choque emocional depresivo.

Después de la intervención

Después de apagar el fuego, durante las operaciones de revisión final también pueden encontrarse detalles de interés para la investigación, por ejemplo:

- elementos que hayan podido utilizarse para iniciar intencionalmente un incendio, como trapos enrollados o recipientes que hayan podido contener líquidos inflamables en lugares en que no se justifique su presencia
- marcas en el suelo de charcos quemados de combustibles líquidos
- espectadores que levanten alguna sospecha
- huellas, o recipientes abandonados alrededor del edificio
- papeles amontonados y quemados en sitios no habituales,
- etc

En las operaciones de revisión final, debe tenerse precaución para no destruir o modificar pruebas que puedan ayudar a determinar la causa del incendio, especialmente al remover los escombros para apagar focos residuales.

Pero si en interés de la intervención o por motivos de seguridad es necesario hacerlo, deben tomarse medidas para protegerlas si es posible, y notificar tal circunstancia al equipo de investigación.



Figura 36.5. En las operaciones de revisión final, tras controlar el fuego, deben tomarse precauciones para no destruir evidencias que puedan ser de interés para la investigación.

Páginas suprimidas en esta muestra

- Toma de muestras y retirada de pruebas y documentos
- Análisis de las marcas y evidencias para determinar el origen y la causa del incendio
- Realización del informe de la investigación.

INSPECCIÓN PRELIMINAR

La inspección preliminar puede ayudar a plantear la estrategia del proceso de investigación y ayudará al investigador para conducir las entrevistas a los testigos. En ocasiones, la inspección inicial puede ser suficiente para generar una primera hipótesis sobre donde se ha originado el incendio y cual ha sido la causa.

La evaluación inicial debe incluir el análisis de la seguridad estructural del edificio y de la calidad del aire, para evitar accidentes. Puede aprovecharse también para localizar a los testigos.

Tras la inspección inicial debe formularse una hipótesis preliminar sobre donde se inició el incendio y como se propagó, con objeto de organizar y planificar el trabajo a desarrollar. La hipótesis preliminar no implica ninguna conclusión, y puede cambiarse en el transcurso de la investigación.

Salvo que la investigación la realicen los propios bomberos antes de retirarse del lugar o que se haga por orden judicial, antes de acceder a la escena, debe conseguirse autorización expresa de la propiedad o responsable del establecimiento, debiendo quedar documentada la autorización de acceso, bien por escrito, o bien en la grabación de vídeo o audio que se realice a la citada persona. Una investigación no autorizada puede no tener valor legal.

INSPECCIÓN EXTERIOR DEL EDIFICIO

La primera parte de la inspección corresponde al exterior del edificio y a su entorno inmediato. Deben analizarse los efectos del fuego en el propio edificio y en los colindantes si los hay, así como inspeccionar el entorno en busca de pruebas que faciliten información sobre el incendio, tales como cristales y otros objetos desprendidos, recipientes que puedan haber contenido materiales inflamables, indicios de intrusión, etc.

Análisis del propio edificio

Debe estudiarse y documentarse el tipo de construcción y de la estructura, dado que el comportamiento puede ser muy distinto según los materiales constructi-

vos, y si la estructura es metálica, de hormigón, o de madera. Deben tomarse fotografías o levantar un croquis del edificio. Si se consiguen planos de construcción, aunque sea posteriormente, todas las observaciones deben reflejarse en los planos, ya que de ese modo serán más precisas.

Esta inspección es independiente de la que se haya realizado anteriormente para confirmar la seguridad estructural.

Debe prestarse especial atención y documentarse fotográficamente y en los esquemas:

- Marcas de humo y calor en la fachada. Hay que relacionar dichas marcas con los huecos de la fachada. Si las marcas de humo y calor no tienen huecos bajo ellos debe investigarse si es posible que tales marcas se deban a un objeto que ha caído ardiendo desde el edificio, o si esto puede ser un síntoma de un incendio exterior que se ha propagado hacia dentro o de un ataque exterior con materiales inflamables.
- Huecos en fachada (ventanas y puertas) afectados por el incendio. Si están forzados, hay que intentar averiguar si lo hicieron los bomberos, otras fuerzas actuantes, o testigos que decidieron intervenir para intentar controlar el fuego.



Figura 36.9. Debe inspeccionarse cualquier hueco en la fachada, para ver si han sido forzados, o si han caído cristales al exterior.

Páginas suprimidas en esta muestra

En un incendio accidental la disposición del combustible y la fuente de calor iniciales tendrán una disposición lógica, pero que no la tengan no es necesariamente un signo de un incendio intencionado, porque durante el incendio o las tareas de extinción pueden haberse desplazado algunos elementos del mobiliario.

Todo incendio debe considerarse accidental hasta que no se demuestre lo contrario.

En un mismo incendio puede haber diversos focos, pero salvo en incendios intencionados con focos múltiples, solo uno de ellos será el de inicio del incendio. Es posible incluso que el punto de origen del incendio no sea el que tenga mayores daños.

Al realizar el desescombro y el análisis de los restos en el foco inicial, se encontrará en él una fuente de calor que justifique la ignición inicial.

En los restantes focos secundarios pueden haberse producido mayores temperatura y daños que en el foco inicial si había allí mayor carga combustible, pero en ellos no se encontrará ninguna fuente de calor o, si hay alguna, se podrá justificar que no pudo iniciar el incendio, por ejemplo por no estar activa, como puede ser el caso de una estufa que se demuestre que no estaba conectada.

Una vez localizado el foco inicial, la fuente de calor y el combustible inicial, se debe intentar reconstruir la secuencia del incendio estableciendo una hipótesis y analizando que los daños y marcas del fuego la justifican plenamente.

En caso que una hipótesis no se pueda verificar debe plantearse otra distinta y estudiar si con ella se explican las marcas que dejó el fuego. Y así hasta encontrar una hipótesis que valide plenamente el escenario final del incendio.

Para encontrar el combustible inicial a veces puede ser preciso tomar muestras y analizarlas en un laboratorio. Tal será el caso de un incendio provocado por un líquido inflamable.

Cuando se encuentren trazas que indiquen la presencia de un líquido inflamable o se sospeche de un incendio intencionado, será preciso el análisis de muestras.

La toma de tales muestras, como en el caso de la retirada de otras pruebas, exigirá un procedimiento riguroso para no contaminarlas, y una correcta cadena de custodia para que sean legalmente válidas en un posible proceso criminal.

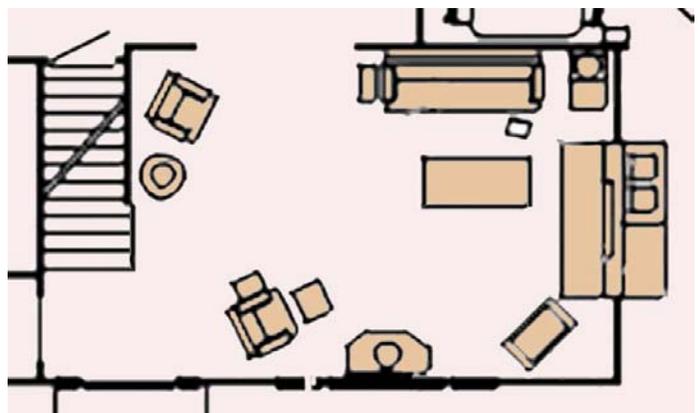


Figura 36.12. Escenario inicial antes y después de un incendio, y plano esquemático de la escena.

En ocasiones no es posible determinar con claridad la causa del incendio, debido a que los daños son tales que hayan quedado completamente destruidas las pruebas que puedan justificar el desarrollo inicial.

ENTREVISTAS A LOS TESTIGOS

En el proceso de investigación los testigos son una fuente importante de información. Aunque las entrevistas formales deben hacerse de modo metódico y tras una inspección preliminar de la escena del incendio, puede ser de gran interés, si es posible, recabar información de testigos en las fases iniciales del incendio,

Páginas suprimidas en esta muestra

A los propietarios de las zonas afectadas por el fuego también se les debe solicitar información detallada de la posición habitual del mobiliario en las zonas afectadas por el incendio, así como de detalles de los productos almacenados, especialmente de aquellos que puedan contribuir a un agravamiento del fuego, por ejemplo pinturas, disolventes u otros materiales inflamables.

PLANOS Y ESQUEMAS DE LA ESCENA

Para reconstruir el desarrollo del incendio se necesita una reproducción gráfica del escenario en el que se ha producido. Son de suma utilidad los planos arquitectónicos de los edificios donde se haya producido un incendio, pero dado que puede que no estén disponibles a tiempo, pueden realizarse esquemas o bocetos sobre el terreno en los que se indique donde estaban los objetos de interés.

Además de un plano de planta general en el que se refleje la disposición de todas las dependencias, deben levantarse planos esquemáticos de cada una de las dependencias que hayan sido afectadas de cualquier modo por el incendio. Aunque los planos no sean a escala, solo simples esquemas, deben conservar las proporciones lo mejor posible.

El objetivo que se busca con los planos o esquemas es doble: por un lado conseguir una reconstrucción de la zona como estaba antes del incendio, y por otro registrar las marcas del fuego sobre las paredes, suelos y techo. Por eso, el plano de cada habitación no sólo debe recoger la planta, sino una representación de cada pared. Si es significativo, debe hacerse también un esquema del techo.

En el esquema de cada pared deben reflejarse las marcas dejadas por el humo, deterioros del enlucido, etc.

Para desarrollar las hipótesis del incendio hay que introducir la situación del mobiliario y enseres en la reconstrucción gráfica de la escena del incendio. Esta información sobre el contenido y disposición del mobiliario puede obtenerse de los ocupantes del lugar, sean propietarios, inquilinos o empleados.

Debe consultarse con los bomberos cualquier alteración que se observe sobre la disposición inicial del mobiliario manifestada por los ocupantes, ya que los bomberos suelen remover objetos para alcanzar mejor fuegos ocultos durante las operaciones de extinción. También se puede consultar a otras personas que hayan estado en la escena.

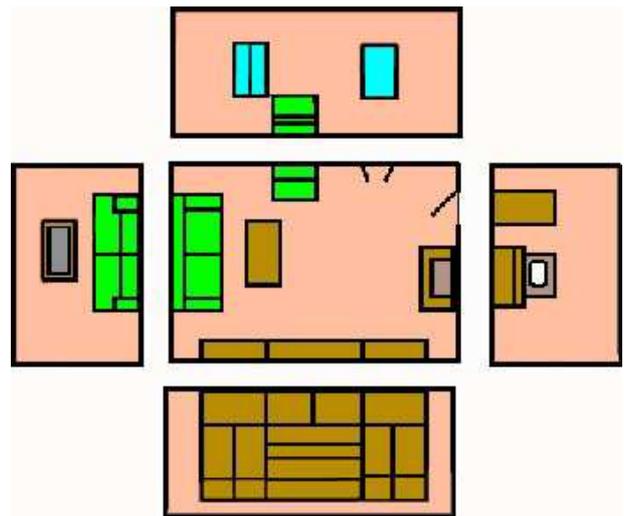


Figura 36.15. Reconstrucción esquemática de una habitación.

La reconstrucción debe indicar la posición de puertas y ventanas (abiertas o cerradas), según la descripción de los ocupantes. Debe consultarse también a los bomberos la disposición de las puertas cuando ellos llegaron a la escena.

El esquema de cada pared debe relacionarse claramente con el plano de planta, o incluso dibujarse directamente alrededor de él, para tener una visión global del recinto. En los trabajos posteriores de oficina, pueden utilizarse programas informáticos para la reconstrucción, incluso tridimensional, del escenario del incendio.

FOTOGRAFÍAS

Las fotografías son imprescindibles en una investigación compleja o a la que siga un proceso judicial. Deben tomarse fotografías de la escena durante todo el proceso, especialmente de las marcas y de la situación de las pruebas. Si es posible también deben grabarse vídeos.

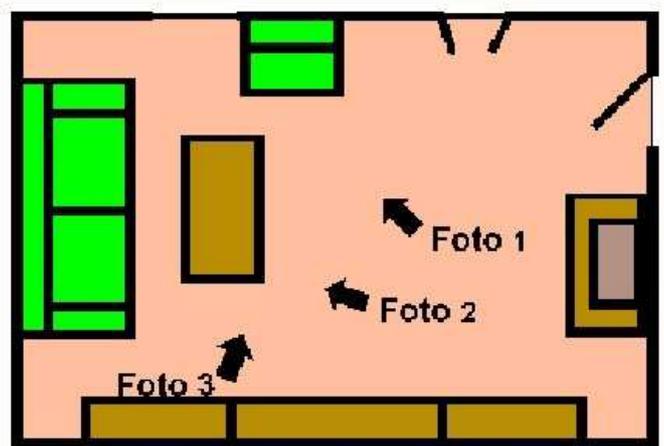


Figura 36.16. Debe anotarse en el plano la posición desde la que se realizan las distintas fotografías.

Páginas suprimidas en esta muestra

El hollín expuesto directamente a las llamas puede llegar a arder y desaparecer dejando una zona de combustión limpia, con claras líneas de demarcación.

Las zonas de combustión limpia en una pared o techo no siempre están en las proximidades de un foco de fuego. Si se produce un rollover o un flashover, las llamas pueden alejarse mucho del foco del incendio quemando los restos de hollín también en puntos alejados del foco. Una zona de combustión limpia muy extensa y en un plano alto respecto del suelo puede ser un indicio de que en el recinto se ha producido un flashover.

Sombras de humos y calor

Algunos elementos pueden quedar protegidos por otros respecto del humo y el calor, produciéndose una zona de sombra. Así, los depósitos de hollín sobre las paredes pueden verse entorpecidos por objetos que las protejan, tales como cuadros o similares. Esos objetos dejarán tras ellos una zona de menor exposición.

Según progresa el incendio los elementos que protejeron a otros pueden acabar desapareciendo, pero el efecto de apantallamiento seguirá siendo observable.

El mismo efecto puede apreciarse sobre otros elementos de mobiliario que hayan estado expuestos a la radiación. Un objeto puede bloquear el recorrido de la radiación y dejar una marca irregular sobre el horizonte de calor previsible.

Pero a veces las sombras de calor presentan un aspecto contrario al esperado, como un negativo. Es decir, en el lugar donde ha estado previamente un cuadro aparece una marca más oscura, como de mayor exposición al hollín, en vez de ser más clara como correspondería a una zona protegida.

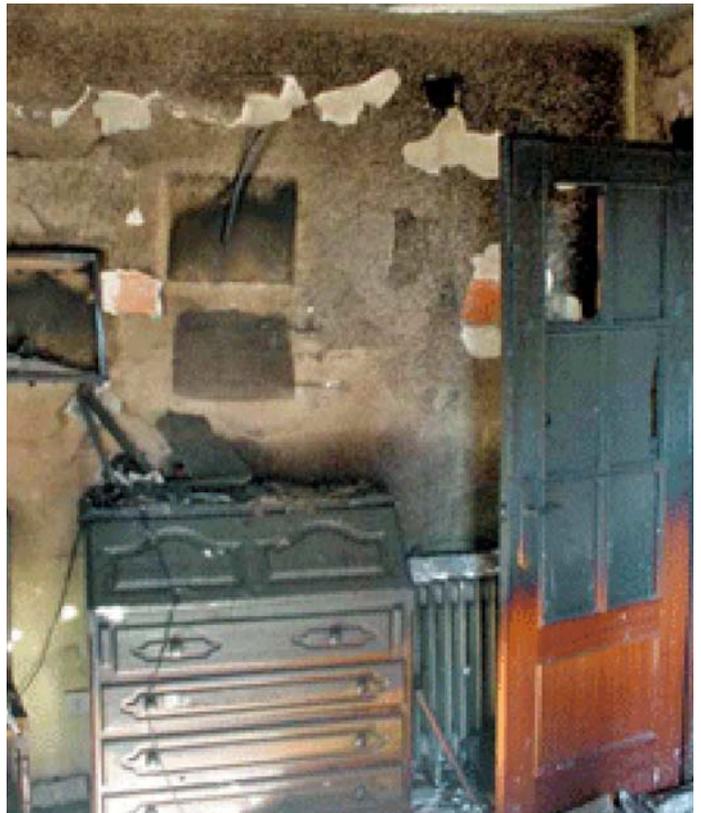


Figura 36.22. Sobre la pared de la imagen, se ven las sombras de humo en negativo, dejadas por los cuadros que se han caído durante el incendio.

La razón de este fenómeno puede explicarse por una gran producción de humos inicial, que produce grandes depósitos de hollín, que son posteriormente quemados durante el flashover: Los depósitos de hollín que haya detrás de objetos ligeros, como cuadros, pueden ser protegidos de la llamarada del flashover, pero quedar expuestos tras el flashover al caer tales objetos. Al no haber llamas a partir de ese momento, los depósitos de hollín se mantienen creando un sombra en negativo sobre la pared.

En el suelo también pueden encontrarse sombras de calor o humo producidas por objetos caídos. Esto puede ayudar a establecer una cronología de los hechos, apoyándose en el colapso de muebles que han llevado al suelo a tales objetos. Según los objetos hayan llegado antes o después al fuego, las sombras de calor presentarán aspectos diferentes.

Marcas de calor

Del mismo modo que el humo, los gases calientes y las llamas producen efectos diversos en los materiales con los que contactan, por ejemplo de carbonización o de oxidación, que configuran un "horizonte de calor" determinado por los diversos niveles de daños o transformación de los elementos afectados por el calor. Si el

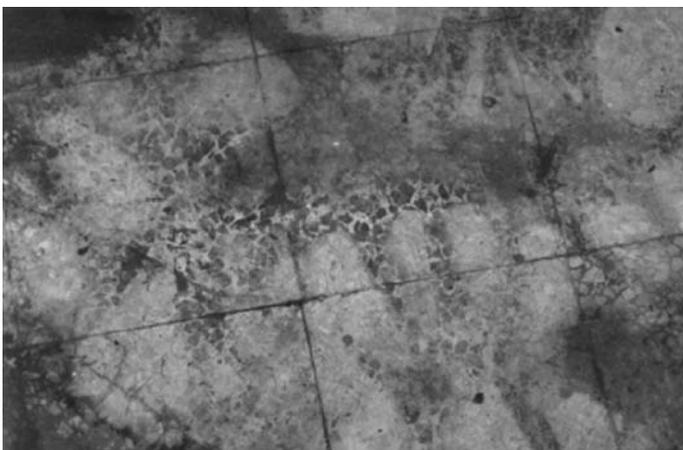


Figura 36.21. Sombras de humo dejadas en el suelo por objetos caídos durante el incendio.

calor no es suficientemente intenso, solo quedarán restos de hollín y aerosoles, pero si el calor es suficiente, las superficies se pirolizarán o se destruirán.

Las marcas producidas por el calor pueden ser de diverso tipo:

- Calcinación o exfoliaciones de elementos constructivos
- Carbonización en elementos de madera
- Marcas de oxidación en elementos metálicos
- Fusión en metales, vidrio o elementos plásticos.

Puntos de combustión secundarios

En el análisis de las marcas de calor, es necesario tener en cuenta que pueden producirse focos de combustión secundarios en zonas bajas, debido al goteo de materiales plásticos o a la caída de pavesas o brasas desde puntos elevados.

Estos focos secundarios pueden confundir al investigador y causar errores en algunas ocasiones.

CONFIGURACIÓN DE LAS MARCAS DE HUMO Y CALOR

Las marcas dejadas por el humo y el calor en las superficies del recinto darán pistas sobre la dirección, intensidad y demás características del incendio.

La forma e intensidad de las distintas marcas sobre una superficie indica la posición relativa del fuego con relación a la misma.



Figura 36.23. Las marcas dejadas por el humo y el calor en la mesa junto al sillón, indican claramente que el fuego estaba por encima de la mesa, ya que la parte inferior de la misma está intacta y la parte superior está quemada.

Marcas en forma de V en superficies verticales

El humo y los gases calientes de la combustión ascienden a partir del foco del fuego. Según los gases van enfriándose, la fuerza ascensional disminuye y crece la tendencia al desplazamiento horizontal. Debido a ello, la forma del penacho de gases es un cono cuyo vértice se apoya sobre la fuente de calor.

Los focos de calor más intensos generarán un cono más cerrado porque los gases son más calientes y ascienden muy rápido, mientras que el cono del penacho será más abierto en los fuegos de desarrollo más lento.

Desde la base de las llamas, hasta la parte superior de éstas, el proceso es inverso, formándose un cono de gases cuya base está en junto al origen de las llamas y cuyo vértice está por encima del foco.

Ambas figuras conforman conjuntamente una forma conocida como reloj de arena. Los contactos con las paredes de las llamas o del penacho de humo dejan marcas en forma de "V" o de "V invertida", debidos a la intersección del plano de la pared con el cono de llamas o de humo respectivamente.

Las marcas en V pueden ser más o menos abiertas. Una marca más abierta puede indicar un fuego desarrollado más lentamente que otro que deje una V más cerrada, pero generalmente solo debe identificarse una

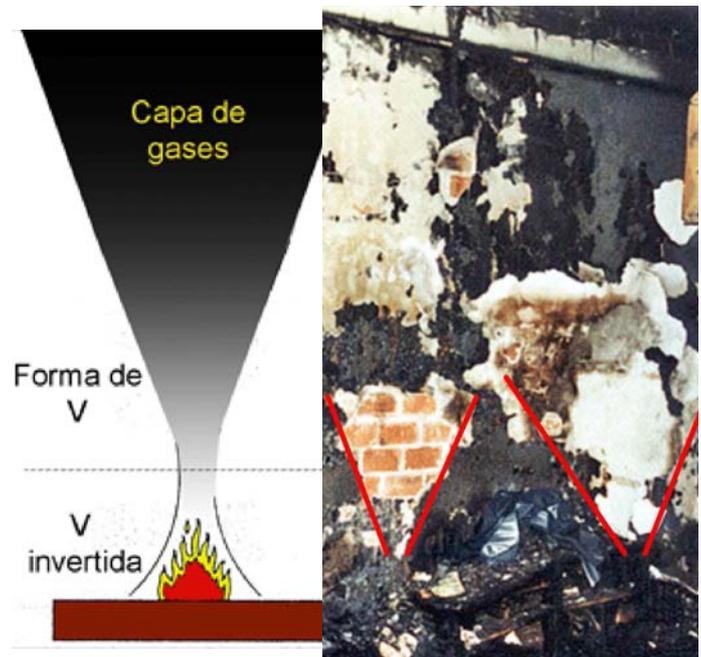


Figura 36.24. A la izquierda esquema de las marcas del humo en forma de "reloj de arena", y a la derecha, marcas en forma de V causada por un incendio real sobre una pared. Se observa que la marca izquierda corresponde a un foco más intenso, ya que está el ladrillo al descubierto y el revestimiento de la pared se ha perdido casi hasta el techo.

Páginas suprimidas en esta muestra

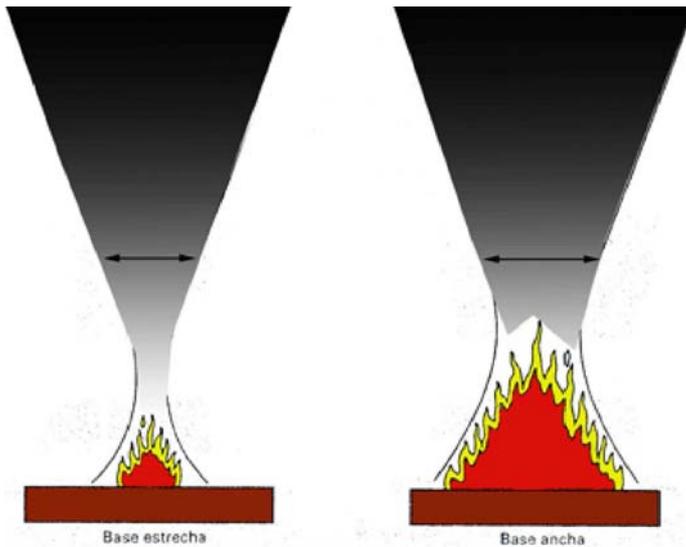


Figura 36.25. La amplitud de la V generalmente se asocia con un fuego de base más ancha, aunque en algunos casos se corresponde con un fuego de desarrollo más lento.

V muy abierta como muestra de un fuego de base más ancha por estar más extendido el combustible en dicho punto. Varias marcas en "V" pueden superponerse, marcando el deterioro del revestimiento de la pared.

Las corrientes de aire pueden distorsionar la forma de dicho cono e inclinarlo, así que la inclinación del cono dependerá de las corrientes de aire originadas durante el incendio. La V estará más inclinada en la dirección de la corriente de ventilación.

Si una pared está constituida por varios elementos verticales contiguos, como en el caso de que esté revestida por listones de madera, cada elemento vertical tendrá una marca sesgada, pero el estudio conjunto de todos los elementos permitirá reconstruir la marca en V

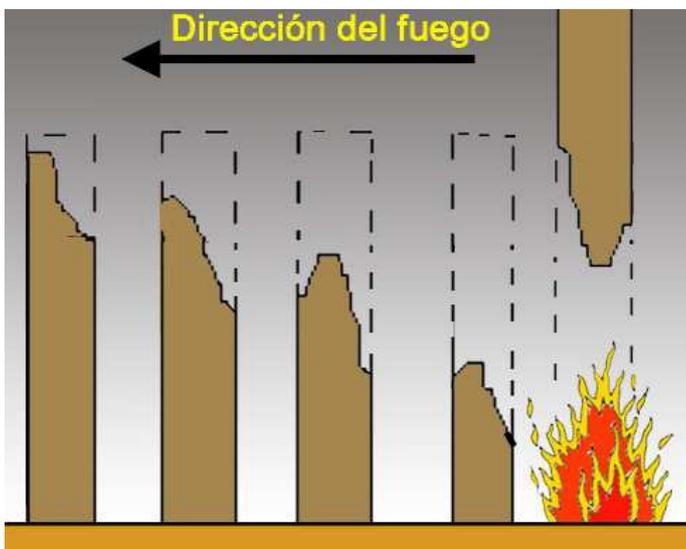


Figura 36.26. Esquema de arcas en forma de flecha sobre listones de madera en una pared. El listón directamente sobre el fuego tendrá forma de puntero, apuntando hacia el foco.



Figura 36.27. A la izquierda marca en V invertida dejada por un líquido inflamable. A la derecha marca en V invertida por un foco elevado, concretamente sobre una mesa que no aparece en la fotografía y el fuego en el respaldo del sofá.

sobre la pared. Cada elemento vertical tiene la configuración de una de flecha cuya punta está orientada hacia arriba en dirección contraria al fuego, por lo que a estas marcas también se las conoce como marcas en forma de flecha.

A veces pueden encontrarse en las paredes marcas de humo en forma de V invertida, es decir más anchas en su base que en su parte superior, que no van asociadas a los daños más severos del calor. Estas manchas de humo suelen ir asociadas a fuegos de combustibles volátiles tales como líquidos inflamables cuyos vapores se consumen antes de llegar al techo.

Marcas en forma de U

Cuando el cono del penacho incide con una pared, lejos del foco, pueden aparecer marcas en forma de U en las zonas de intersección del penacho con la pared. Estas marcas son similares a las marcas en V, pero presentan un vértice redondeado.

Debido a la mayor separación del foco, las marcas en U estarán en un plano más alto que las marcas en V.

Otras marcas

En las superficies horizontales el humo y el fuego dejan marcas con una forma más o menos circular con bordes irregulares. Si están por encima del foco del incendio, la parte central de la marca tenderá a ser la de mayores daños o mayor concentración de humo. Si la

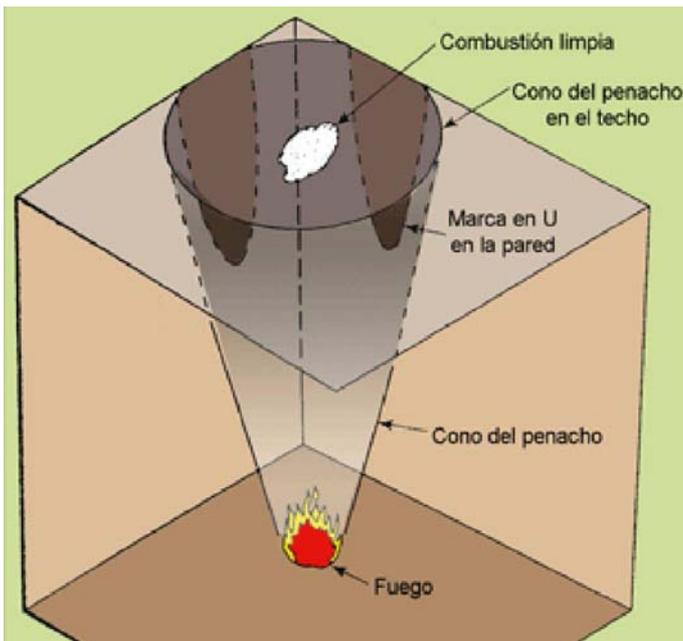


Figura 36.28. Esquema de cómo se forman las marcas en forma de U. Sobre el foco, la mayor cantidad de calor puede dejar una marca de combustión limpia.

marca está por debajo del foco de fuego, la parte central de la marca circular pueden ser la que presente menos daños o menos hollín.

Las marcas en el techo resultan de la intersección con este, del cono invertido del penacho. Su forma será más o menos circular y normalmente se configura en varias marcas concéntricas, la más interna de las cuales es la que muestra mayor deterioro. Las marcas en el techo pueden no estar en la vertical del foco si las corrientes de ventilación han sido intensas y el penacho se ha inclinado en la dirección de tales corrientes.

La intersección del penacho con el techo, las paredes (formando marcas en V o en U), y el suelo, configuran un tronco de cono truncado que puede dar una idea tridimensional de la constitución del penacho de gases.

Las marcas en el suelo pueden ser también en forma de un anillo o toroide, es decir marcas más o menos irregulares y concéntricas. En muchas ocasiones estas marcas en anillo se deben a la presencia de líquidos inflamables, y presentan menos afectación en el centro, dado que cuando hay un charco de líquido en el suelo el propio líquido protege al suelo y las marcas de calor y humo se forman alrededor del charco.

Cuando se encuentran estas marcas concéntricas que indican menos daños en el centro que en la periferia puede sospecharse de la presencia de un combustible líquido en el escenario y debe prestarse especial atención en la búsqueda de recipientes que hayan podido contener dichos líquidos, pero para confirmar el diag-



Figura 36.29. Los líquidos inflamables dejan marcas con bordes irregulares sobre el suelo.



Figura 36.30. Marcas concéntricas con los bordes más quemados, dejadas por un fuego de gasolina en el suelo. Obsérvese que en la pared, han quedado también marcas en forma de V invertida, habituales con la combustión de líquidos volátiles.

nóstico deberán tomarse muestras y analizarlas en un laboratorio, dado que no siempre se corresponden con la presencia de un líquido inflamable.

Marcas concéntricas pueden producirse también por goteo de plásticos que continúan ardiendo en el suelo, pero en estos casos el punto central suele ser mucho más pequeño que en el caso de un charco de combustible.

Si se observan muchas pequeñas marcas juntas con forma de anillo o bordes irregulares puede sospecharse de salpicaduras de un líquido combustible, sobre todo si están en una superficie vertical. No obstante, esto deberá confirmarse también con análisis de laboratorio.

Cuando se vierte un líquido inflamable que posteriormente se inflama, suele quedar un rastro que indique la configuración en el suelo del vertido. En el caso de un

Páginas suprimidas en esta muestra



Figura 36.38. Bombilla con el cristal fundido por un incendio. La parte más deformada indica de donde venía el calor.

Cuando se encuentran cristales rotos debe anotarse siempre hacia donde cayeron los fragmentos. Si los cristales de una planta baja cayeron hacia el interior lo más probable es que hayan sido rotos desde fuera. Habrá que consultar a los bomberos si fueron ellos los responsables.

La misma consulta habrá que hacer a los bomberos si se encuentra un vehículo con los cristales rotos en la escena del incendio, ya que pueden haber sido rotos por los bomberos durante los trabajos de extinción.

Las bombillas de incandescencia que reciben suficiente calor se deforman en la dirección orientada al fuego. La deformación la produce la sobrepresión de los gases internos combinada con el ablandamiento del cristal por el calor. Algunas bombillas de pequeña potencia están cerradas al vacío en vez de contener gases inertes, por lo que la deformación puede ser hacia adentro.

Carbonización de elementos de madera

El fuego deshidrata la madera en una primera fase y produce su pirólisis posteriormente, modificando su composición química y generando a partir de ella elementos volátiles que se queman formando las llamas. En este proceso la madera se agrieta y pierde parte de su masa.

El efecto del fuego sobre la madera es superficial, y va penetrando más según crece la temperatura y el tiempo de exposición, cuarteándose y presentando a veces un aspecto que se ha definido como "piel de cocodrilo".

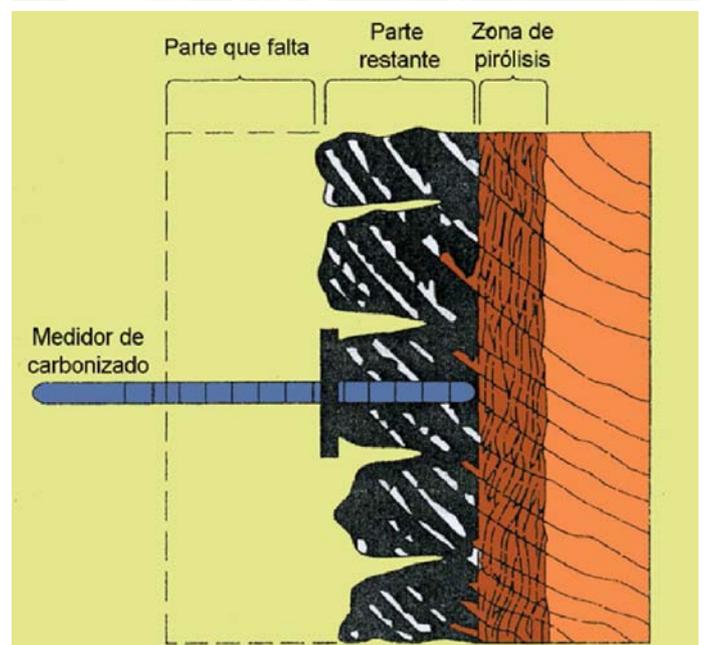


Figura 36.39. Carbonizado de madera y diagrama de como se mide la profundidad de la carbonización, para comparar la afectación entre dos superficies expuestas al fuego.

Analizando la profundidad de la carbonización podrá determinarse la intensidad del fuego. Como no todas las maderas arden igual, el análisis de las marcas de carbonización debe tener en cuenta los diversos tipos de madera presentes.

Si se mide la profundidad de la carbonización en dos puntos distintos de un mismo elemento puede determinarse cual estuvo más expuesto al fuego, porque la carbonización será más profunda donde ha habido más calor (mayor temperatura, más tiempo de exposición, o ambas cosas).

Cuando la carbonización tiene un aspecto homogéneo, la mayor o menor profundidad de la carbonización puede indicar también la dirección del fuego.

Páginas suprimidas en esta muestra

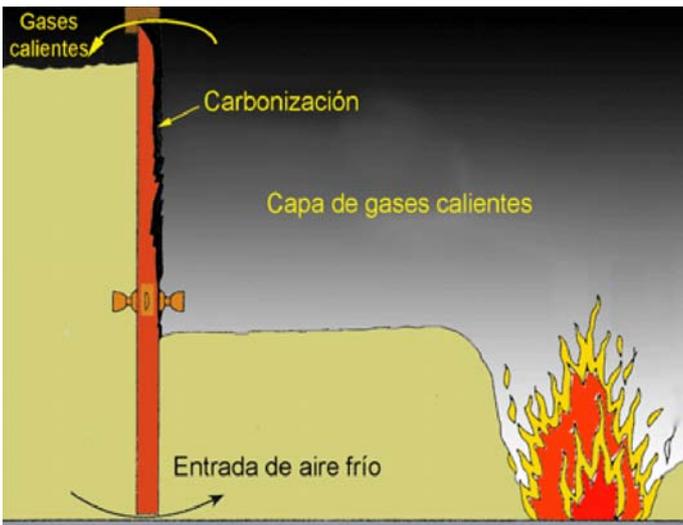


Figura 36.42. El humo se cuele a presión por las rendijas de las puertas, fundamentalmente por la parte superior, tal como se muestra en la fotografía de la derecha, correspondiente a un incendio real, en la que se evidencia que la puerta estaba cerrada.

Aunque el humo y el aire caliente, como cualquier fluido también penetrarán a través de las rendijas de una puerta cerrada, las marcas de humo y calor serán muy tenues en comparación con las que quedarán en una puerta abierta.

Si el fuego no está muy desarrollado, el humo pasará solo a través de las rendijas superiores de la puerta. Por el contrario, en un fuego muy desarrollado en un recinto confinado tras una puerta cerrada, el humo puede descender hasta el nivel del suelo y salir también por debajo de la puerta dejando marcas de ello. La carbonización puede afectar a toda la hoja de la puerta en la cara expuesta al fuego.

En ocasiones puede producirse un foco secundario junto a la puerta debido a la caída de brasas o pavesas, y este foco puede crear la falsa impresión de un fuego muy desarrollado porque es posible que también haya

carbonización de la parte baja de la hoja. No obstante, en estos casos las marcas de carbonización son diferentes, y por debajo de la puerta no sale humo, sino que entra aire del exterior.

Dado que los bomberos tienen que abrir todas las puertas de la zona afectada, bien para buscar víctimas o focos del incendio, o para ventilar, todas las dependencias de un incendio se llenarán de humo en mayor o menor medida. Pero las marcas del humo y del calor varían según la fase del incendio en que se han producido, así que un análisis comparativo con otras puertas, y el análisis de la hoja y del marco indicará si una puerta estaba cerrada o abierta en el momento del incendio. En caso de dudas se puede pedir información a los bomberos.

Una puerta cerrada tendrá marcas más severas del horizonte de humo en la parte expuesta que en las jambas y en los bordes protegidos de la hoja. En la puerta abierta el horizonte de humo presentará una continuidad en estos elementos.

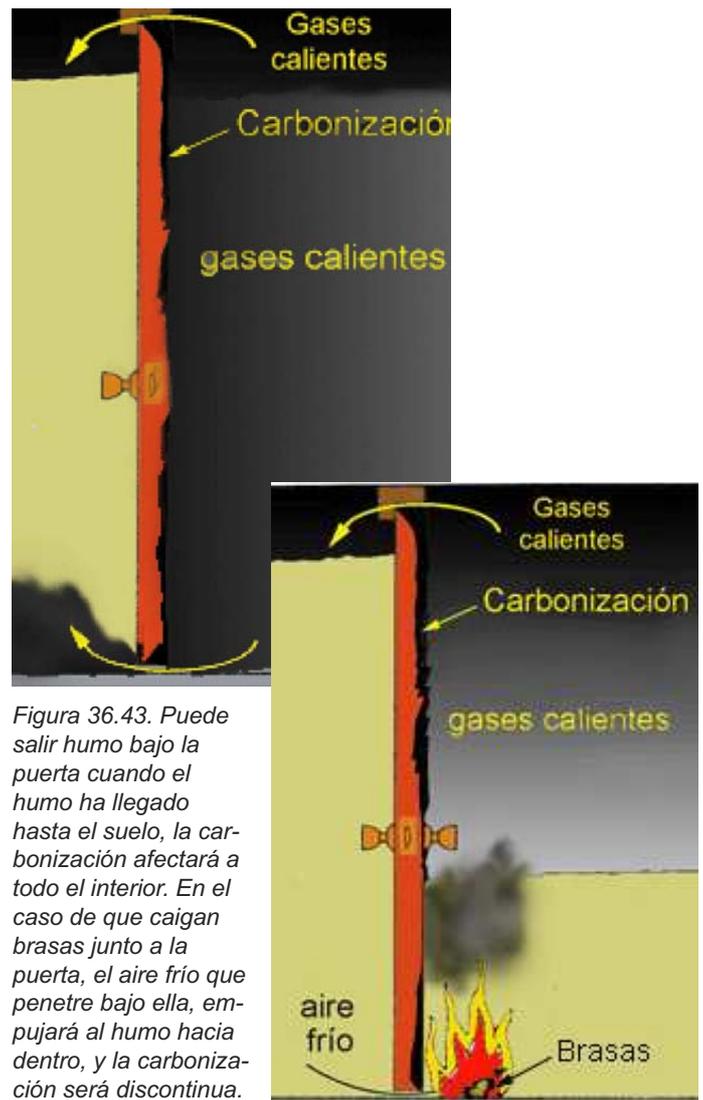


Figura 36.43. Puede salir humo bajo la puerta cuando el humo ha llegado hasta el suelo, la carbonización afectará a todo el interior. En el caso de que caigan brasas junto a la puerta, el aire frío que penetre bajo ella, empujará al humo hacia dentro, y la carbonización será discontinua.

Páginas suprimidas en esta muestra



Figura 36.50. Un cortocircuito puede ser el origen de un incendio, pero también el deterioro de los cables debido al incendio puede ser lo que cause un cortocircuito.

El investigador debe saber reconocer cuando un incendio puede haber sido originado por un cortocircuito, y cuando el incendio es el que ha producido posteriormente un cortocircuito.

El calor generado por un cortocircuito puede provocar un incendio, pero es más frecuente que sean los incendios los que provoquen cortocircuitos en cables activos.

Normalmente los arcos producidos por las tensiones domésticas (220-380 V) no prenden combustibles sólidos, pero pueden inflamar gases, vapores, o polvo en concentraciones inflamables. Los arcos en líneas de alta tensión pueden prender casi cualquier cosa.



Figura 36.51. Un cortocircuito produce una protuberancia redondeada debida a la fusión del metal conductor.

Un sobrecalentamiento de un cable puede generar vapores inflamables tanto por pirólisis de su revestimiento o por la de otros combustibles próximos. Un cortocircuito posterior, provocado por el deterioro del revestimiento, puede prender dichos vapores e iniciar el incendio.

Los cables dañados pueden deberse al calor del fuego, pero los daños también pueden ser debidos a sobrecargas.

El análisis de los daños en los cables eléctricos puede dar pistas sobre sus causas:

- Los cables rotos con bordes desiguales pueden haberse puesto quebradizos debido al calor del incendio y haberse roto debido a la tensión mecánica de la extinción o a un colapso estructural.
- Si el cable fundió por el calor del fuego, en vez de por un cortocircuito, los bordes de fusión serán irregulares y más o menos afilados, al fundir primero la parte externa que la interna.
- Bordes redondeados como ampollas solidificadas de material fundido (perlas) al final de dos hilos de un cable pueden indicar un cortocircuito. En ocasiones se producen proyecciones de material fundido en forma de pequeñas bolas.
- Si el calor que ha afectado al cable procede del exterior, es decir del incendio, el aislamiento funde antes de que el material conductor se vea afectado y se adhiera a este.
- Si el calor procede del interior del cable (es anterior al incendio) se desprenden vapores del aislamiento con lo que el aislamiento plástico tiende a separarse del conductor metálico debido a la presión ejercida por esos gases de pirólisis.
- El cable de cobre cambia a color rojo cereza cuando se calienta. Si el color está solo en la superficie del cable, el calor era probablemente externo. Si el color es uniforme en todo el diámetro, la fuente era probablemente interna. Un análisis detallado de los cables eléctricos debe hacerse al microscopio y requerirá la colaboración de un laboratorio.

Un fallo eléctrico normalmente producirá la apertura de los interruptores de protección, diferencial y magnetotérmicos. Un incendio causado por fallos eléctricos va generalmente asociado a fallos de funcionamiento o de diseño en los interruptores de protección.

La decisión definitiva sobre si hubo o no sobrecargas o cortocircuitos antes del incendio, puede exigir el análisis especializado de los interruptores de protección y la observación microscópica de los conductores.

Los fallos en aparatos eléctricos de cualquier tipo pueden generar suficiente calor para provocar la ignición de elementos plásticos de los mismos, o incluso de com-

Páginas suprimidas en esta muestra

No todos los incendios se manifiestan rápidamente, por lo que en algún caso una causa accidental puede no parecer clara.

Un cigarrillo, por ejemplo, puede iniciar un incendio incluso hasta 3 o 4 horas después de haber caído sobre un material combustible, ya que puede arder muy lentamente y quemar el material con el que está en contacto, que en un momento dado puede avivarse por una corriente de aire, incluso producida por la propia combustión al cambiar de una trayectoria horizontal a vertical, y producir llamas a partir de las cuales el fuego se acelera. Suelen producirse de esta forma en sillones tapizados.

Los fallos en equipos pueden ser debidos a:

- Defectos de construcción
- Defectos de instalación
- Fallos de mantenimiento o carencia de este

Uno de los fallos en instalaciones más frecuentes son los fallos eléctricos, que pueden catalogarse bien como negligentes en el caso de sobrecarga de una instalación, bien como fallos en los equipos si el problema se debe al mal funcionamiento de los elementos de protección, o tener ambas causas simultáneamente.

Los aparatos eléctricos involucrados en un incendio deben revisarse cuidadosamente en busca de algún fallo interno.

INCENDIOS INTENCIONADOS

Debe sospecharse de intencionalidad cuando se dan determinadas circunstancias, por ejemplo que haya varios focos iniciales.

No obstante, el investigador no debe dar por supuesta ninguna hipótesis antes de comenzar, y debe ser siempre riguroso en la búsqueda del punto de origen de fuego y de qué lo causó.

Si hay circunstancias que hagan sospechar de intencionalidad, deben tratar de confirmarse comportamientos anormales del fuego, pero previamente deben descartarse las causas naturales o accidentales.

En la lengua española no está aprobada la palabra incendiario para definir el acto de provocar un incendio intencionadamente. En inglés la frase "incendio intencionado" se traduce como arson, por lo que en muchos países con influencia anglosajona se usan los términos arson, arsonismo y arsonista, para identificar los incendios intencionados, la intencionalidad en la provocación de incendio, y al incendiario.

Evidencias de incendios intencionados

Algunas evidencias deben investigarse como posibles indicios de incendios intencionados, por ejemplo:

- Recipientes que pudieran contener líquidos inflamables, dentro de la escena o en sus proximidades.
- Marcas identificables como de líquidos inflamables fuera de lugar
- Puertas o ventanas forzadas. En el caso de cristales, puede ser evidencias los caídos hacia el interior cuyas marcas de humo sean sintomáticas de que se produjeron una vez que estaban en el suelo.
- Artefactos incendiarios (botellas con mechas, restos de productos combustibles asociados físicamente a cerillas, velas sobre materiales fácilmente inflamables, etc.)
- Origen de incendio claramente identificado, sin que esté asociado a ningún elemento capaz de iniciar el fuego

Deben fotografiarse estas evidencias en el lugar donde se localizaron.

Motivaciones de un incendio intencionado

La persona que provoca un incendio puede hacerlo con ánimo de obtener un beneficio o causar un daño o por ser sujeto de un problema psiquiátrico que le incita patológicamente a provocar incendios. Esta última patología se denomina piromanía.

Son causas habituales del incendiario:

- Vandalismo, o ánimo de hacer daño sin beneficio propio
- Ánimo de lucro, habitualmente defraudando a compañías aseguradoras mediante destrucción de objetos o inmuebles asegurados por encima de su valor
- Intención criminal directa, causando víctimas con el propio incendio



Figura 36.55. Las motivaciones de los adultos para provocar incendios pueden ser muy variadas

Páginas suprimidas en esta muestra