**INSTRUCTIVO**

**ORIGEN DE LOS**

**INCENDIOS**

CN-PR01-IN02

**TABLA DE CONTENIDO**

[OBJETIVO 5](#_Toc155955421)

[ALCANCE 5](#_Toc155955422)

[INTRODUCCIÓN 5](#_Toc155955423)

[SECUENCIA DE ACTIVIDADES. 6](#_Toc155955424)

[ANÁLISIS SECUENCIAL DE MARCAS. 7](#_Toc155955425)

[ROCEDIMIENTO SISTEMÁTICO. 7](#_Toc155955426)

[METODOLOGÍA RECOMENDADA. 7](#_Toc155955427)

[RECOPILACIÓN DE DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ORIGEN. 8](#_Toc155955428)

[Evaluación Inicial del Lugar 8](#_Toc155955429)

[Evaluación de la Seguridad 8](#_Toc155955430)

[Ámbito del Examen 8](#_Toc155955431)

[Orden del Examen. 8](#_Toc155955432)

[Áreas Circundantes 9](#_Toc155955433)

[Exterior del Edificio 9](#_Toc155955434)

[Interior del Edificio 9](#_Toc155955435)

[Alteraciones Posteriores al Incendio 9](#_Toc155955436)

[Excavación y Reconstrucción 10](#_Toc155955437)

[Ámbito de Excavación y Reconstrucción. 10](#_Toc155955438)

[Excavación. 11](#_Toc155955439)

[Equipo Pesado 11](#_Toc155955440)

[Evitar Expoliación. 12](#_Toc155955441)

[Evitar Contaminación 12](#_Toc155955442)

[Lavado de Suelos 12](#_Toc155955443)

[Contenidos 12](#_Toc155955444)

[ACTIVIDADES DE RECOPILACIÓN DE DATOS ADICIONALES PARA DETERMINACIÓN DEL ORIGEN 13](#_Toc155955445)

[Condiciones Antes del Incendio 13](#_Toc155955446)

[Descripción de los Combustibles 13](#_Toc155955447)

[Dimensiones del Edificio 13](#_Toc155955448)

[Servicios y Ventilación del Edificio 14](#_Toc155955449)

[Condiciones atmosféricas 14](#_Toc155955450)

[Sistemas eléctricos. 14](#_Toc155955451)

[Cargas Eléctricas. 14](#_Toc155955452)

[Sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado. 15](#_Toc155955453)

[Sistemas de Combustibles Líquidos 15](#_Toc155955454)

[Observaciones de Testigos. 16](#_Toc155955455)

[Análisis de Datos. 17](#_Toc155955456)

[ANÁLISIS DE MARCAS DE INCENDIO 17](#_Toc155955457)

[Considerar Todas las Marcas. 17](#_Toc155955458)

[Secuencia de Marcas. 17](#_Toc155955459)

[Generación de Marcas. 17](#_Toc155955460)

[Ventilación. 18](#_Toc155955461)

[Marcas de movimiento e intensidad. 19](#_Toc155955462)

[Análisis Vectorial de Calor y Llamas. 19](#_Toc155955463)

[Vectores complementarios. 19](#_Toc155955464)

[Calor fuente. 20](#_Toc155955465)

[Visualización de herramientas adicionales para marcas 20](#_Toc155955466)

[Análisis de la Profundidad de Carbonizado 20](#_Toc155955467)

[Diagrama de profundidad de carbonización. 21](#_Toc155955468)

[Medida de la Profundidad de la Calcinación. 21](#_Toc155955469)

[Madera perdida. 21](#_Toc155955470)

[Inspección de profundidad de carbonización con gases combustibles. 21](#_Toc155955471)

[Inspección de la profundidad de carbonización 22](#_Toc155955472)

[Diagrama de profundidad de calcinación. 22](#_Toc155955473)

[Medición de la profundidad de calcinación. 22](#_Toc155955474)

[INSPECCIÓN DE ARCOS O MAPAS DE ARCOS 23](#_Toc155955475)

[PROCEDIMIENTO SUGERIDO 23](#_Toc155955476)

[Diagrama de inspección de arcos. 24](#_Toc155955477)

[Documentar puntos de arco 24](#_Toc155955478)

[Utilización de la inspección de los arcos. 25](#_Toc155955479)

[Limitaciones en el análisis de arcos eléctricos. 25](#_Toc155955480)

[Análisis de eventos secuenciales 25](#_Toc155955481)

[DINÁMICA DE INCENDIO 26](#_Toc155955482)

[Desarrollo de una hipótesis de origen. 26](#_Toc155955483)

[Hipótesis Inicial 26](#_Toc155955484)

[Modificación de la hipótesis inicial. 26](#_Toc155955485)

[PRUEBA DE LA HIPÓTESIS DE ORIGEN 27](#_Toc155955486)

[Medios de prueba de hipótesis. 27](#_Toc155955487)

[Técnicas y herramientas de análisis. 27](#_Toc155955488)

[Análisis de Cronologías 28](#_Toc155955489)

[Modelos de incendio. 28](#_Toc155955490)

[Pruebas experimentales. 28](#_Toc155955491)

[Selección de la hipótesis final 29](#_Toc155955492)

[Definición del área de origen 29](#_Toc155955493)

[Datos no consistentes. 29](#_Toc155955494)

[Revisión de archivo del caso 29](#_Toc155955495)

[ORIGEN INSUFICIENTE DEFINIDO. 29](#_Toc155955496)

[Área grande adecuada para determinación. 30](#_Toc155955497)

[Justificación de una gran área de origen 30](#_Toc155955498)

[Área de origen según prueba de testigos 30](#_Toc155955499)

[CONTROL DE CAMBIOS 30](#_Toc155955500)

[CONTROL DE FIRMAS 31](#_Toc155955501)

# OBJETIVO

Determinar el origen del incendio y/o explosión que no sea producto de un atentado terrorista, en cumplimiento a los requerimientos legales vigentes.

# ALCANCE

Este Instructivo aplica para el equipo de investigación de incendios, el personal operativo, administrativo y de apoyo de la UAE Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá, desde la determinación del origen del incendio y/o explosión que no sea producto de un atentado terrorista hasta la elaboración del informe Técnico Administrativo cuando sea requerido por la dirección o las entidades competentes.

# INTRODUCCIÓN

En este instructivo se recomienda la metodología a seguir para determinar el origen de un incendio. La zona de origen se define como un edificio, parte de un edificio o zona geográfica en general, situada dentro del escenario del incendio, en la cual, hay razones para creer que se encuentra el punto de origen del incendio o explosión que no sea producto de un atentado terrorista. El “punto de origen” se define como la zona más pequeña dentro de la “zona de origen” que puede identificar el investigador, en la cual, la fuente de calor, la fuente de oxígeno y el combustible han interactuado para que comience un incendio y/o explosión. El propósito de determinar el origen del fuego es identificar en tres dimensiones el punto en el cual se inició el incendio.

La determinación del origen de un incendio conlleva la coordinación de información derivada de uno o más de los siguientes elementos:

* Información de testigos. El análisis de las declaraciones hechas por las personas que han sido testigos del incendio o conocían las condiciones que se daban en el momento de declararse.
* Marcas de incendio. El análisis de los efectos y marcas dejadas por el incendio.
* Mapa de arcos. El análisis de los puntos donde arcos eléctricos han causado daños y la documentación de los circuitos eléctricos involucrados.
* Dinámica del incendio. El análisis de la dinámica del incendio, es decir, los datos físicos y químicos del comienzo del incendio y de su crecimiento y la interacción entre el incendio y los sistemas del edificio.

La metodología general para determinar el origen de un incendio es el método científico. Esta metodología incluye el reconocimiento y definición del problema a resolver, la recopilación de datos, el análisis de los datos, el desarrollo de una o varias hipótesis y, lo más importante, probar las hipótesis. Para usar el método científico, el investigador debería desarrollar al menos una hipótesis basada en los datos disponibles en el momento. Estas hipótesis deberían ser consideradas “hipótesis de trabajo”, que las pruebas pueden descartar, revisar o ampliar en detalle a medida que se obtienen nuevos datos recopilados durante la investigación y se aplican nuevos análisis. Este proceso se repite cuando se dispone de nueva información.

Probar cualquier hipótesis de origen requiere un conocimiento de los eventos asociados al incendio, así como sobre el crecimiento del incendio y como se propaga el incendio a través de un edificio. Un enfoque limitado de solo identificar el primer elemento quemado y una fuente de ignición adecuada deja de tener en cuenta datos importantes que pueden ser usados para comprobar cualquier hipótesis de origen. En ese enfoque limitado, no se tienen bien en cuenta el crecimiento y propagación del incendio y los daños resultantes. El propósito del análisis de la propagación del incendio es determinar si los daños físicos resultantes y los datos disponibles concuerdan con la hipótesis del área de origen.

En algunos casos, un solo elemento, como un artículo irrefutable de prueba física o un testigo creíble de la ignición o una grabación de video, puede ser la base para una determinación del origen. Sin embargo, en la mayoría de los casos no basta por sí mismo un único elemento. El investigador debería usar todos los recursos disponibles para desarrollar las hipótesis de origen y propagación del incendio y para determinar cuál de estas hipótesis encaja en todas las pruebas disponibles. Cuando una hipótesis aparentemente plausible falla en ajustarse a algún elemento probatorio, el investigador debería intentar reconciliar a ambos y determinar cuál de ellos es erróneo.

En algunos casos, será imposible fijar la zona de origen de un incendio. Cuando no puede ser identificado un solo punto, todavía puede ser valioso para muchos propósitos identificar la zona o zonas de origen. En tales ocasiones, el investigador debería ser capaz de proporcionar explicaciones verídicas para la zona de origen con el apoyo de pruebas para cada opción. La no identificación de un punto de origen no eliminará necesariamente la determinación de un origen y una causa. En tales situaciones, la extensión de los daños

Puede reducir la capacidad para identificar específicamente el punto de origen, sin impedir aportar un origen creíble y una hipótesis de causa.

# SECUENCIA DE ACTIVIDADES.

Las diversas actividades requeridas para determinar el origen usando el método científico (recopilación de datos, análisis, hipótesis de desarrollo e hipótesis de prueba) suceden continuamente. Igualmente, grabar el lugar, tomar notas, fotografías, identificar pruebas, entrevistar testigos, investigar las causas, hacer análisis de fallos y otras actividades de recopilación de datos pueden ser realizadas simultáneamente. Generalmente, las diversas actividades de determinación del origen seguirán una secuencia rutinaria, mientras que las acciones específicas de cada actividad pueden realizarse al mismo tiempo.

# ANÁLISIS SECUENCIAL DE MARCAS.

La zona de origen puede determinarse examinando los efectos y marcas del incendio Las superficies del lugar del incendio registrarán todas las marcas de incendio generadas durante la duración del evento, desde la ignición hasta la extinción, aunque estas marcas pueden ser alteradas, sobrescritas o eliminadas después de producidas. La clave para determinar el origen de un incendio es determinar la secuencia en que se han producido estas marcas. Los investigadores deberían procurar identificar y recopilar datos secuenciales y, una vez recopilados, organizar la información en un formato secuencial. Los datos secuenciales no solo indican que sucesión sino el orden en que sucedieron. Las marcas identificables de propagación del incendio podrían llevarnos a un punto de origen. Una vez que el área de origen ha sido establecida, el investigador debería ser capaz de comprender y explicar la propagación del incendio.

# ROCEDIMIENTO SISTEMÁTICO.

Los investigadores deberán establecer un procedimiento sistemático a seguir para cada tipo de incidente. Al seguir un procedimiento, el investigador puede concentrase en el incidente en cuestión y no necesita tratar detalles que estarán en pasos posteriores del procedimiento. Al hacerlo, evita pasar por alto pruebas importantes y formar conclusiones prematuras sobre el origen.

# METODOLOGÍA RECOMENDADA.

En este capítulo vamos a explicar un procedimiento recomendado para el examen del lugar del incendio. Básicamente este procedimiento consiste en un examen preliminar del lugar, el establecimiento de una hipótesis preliminar de propagación del fuego y el examen en profundidad del lugar, la reconstrucción de los hechos, una hipótesis final sobre la propagación del fuego y la identificación de su origen. La identificación del origen puede tener lugar al principio del proceso, dependiendo del tipo de intervalo de tiempo de los diferentes datos. Estas técnicas sirven para informar al investigador, pero la determinación del origen del incendio no se limita a ellas. El investigador debería tener en cuenta todos los aspectos del siniestro. Por ejemplo, las declaraciones de los testigos, la experiencia anterior del investigador y los procedimientos de lucha contra el fuego, desempeñan un papel importante en la determinación de su origen. Pero todos estos aspectos se tratan en otras secciones de esta guía y en otros textos sobre el mismo asunto.

# RECOPILACIÓN DE DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ORIGEN.

Esta sección describe el proceso de recopilación de datos para determinación de origen, incluyendo la evaluación del lugar, excavación y reconstrucción y recopilación de datos adicionales de testigos y otras fuentes.

## Evaluación Inicial del Lugar

Debería hacerse una evaluación inicial del lugar del incendio. La recopilación de datos para la determinación del origen comienza cuando el investigador inicia la evaluación inicial del lugar. Debería tenerse cuidado durante cada uno de los pasos en la evaluación inicial del lugar para proteger al investigador de los riesgos del lugar y preservar éste. El propósito de este examen inicial es determinar el alcance de la investigación, así como el equipo y personal necesario, para determinar la seguridad del lugar del incendio y las áreas que precisarán un estudio posterior.

## Evaluación de la Seguridad

Primero el investigador debería hacer una evaluación inicial de la seguridad. El investigador debe determinar si es seguro entrar en el lugar. Si no es seguro entrar, el investigador puede determinar qué pasos se requieren para proporcionar seguridad personal o que hay que hacer para que el ingreso en el lugar sea seguro. Evaluando todos los riesgos presentes en el entorno. No hay motivo para que el investigador comprometa su seguridad. Apoyándose en el oficial de seguridad y representantes del Sistema Comando de Incidentes presentes en la escena.

## Ámbito del Examen

Una vez resueltos los aspectos de seguridad, el investigador puede comenzar la evaluación inicial del lugar. El propósito de esta evaluación inicial es determinar la complejidad y extensión de la investigación, identificar el equipo y personal requeridos y determinar las áreas que precisarán un estudio posterior.

## Orden del Examen.

Esta evaluación puede tener lugar al mismo tiempo que la documentación inicial del lugar. La evaluación debería incluir el aspecto general del lugar o edificio, tanto exterior como interior, y de todas las áreas pertinentes. El orden en que se realiza la evaluación puede variar, dependiendo de las condiciones del lugar. Algunos investigadores prefieren comenzar por el área menos dañada y moverse hacia el área más dañada. Otros investigadores prefieren empezar en el punto más elevado del lugar y trabajar descendiendo. Independientemente del orden que se elija para un lugar en particular, la cuestión es evaluar todas las áreas que sean pertinentes para el origen y propagación del incendio.

## Áreas Circundantes

Los investigadores deberían incluir en su examen la localización de áreas que rodean el lugar. Estas áreas pueden mostrar pruebas importantes o marcas de incendio, lejos del núcleo principal del lugar, que pueden permitir al investigador definir mejor el lugar y la investigación. Debería documentarse todo lo que tenga interés, así como su ubicación en relación con el lugar. Esta fase del examen puede usarse para buscar testigos entre los vecinos del incendio y personas que pudieran aportar información sobre el incidente.

## Exterior del Edificio

Una inspección del perímetro completo del edificio puede revelar la extensión y ubicación de los daños y puede ayudar a determinar el tamaño y complejidad del lugar. Debería anotarse el método general de construcción y la clasificación de ocupación. La construcción relata cómo fue construido el edificio, tipos de materiales usados, superficies exteriores, remodelaciones previas y cualesquiera características inusuales que pudieran haber afectado al inicio y propagación del incendio. Una consideración importante es el grado de destrucción que puede darse en los edificios de tipos y métodos de construcción mixtos.

Hay que anotar los daños producidos por el fuego en el exterior del edificio como manera de ayudar a establecer las zonas que hay que estudiar con más atención. En este punto de la investigación no es necesario todavía hacer un análisis en profundidad de los daños.

## Interior del Edificio

En su evaluación inicial, los investigadores deberían examinar todas las habitaciones y zonas que pueden ser importantes para la investigación, incluyendo aquellas áreas dañadas por el incendio o adyacentes al incendio y las áreas dañadas por el humo. El propósito principal de esta evaluación es identificar las áreas que requieren un examen más detallado. El investigador debería observar las condiciones de ocupación, incluyendo métodos de almacenamiento, naturaleza del contenido, uso y mantenimiento. Deberían anotarse el tipo de construcción, acabados interiores y equipamientos. Deberían anotarse las áreas dañadas y la extensión de los daños (severos, menores o nulos) de cada área. Estos daños deberían compararse con los daños observados en el exterior. Durante este examen el investigador debería comprobar la resistencia del edificio.

## Alteraciones Posteriores al Incendio

Durante esta evaluación el investigador debería documentar cualquier indicación de alteraciones posteriores al incendio. Tales alteraciones pueden afectar la interpretación de la investigación acerca de las pruebas físicas. Las alteraciones pueden incluir eliminación o retirada de escombros, del contenido, alteraciones del cuadro eléctrico, cambios de posición de válvulas de sistemas de rociadores automáticos y cambio en los sistemas de gas y combustibles. Si existen tales alteraciones pueden afectar enormemente a la interpretación de las pruebas físicas por parte del investigador. Si observa alteraciones, debería contactar con las personas que las hayan hecho y preguntarles acerca de la magnitud de las mismas y por cualquier documento que puedan tener del lugar antes de producirse éstas.

Al terminar la evaluación preliminar del lugar, el investigador debería haber determinado la seguridad del lugar del incendio, las necesidades probables de equipos y personal y las zonas circundantes del edificio que requieren una inspección más detallada. La evaluación preliminar del lugar es un aspecto importante de la investigación. El investigador debería dedicar todo el tiempo necesario en hacer estas determinaciones. El tiempo que dedique a esta tarea le ahorrará después mucho tiempo y esfuerzo.

## Excavación y Reconstrucción

Las excavaciones en el escenario de un fuego (el examen, estratificación y retirada de escombros) y la reconstrucción, permiten al investigador observar marcas sobre las superficies expuestas y localizar pruebas que puedan ayudar a la hora de realizar un análisis preciso del origen del fuego. El propósito de la reconstrucción del escenario de un incendio es recrear lo mejor posible, la situación previa al fuego del contenido y de los componentes estructurales. Entrevistas, diagramas, fotografías, y cualquier otro medio puede ser de ayuda a la hora de establecer las condiciones previas a un incendio.

## Ámbito de Excavación y Reconstrucción.

Ya que la evaluación preliminar del lugar ha identificado las áreas que necesitan examen más detallado, la tarea de reconstrucción del lugar del incendio puede no requerir la retirada de residuos la reposición del contenido en la totalidad del edificio. Como se indicó previamente, la evaluación preliminar del lugar no debería hacerse precipitadamente. Un cuidadoso análisis del lugar del incendio puede ayudar a reducir a un nivel práctico la dura tarea de retirar los restos. Si el área a reconstruir no puede ser reducida, el investigador debería aceptar la necesidad de retirar los restos de la totalidad del área de interés.

**Seguridad**

En todos estos trabajos se requieren prácticas seguras. La excavación y retirada de restos puede debilitar un edificio y hacerlo colapsar. La retirada de restos puede también exponer sustancias peligrosas, orificios descubiertos del suelo, cableado eléctrico energizado, Todo riesgo importante que pueda ser encontrado durante la investigación debería ser minimizado antes de continuar.

## Excavación.

Una adecuada retirada de restos es esencial para una cuidadosa investigación de incendio. Una inadecuada retirada de restos y la exposición resultante de porciones reducidas de marcas de incendio y otras pruebas puede conducir a un análisis incorrecto. Una investigación del lugar del incendio supone normalmente un trabajo sucio y duro. Es esencial aceptar este hecho al llevar a cabo una adecuada investigación de incendio.

Los investigadores deberían tener en cuenta donde se situarán los restos que se retiran. En algunos casos, puede ser deseable mover los restos a un lugar seguro. Los restos deberían moverse solo a un área que ya ha sido examinada o que no precisa un examen y documentación futura.

## Equipo Pesado

Un investigador puede requerir el uso de equipo pesado como grúas, retroexcavadoras o palas excavadoras. Las condiciones del lugar del incendio pueden necesitar la retirada de componentes o contenido del edificio, porque constituyan un riesgo de seguridad, bloqueen accesos o necesitan ser retirados durante la sistemática revisión del lugar. Debido al uso de equipo pesado, el lugar debería ser documentado del mismo modo por todos los investigadores. Cuando se usa equipo pesado la documentación debería ser llevada a cabo a intervalos frecuentes.

Trabajar con equipo pesado puede ser peligroso y ruidoso. Debería designarse a un investigador para la comunicación con el operador de equipo pesado. A medida que la investigación avanza hacia nuevas áreas físicas, debería realizarse una sesión de instrucciones con el personal de equipo pesado que incluya los objetivos de esta sección. La velocidad de una investigación en un área de incendio es mucho menor que la de operación normal del equipo pesado. Debería consensuarse un código común de señales manuales antes de empezar a usar equipo pesado de modo que el personal operador tenga claro quién da las órdenes y las señales manuales que indican acciones específicas. Para reducir el riesgo de daños personales, la operación de equipo pesado debería cesar cuando entra una persona en el área de riesgo en la que opera el equipo pesado.

Si es posible, antes de usar equipo pesado, deberían ser identificadas las áreas en las que se sospeche la presencia de residuos de líquidos inflamables. Si es posible, las muestras deberían recogerse antes del uso de equipo en estas áreas. Antes de ser usado, el equipo pesado debería ser inspeccionado y anotarse si hay fugas de compuestos petrolíferos. El repostaje del equipo debería hacerse en un área definida, alejada de las áreas de interés, de modo que no se contaminen el lugar o elementos al entrar en el lugar. Si la contaminación es posible se deberían tomar muestras de los fluidos del equipo para compararlos.

Los elementos que se han retirado del edificio pueden ser examinados y documentados y permanecer en el lugar del incendio si precisan más investigación. La retirada de restos a otro sitio puede limitar investigaciones posteriores, pero a veces es necesaria. Debería documentarse bien lo que se retira.

## Evitar Expoliación.

Durante la excavación, debe tenerse cuidado de evitar daños a fuentes de ignición, combustibles y otras pruebas potencialmente importantes en el lugar. Si el área de interés para el investigador contiene pruebas importantes, debería tenerse en cuenta la suspensión de la investigación y avisar a las partes interesadas para que puedan ver las pruebas en su sitio.

## Evitar Contaminación

Para evitar la contaminación del lugar, deberá tenerse un cuidado extremo en relación con el uso del equipo portátil alimentado por combustible líquido, como sierras alimentadas con gasolina. El reabastecimiento de este equipo debería hacerse lejos del edificio.

## Lavado de Suelos

Después de la adecuada retirada de restos, además que se han tomado las muestras necesarias para examen o pruebas y realizado la completa documentación, puede ser útil lavar con agua el suelo o superficie. Deberían trabajarse con precaución el uso de los chorros de alta presión y chorro directo ya que pueden dañar pruebas importantes.

## Contenidos

Cualquier elemento, o sus restos, descubiertos durante la retirada de escombros deberían documentarse sobre su localización, condición y orientación. Una vez que los restos se han retirado, los contenidos pueden ser ubicados en su posición anterior al incendio para el respectivo análisis.

Cuando el elemento ha sido desplazado durante la extinción o revisión, la reconstrucción posterior al incendio es más difícil. La posición donde fue localizado el elemento pude mostrar un área protegida u otra indicación, como las marcas de las patas de una mesa dejan el tatuaje en el suelo. El problema es saber que elemento va en cada marca. Si no es posible una determinación precisa mediante el análisis del lugar o la identificación por un testigo, deberían tenerse en cuenta todas las orientaciones posibles. En caso contrario, la orientación no debería incluirse en la reconstrucción del lugar del incendio. Una suposición sobre cómo estaba orientado el contenido o elemento puede ser falsa y, por tanto, proporcionar datos falsos al proceso de análisis. Una alternativa es documentar los elementos en todas las posiciones posibles con la esperanza que información posterior nos indique la ubicación exacta. Además de reemplazar el elemento, la reconstrucción debería incluir también la reposición de los elementos estructurales (puertas, uniones, pernos, secciones de paredes y techos) que puedan mostrar marcas de incendio.

# ACTIVIDADES DE RECOPILACIÓN DE DATOS ADICIONALES PARA DETERMINACIÓN DEL ORIGEN

## Condiciones Antes del Incendio

Las condiciones del edificio antes del incendio podrían ser determinadas hasta donde sea posible. Detalles como el estado de conservación, condiciones de cimientos y chimeneas, daños por insectos, existencia y condición de sistemas de protección y otros pueden ser datos significativos. La obtención de fotografías y videos previos al incendio pueden ser beneficiosas, pero debería tenerse en cuenta los cambios que pueden haber ocurrido desde que se tomaron hasta el momento del incendio. Los propietarios, empleados u ocupantes pueden ser capaces de proporcionar información y diagramas sobre las condiciones anteriores al incendio. La comprobación de los vecinos puede proporcionar también fotografías mostrando el edificio. Algunas páginas de internet ofrecen actualmente fotografías del edificio previas al incendio. Hay compañías especializadas en fotografía aérea, sobre todo de edificios comerciales, que pueden ofrecer vistas previas al incendio. También se dispone de imágenes por satélite de muchas áreas y pueden ofrecer documentación previa al incendio del lugar y el área circundante. Puede haber información disponible del departamento de bomberos, que puede incluir fotografías, planos del edificio, riesgos especiales y sistemas de protección contra incendios. Otras agencias gubernamentales pueden tener también información y archivos previos al incendio.

## Descripción de los Combustibles

El investigador deberá identificar los combustibles presentes en el edificio o área de interés y sus características. Al estudiar la zona de origen, el tipo, cantidad y ubicación específica de los combustibles estructurales y contenidos deberían ser identificados para ayudar al análisis de marcas del incendio, crecimiento del incendio y características de su propagación. En este proceso, no solo es importante identificar el posible combustible inicial sino también identificar los posteriores combustibles involucrados.

## Dimensiones del Edificio

Las dimensiones físicas de un edificio son un dato importante. En muchos casos, la estructura posterior al incendio constituye el único medio de obtener dimensiones. Deberían anotarse las dimensiones de todas las áreas del edificio que puedan usarse para comprender el crecimiento del incendio y la propagación del humo y el incendio. Las dimensiones deberían incluir el ancho, largo y altura de una habitación o edificio. La ubicación, tamaño y condición (abierto/cerrado) de todas las aberturas deberían ser anotadas, así como cualquier estructura u obstrucción que afectase al flujo de los gases del incendio. El esfuerzo necesario para obtener información de dimensiones puede requerir mucho tiempo y la cantidad de información recogida ser limitada dependiendo de la extensión de la destrucción. Para reconstruir un incendio mediante un modelo de incendio o cálculo manual puede ser necesaria información específica. Cuando el lugar ya no está disponible, la información puede obtenerse de fotografías de la investigación, notas y diagramas de investigaciones anteriores o de arquitectos, ingenieros, contratistas, compañías aseguradoras o constructora. El investigador debería comprobar la exactitud de los planos y si éstos representan el estado final del edificio.

## Servicios y Ventilación del Edificio

Los sistemas del edificio pueden causar incendios o influir en el crecimiento del incendio. El investigador deberá considerar la recopilación de información sobre las condiciones previas al incendio de sistemas eléctrico, de calefacción, ventilación y aire acondicionado, gases combustibles y protección contra incendios de un edificio. Esta recopilación deberá hacerse siempre cuando se cree que un sistema puede estar involucrado en la causa, detección, propagación o extinción de un incendio.

## Condiciones atmosféricas

El investigador deberá documentar los factores atmosféricos que pudieran haber influido en el incendio. El área circundante puede proporcionar pruebas sobre las condiciones atmosféricas. La dirección del viento puede indicar mediante el movimiento del humo tanto el daño en edificaciones como vegetación. Además, las condiciones atmosféricas posteriores al incendio pueden causar cambios en las condiciones físicas del lugar.

## Sistemas eléctricos.

Debe documentarse el sistema eléctrico. Deben determinarse los medios usados para distribuir electricidad y documentarse los daños a los sistemas. El proceso de documentación deberá comenzaren la acometida eléctrica. Deberá anotarse el amperaje y tensión de entrada en el contador. El tipo, características nominales, posición (en servicio/desconectado/fuera deservicio) y condiciones de los dispositivos de protección de circuitos. Pueden ser relevantes para la investigación y deberán ser documentados.

## Cargas Eléctricas.

Observe la situación de las cajas e interruptores eléctricos en la habitación o lugar de origen. Los aparatos eléctricos enchufados deberán ser identificados y documentados. El proceso de investigación puede incluir el trazado de circuitos en un edificio. El propósito de este trazado es identificar los interruptores, cajas y fijaciones de un circuito en particular, así como que dispositivo de sobretensión protege dicho circuito y su posición y condición. Deben anotarse los aparatos y cargas eléctricas. Puede ser necesaria una documentación más detallada de los sistemas eléctricos cuando se cree que son la causa o un factor contribuyente del incendio o cuando se usa un mapa de arcos. Tenga precaución cuando interprete los daños del cableado y equipo eléctrico ya que puede ser difícil distinguir entre causa y efecto.

## Sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

El movimiento de aire a través de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado puede afectar al crecimiento y propagación de un incendio y puede ocasionar el transporte de productos de combustión a través de un edificio. El investigador deberá anotar la ubicación, el tamaño y función (suministro/retorno/extracción) de aireadores en el área de interés y si el aireador estaba abierto, cerrado o tapado en el momento del incendio. La comprobación de filtros puede proporcionar pruebas de daños por calor o humo y depósitos de hollín para determinar si el sistema estaba funcionando en el momento del incendio. Algunos sistemas están equipados con detectores diseñados para cambiar el funcionamiento del sistema en caso de incendio. Algunos sistemas están equipados con compuertas manuales o automáticas diseñadas para controlarla propagación del incendio, el movimiento de humoso el flujo de aire. Cuando estos dispositivos están presentes, su ubicación y condiciones específicas deberían ser anotadas y obtenerse cualquier registro de activación. La localización y ajuste de termostatos, interruptores o controles de los sistemas debería ser identificada y documentada.

## Sistemas de Combustibles Líquidos

Debería identificarse y documentarse la alimentación de gas combustible. El propósito de este examen es ayudar a determinar si el gas combustible contribuyó al incendio. Si el examen revela que los gases inflamables pueden haber sido un factor contribuyente, entonces el sistema debería ser examinado y documentado detalladamente. Este examen debería incluir pruebas de fugas, si es posible, y la determinación de la presión de suministro. Como con los sistemas eléctricos, puede ser difícil distinguir entre causa y efecto. Los incendios pueden, y frecuentemente lo hacen, comprometer la integridad del sistema de distribución de gas. El investigador debería documentar la condición y posición (abierta/cerrada) de las válvulas del sistema. Frecuentemente las válvulas se cierran durante un incendio, por ello debería asegurarse de si alguien operó cualquier válvula durante el evento.

Sistemas de líquidos combustibles/inflamables.

Existen muchos sistemas y aparatos de líquidos combustibles/inflamables. Pueden ser sistemas permanentes, como estufas de aceite, o sistemas portátiles, como calentadores de queroseno o gasolina. En cualquier caso, la ubicación y cantidad de combustible presente debería documentarse. Las tuberías de alimentación y válvulas conectadas a suministros de combustible en tanques alejados también deberían documentarse. Si el aparato contiene o tiene adosado un depósito, la cantidad de combustible que queda en el aparato debería ser estimada o medida. Si se sospecha que el dispositivo calefactor es una causa o que su combustible ha contribuido al desarrollo del incendio debería guardarse una muestra del combustible.

Sistemas de Protección Contra Incendios.

El examen de todos los sistemas de protección contra incendios involucrados (sistemas de detección, alarma y supresión de incendios) es importante para determinar si cada sistema funcionó adecuadamente y puede ayudar a seguir el crecimiento y propagación de un incendio. Si el sistema estaba supervisado, deberían obtenerse los registros del servicio de supervisión. En algunos casos, la información puede ser descargada del cuadro central, indicando ubicaciones y tiempos de alarma y avería. Estos datos son volátiles y debería tenerse cuidado al extraerlos del cuadro de alarma. La extracción de estos datos generalmente requiere equipo y conocimientos específicos. Debería emplearse un técnico cualificado para la descarga de datos ya que si se hace incorrectamente pueden perderse. En muchos casos, la energía eléctrica del edificio puede estar cortada después de un incendio por lo que se dispone de tiempo limitado para la recuperación de datos mientras el sistema está alimentado por la batería de respaldo. Debería tenerse en cuenta esta limitación de tiempo cuando se ordene actividades en el lugar.

Cámaras de Seguridad.

Las cámaras de seguridad que vigilan edificios o CCT pueden ser muy útiles, particularmente para proporcionar momentos claves. En algunos casos, los eventos previos o durante el incendio pueden haber sido grabados. La grabación de video puede ser encontrada en un área segura o un lugar remoto. Debería ser recuperada y revisada, aunque esté dañada.

Sistemas de Alarma de Intrusión o movimiento.

Un sistema de intrusión o movimiento puede activarse durante un incendio debido al calor, movimiento de humo, destrucción de cableado o falta de energía. Un sistema de intrusión o movimiento supervisado puede enviar una señal de avería a la estación de control si la línea de transmisión está afectada o pierde energía. Al igual que los sistemas de alarma de incendio, debería intentarse recuperar el histórico del cuadro de alarma antes de rearmar el sistema de alarma.

## Observaciones de Testigos.

Las entrevistas de testigos aportan datos que pueden usarse en el contexto de determinación del origen. Tales testigos pueden proporcionar conocimiento sobre las condiciones antes, durante y después del incendio. Los testigos pueden ser capaces de proporcionar fotografías o grabaciones del lugar antes o durante el incendio.

Las observaciones no son necesariamente solo visuales. Los sonidos, olores y percepciones pueden arrojar luz sobre el origen. Las declaraciones de testigos acerca de la localización del origen crean en el investigador de incendio una necesidad de llevar a cabo una investigación tan detallada como sea posible para recopilar datos que apoyen o refuten las declaraciones de los testigos. Cuando las declaraciones de testigos no están soportadas por la interpretación del investigador de las pruebas físicas, éste debería evaluar cada una por separado.

## Análisis de Datos.

El método científico requiere que se analicen todos los datos. Es un paso esencial que debe preceder a la formulación de cualquier hipótesis. La identificación, reunión y catalogación de datos no equivale a su análisis. El análisis de los datos se basa en el conocimiento, formación, experiencia y pericia del individuo que realiza el análisis. Si el investigador carece del conocimiento para atribuir un significado apropiado a un dato, debería buscarse ayuda de alguien con el conocimiento necesario. La comprensión del significado de los datos permitirá al investigador formular hipótesis basadas en pruebas, en lugar de especulaciones o creencias subjetivas.

# ANÁLISIS DE MARCAS DE INCENDIO

Un investigador deberá leer y comprender los conceptos de los efectos del incendio, su dinámica y el desarrollo de sus marcas. Este conocimiento es esencial en el análisis de un lugar para determinar el origen del incendio.

## Considerar Todas las Marcas.

En el análisis, deberán tenerse en cuenta todas las marcas observadas. Es rara la exacta determinación del origen de un incendio por una sola marca dominante, como en el caso de un muy limitado daño por incendio cuando solo hay una marca de incendio.

## Secuencia de Marcas.

Aunque las marcas de incendio pueden ser el dato más fácilmente disponible para la determinación del origen, el investigador deberá no olvidar que los daños y marcas de quemado observados después de un incendio representan la historia total del incendio. Un gran desafío en el análisis de datos sobre marcas de incendio es determinar la secuencia de la formación de las marcas. Las marcas observadas en incendios con extinción temprana pueden presentar datos diferentes de las que quedan después de la total combustión de una habitación o una destrucción importante en un edificio. Las marcas generadas como consecuencia de re ignición pueden modificar la percepción de la historia del incendio o la secuencia de generación de marcas.

## Generación de Marcas.

El investigador no deberá asumir que el incendio ardió más en el origen y, por tanto, las marcas del incendio que indican mayores daños deben estar en el área de origen. Unos mayores daños en un lugar que en otro pueden ser el resultado de diferencias en la exposición térmica debido a diferencias en las cargas de combustible, la ubicación del conjunto combustible en el área, un aumento de ventilación o las tácticas de supresión. Por razones parecidas, un investigador de incendios deberá tener en cuenta estos factores si hay la posibilidad de orígenes múltiples.

El tamaño, ubicación y velocidad de desprendimiento de calor de un conjunto de elementos combustibles puede tener tanto efecto sobre la extensión de los daños como la cantidad de tiempo que estuvo ardiendo el conjunto de elementos combustibles. Un área con grandes daños puede indicar simplemente que hubo un importante conjunto de elementos combustibles en ese lugar. El investigador deberá considerar si el incendio en tal lugar podría haberse propagado desde otro lugar donde la carga de fuego fuera mucho menor.

Conjuntos de elementos combustibles del mismo tamaño y composición pueden arder de forma diferente, dependiendo de su ubicación en un área determinada. Deberían tenerse en cuenta los posibles efectos de la situación de las paredes con relación al incendio al interpretar la extensión de los daños en relación con el origen del incendio. Al hacer la determinación, deberá tenerse en cuenta la posibilidad de que el primer material que ardió no fue el combustible en el área de origen que se cree y que la gran cantidad de daños fue consecuencia de efectos de pared o rincones.

## Ventilación.

La ventilación, o su ausencia, durante un incendio tienen un impacto importante sobre la velocidad de desprendimiento de calor y consecuentemente sobre la extensión de los daños por combustión observados. El análisis de las marcas de incendio podría incluir, sin embargo, el tener en cuenta la influencia de la ventilación en la generación demarcas. Los incendios con ventilación controlada tienden a arder más intensamente cerca de ventanas abiertas u otros venteos, produciendo mayores daños. En al análisis de marcas de incendio es importante conocer la ubicación y el tipo de combustible. En condiciones de combustión total de una habitación, el desarrollo de las marcas de incendio está muy influenciado por la ventilación. Las condiciones de combustión total de una habitación pueden causar marcas de incendio que se producen durante la fase inicial de combustible controlado para evolucionar y cambiar. Además, los incendios producen hidrocarburos no quemados que pueden mezclarse con el aire y ser arrastrados fuera del área por las aberturas de ventilación. Este combustible no quemado puede mezclarse con el aire y arder en el exterior del área, produciendo marcas de incendio adicionales que indican la propagación del incendio fuera del área original. Por tanto, es importante entender el conocimiento de los cambios de ventilación (ventilación forzada por sistemas del edificio, rotura de ventanas, apertura o cierre de puertas, combustión a través de áreas adyacentes) en el contexto del análisis de marcas de incendio. La determinación de que marcas fueron producidas en el punto de origen por el primer elementó que se quemó es normalmente más difícil cuándo aumenta el tamaño y la duración del incendio. Es especialmente cierto cuando el área está ardiendo totalmente.

## Marcas de movimiento e intensidad.

Las marcas en un incendio son generadas por uno o dos mecanismos: La propagación del incendio y la intensidad de quemado. La composición del combustible la velocidad de desprendimiento de calor, la ubicación y las diferencias de la intensidad de las marcas que no indican necesariamente el área donde ardió el primer combustible, las marcas que preceden el crecimiento y movimiento (propagación)del incendio son siempre mejores indicadores del área de origen. Sin embargo, puede ser difícil distinguir las marcas de movimiento de las de intensidad. No obstante, algunas marcas muestran la combinación de indicadores de intensidad y movimiento (propagación).

## Análisis Vectorial de Calor y Llamas.

El análisis vectorial de calor y llamas, acompañado de diagrama(s), es una herramienta para el análisis de patrones de fuego. El análisis vectorial de calor y llamas se realiza dibujando un diagrama del escenario. El diagrama deberá incluir muros, pasillos y puertas, ventanas, y cualquier otro elemento de mobiliario o elemento pertinente. Después, usando flechas, el investigador anotara sus interpretaciones sobre la dirección del calor o sobre la propagación de las llamas basándose en la identificación de las marcas de fuego presentes. El tamaño de las flechas debería reflejar la magnitud a escala (tamaño real) de las marcas individuales representadas. Las flechas pueden señalar la dirección en la cual viaja el fuego desde la fuente de calor, o apuntar hacia la fuente de calor, siempre y cuando la dirección de los vectores sea consistente en todo el diagrama. El investigador debería identificar cada uno de los vectores, así como la marca de fuego que dicho vector representa. En una leyenda que acompañe al diagrama, el investigador puede proporcionar detalles de las correspondientes marcas de fuego, como puede ser su altura con respecto al suelo, altura del vértice de la marca, la naturaleza de la superficie sobre la que se encuentra la marca, geometría de la marca, el efecto del fuego que causo la aparición de dicha marca, y la dirección(s) en las que se propago el fuego, la cual queda reflejada en la marca(s).

## Vectores complementarios.

Junto con los que muestran las direcciones actuales de propagación de calor y llamas pueden considerarse vectores complementarios. En este caso el investigador deberá identificar claramente que vectores representan las actuales marcas de incendio y cuales representan el fuljo de calor derivado del análisis del investigador en estas marcas. Es importante para este tema la terminología fuente térmica y fuente de calor. Estos términos no son sinónimos en el origen del fuego. Al contrario, estos términos se refieren a cualquier fuente de calor que crea una marca de incendio identificable. El calor fuente puede ser generado o no por el combustible inicial. Es imperativo que el uso del análisis de vectores de calor y llama sea moderado por un exacto conocimiento del progreso del incendio y su dinámica básica. Un diagrama de vectores puede dar al investigador un punto de vista general para el análisis. El diagrama puede utilizarse también para identificar marcas en conflicto que deban ser explicadas. El propósito final del análisis de vectores es examinar y documentar gráficamente la interpretación del investigador de las marcas del incendio.

## Calor fuente.

El calor fuente puede ser cualquier conjunto combustible que crea una marca de incendio identificable, la marca puede ser producida o no por el combustible inicial, consideremos un incendio que se propaga por un garaje e inflama líquidos combustibles allí almacenados. el líquido ardiendo representa un nuevo calor fuente que deja marcas de incendio en las superficies del garaje. Por tanto, es imperativo que el análisis de marcas del incendio sea mitigado por un exacto conocimiento del progreso del incendio y de su dinámica básica.

## Visualización de herramientas adicionales para marcas

Cuando las marcas del incendio no son totalmente visibles, una inspección de la profundidad de carbonización o calcinación puede ayudar al investigador a localizar áreas con mayor o menor daño por calor y reconocer líneas de demarcación que definan las marcas. Los resultados de la inspección podrían representarse en un diagrama en tales diagramas las medidas de la profundidad de carbonización o calcinación han sido anotadas, en el diagrama se dibujan líneas conectando los puntos con igual o casi igual profundidad de calcinación. Las líneas resultantes pueden ser marcas identificables.

## Análisis de la Profundidad de Carbonizado

El análisis de la profundidad de carbonizado es más fiable para la evaluación de la propagación del incendio que para establecer tiempos específicos de quemado o intensidad de calor desde materiales adyacentes ardiendo. Mediante la medición de la profundidad relativa y la extensión del carbonizado. El investigador puede ser capaz de determinar que porciones del material o construcción estuvieron expuestas más tiempo a un calor fuente. La profundidad relativa de carbonizado de un punto a otro es la clave para el uso apropiado del carbonizado— localización de los lugares donde los daños fueron más severos debido a exposición, ventilación o ubicación de combustible. El investigador puede entonces deducir la dirección de propagación del incendio, mediante el decrecimiento de las profundidades de carbonizado que están más alejadas de un calor fuente. Algunas variables clave afectan a la validez del análisis de la marca de profundidad de carbonizado. Estos factores incluyen lo siguiente:

1. Las fuentes de calor o combustible simples crean marcas de carbonización medibles frente a las múltiples. Las medidas de profundidad de carbonización pueden ser útiles para determinar más de in incendio o calor fuente.
2. La comparación de medidas de carbonización debería hacerse solo para materiales idénticos. No sería válido comparar la profundidad de carbonización de una viga de pared con la del panel de madera de la pared adyacente.
3. Los factores de ventilación influencian la velocidad de quemado. La madera puede mostrar carbonización más profunda cuando está junto a una fuente de ventilación o a una abertura por la que pueden escapar los gases de incendio.
4. Correlación entre la técnica de medida y el método. Cada medida de profundidad de carbonización comparable debería ser hecha con las mismas herramientas y técnica.

## Diagrama de profundidad de carbonización.

Las líneas de demarcación pueden no ser obvias visualmente y a menudo pueden ser identificadas para análisis mediante un proceso de medición y trazado de profundidades de carbonización en un diagrama cuadriculado. Trazando líneas que conecten puntos de igual profundidad de carbonización (isocarbonización) sobre el diagrama de profundidad de carbonización pueden identificarse las líneas de demarcación.

## Medida de la Profundidad de la Calcinación.

La correlación en el método de medición de la profundidad de carbonización es la clave para obtener datos fiables. Instrumentos puntiagudos, como navajas, no son adecuados para medidas exactas ya que la punta de la navaja tendrá una tendencia a cortar la madera interior no carbonizada, las mejores son sondas finas y sin punta, como cierto tipo de calibres, profundimientos de bolas o reglas metálicas modificadas. Los calibres de dial con profundimetros de sección, son instrumentos excelentes para medir la profundidad de carbonización. Deberá ser usado el mismo instrumento de medida para cualquier conjunto de medidas comparables. Es también necesaria una presión constante para cada medida cuando se inserta el instrumento de medida ‘para obtener resultados exactos.

Las mediciones de profundidad deberán hacerse en el centro de la ampolla carbonizada en lugar de en o cerca de las grietas entre ampollas.

## Madera perdida.

Cuando se determina la profundidad de carbonización el investigador deberá tener en cuenta cualquier madera quemada que pueda haber sido destruida completamente por el incendio y añadir la profundidad de madera perdida a la medición de la profundidad.

## Inspección de profundidad de carbonización con gases combustibles.

Cuando la fuente inicial del incendio son gases combustibles estos producen profundidades de carbonización relativamente mayores sobre las a menudo amplias áreas que cubren. Los cambios progresivos de la profundidad de carbonización que son usados por los investigadores para trazar la propagación del incendio pueden existir solo en aquellas áreas a las que el incendio se ha propagado desde el lugar inicial de los gases combustibles embolsados

. puede darse una carbonización más profunda muy cerca del punto de fuga de gas ya que puede seguir ardiendo desde que se haya consumido la cantidad inicial de gas, esta carbonización puede ser fácilmente localizada debido a los chorros de gas presurizados que pueden existir en el inmediato punto de fuga y pueden ayudar al investigador a localizar la fuga.

## Inspección de la profundidad de carbonización

Una relativa profundidad de carbonización puede indicar diferencias en el calentamiento total de un tabique de yeso expuesto al incendio. Las lecturas de calcinación más profundas indican calentamiento más largo o más intenso (flujo de calor) y temperaturas más elevadas logradas durante el incendio que las de aquellas áreas del panel. Ciertas variables clave pueden afectar la validez del análisis de profundidad de calcinación estos factores influyen en lo siguiente:

* Deberían tenerse en cuenta las fuentes de calor o combustible simple, que crean marcas de calcinación medibles, frente a las múltiples. Las medidas de profundidad de calcinación pueden ser útiles para determinar más de un incendio o calor fuente.
* Las comparaciones de medidas de carbonización deberían hacerse solo para materiales idénticos debería de observase si un panel de yeso es de espesor diferente, está hecho con diferentes materiales de construcción y si cambia con el tiempo. El investigador debería considerar cuidadosamente las secciones de paredes o techos que puedan ser nuevas debido a una reparación.
* Debería tenerse en cuenta el acabado de un panel de yeso (pintado empapelado, estucado) cuándo se evalúa la profundidad de calcinación, el investigador deberá averiguar que acabados son combustibles y pueden afectar a las marcas al arder.
* Las medidas deberán hacerse del mismo modo parta reducir errores en la recopilación de datos
* Un panel de yeso puede ser dañado durante la supresión, revisión y chorros de agua estancada posteriormente al incendio. El mojado de un panel calcinado ablanda el yeso hasta el punto de que no puedan hacerse medidas fiables.

## Diagrama de profundidad de calcinación.

Puede hacerse un diagrama de profundidad de calcinación del mismo modo que de profundidad de carbonización.

## Medición de la profundidad de calcinación.

La técnica para medir y analizar profundidad de calcinación puede emplear observación visual de secciones o una inspección con sonda. El método visual requiere una retirada cuidadosa de pequeñas secciones de espesor total (minino aproximado de 50 mm de diámetro) de paredes o techos para observar y medir el espesor de la capa calcinada. El método de sonda requiere que se observe la profundidad de la calcinación insertando un dispositivo de sonda de pequeña sección ya anotando la profundidad a la que se siente una relativa diferencia en la resistencia del yeso calcinado, cuando se usa el método de sonda el investigador deberá observar a intervalos mallados laterales y verticales, utilizando incrementos de 0,30 m (1ft) o menos. Debería tenerse cuidado en usar aproximadamente la misma presión de inserción para cada medida, tales observaciones deben ser hechas sobre paredes o instalaciones de techos de aglomerado.

# INSPECCIÓN DE ARCOS O MAPAS DE ARCOS

Las inspecciones de arcos también conocidas como (mapa de arcos) es una técnica que emplea el investigador para identificar las ubicaciones de arcos o ¨puntos¨ para ayudar a determinar el área de origen del incendio. Esta técnica se basa en el comportamiento predecible de los circuitos eléctricos energizados expuestos a un incendio en propagación, la relación espacial entre los puntos de arco y el edificio entre sí puede ser una marca, que puede ser utilizada en un análisis de la secuencia en que fueron afectadas las partes dañadas del sistema eléctrico. Estos datos secuenciales pueden ser usados en combinación con otro para definir más claramente el área de origen, hay circunstancias, como la destrucción completa de circuitos, fundido de conductores expuestos al incendio, energizado del sistema eléctrico posterior al incendio o a la incapacidad para reconocer los daños por arco en conductores, que hacen más difícil o imposible el uso de esta técnica. La identificación de puntos de arco en el área de origen del incendio pueden ayudar a identificar potenciales fuentes de ignición, el investigador debe tener en cuenta que conductores atraviesan ciertas áreas y, por tanto, la cantidad de información disponible está limitada por la distribución espacial de los conductores que puedan generar arcos, el mapa de arcos sobre conductores que estuvieron expuestos al incendio ,como cables de aparatos o ramales de circuitos en el compartimiento incendiado, puede proporcionar una información muy útil. Los ramales de circuitos situados detrás de algún tipo de barrera térmica, paneles de madera o yeso pueden no proporcionar información útil para el mapa de arcos, ya que la protección del circuito puede actuar antes de que el incendio dañe los conductores situados detrás de los techos y paredes.

# PROCEDIMIENTO SUGERIDO

Un procedimiento para llevar a cabo una inspección de arcos es como sigue:

1. Identificar el área a inspeccionar.
2. Coquizar y dibujar el área tan completa y detalladamente como sea posible.
3. Identificar zonas en el área a inspeccionar tales como techo suelos pared norte pared sur etc.,
4. Identificar todos los conductores de los circuitos eléctricos que atraviesan la zona anotando si es posible, carga en cada circuito, dirección de flujo de corriente, ubicación de las cajas de conexión, tomas, interruptores, (o cualquier otro control) tamaño de cada conductor, tipo y estado del dispositivo de sobretensión.
5. Seleccionar para la inspección una zona y comenzar el proceso sistemáticamente examinando cada uno de los conductores de la zona.
6. Examinar y tantear cada conductor para identificar anomalías o daños superficiales, tales como perlas o cortes. Si es necesario retirar conductores de los circuitos, tener cuidado para evitar dañarlos.
7. Determinar si la superficie presenta anomalías por arco, calor ambiental o fundido eutéctico (aleación de metales).
8. Localizar en el punto de arco sobre el croquis y documentar sus características físicas (avería a otro conductor en el mismo cable, avería del conductor por otro cable conductor completamente cortado, avería por tubo metálico puesto a tierra o un elemento conductor del edificio).
9. Marcar la ubicación del punto de arco con una marca adecuada y documentar dicha ubicación.
10. Preservar los elementos como prueba si procede.

## Diagrama de inspección de arcos.

El diagrama usado para marcar los puntos de arco debería ser tan detallado como nos sea posible la precisión en el trazado de dibujo ayudara a reducir errores en el análisis posterior, cuando se fijan los límites de cada zona ,tener en cuenta que alguno o todos los conductores pueden ir también a otras zonas .Es específicamente útil tener una referencia direccional o brújula, cuando se analiza el estado del dispositivo se sobrecarga, anótese el tipo de dispositivo como fusible ,interruptor de circuito interruptor de fallo a tierra del circuito (GFCT) o interruptor por arco en el circuito (AFCI).

## Documentar puntos de arco

Para documentar puntos de arco, se puede fijar con marcadores visibles como cintas de color, cables con las puntas coloreadas o cinta aislante a los conductores y documentarlos con fotografías o videos

.si es necesario como prueba el mapa de arcos, se puede retirar los circuitos eléctricos del edificio. Retirar cada circuito, dañado por arco o no, que sea de valor, pero solo si se mantiene la relación espacial entre circuitos. La relación espacial de puntos de arco con los conductores no afectados por arco es una prueba significativa, no los conductores dañados por incendio.

Recopilación de pruebas de inspección de arcos.

Tener cuidado en identificar, etiquetar y recopilar conductores eléctricos. Los conductores son a veces quebradizos y pueden ser bastante frágiles. La manipulación puede causar fracturas lo que hace el marcado y etiquetado más tedioso. Las uniones de conductores, como restos de cajas de conexión, pueden soltarse y perderse lo que puede impedir el futuro trazado del circuito.

## Utilización de la inspección de los arcos.

La utilización de mapa de arcos es principalmente el análisis de los datos para determinar la secuencia de eventos, pero debería tenerse en cuenta que el mapa de arcos puede ser útil para formular y probar hipótesis. Claramente si un conductor está dañado seriamente por arco, puede deducirse correctamente que cualesquiera arcos aguas abajo eléctricamente sucedieron antes del daño serio. Una excepción a esta regla se da cuando los conductores son retroalimentados por un error de cableado previo al incendio, sistema fuente de ignición ininterrumpida (UPS) o generadores. Además, si el área es hipotéticamente la de origen del incendio, entonces, a la falla de pruebas en contrario, se podrá esperar que el área de origen fuese una de las primeras áreas donde fue afectado el sistema eléctrico.

## Limitaciones en el análisis de arcos eléctricos.

La inspección de los arcos eléctricos producidos puede ayudar a identificar las áreas en las cuales el fuego daño a cables eléctricos con tensión en la fase inicial del incendio. Del mismo modo, la situación especial de las zonas que muestran presencia de arcos, permite identificar las zonas específicas en las cuales el fuego se desarrolló antes de que la energía que llegaba a ellas se cortara. Ambas investigaciones pueden ayudar a determinar la situación de origen del incendio, sin embargo, la exactitud del trabajo depende de la identificación correcta del daño producido por el arco en los cables. El daño producido por el arco en los cables de cobre puede a veces ser el mismo que el producido por el arco y la inspección visual no es suficiente para determinar que el daño existe en una zona que corresponde con la presencia de un arco eléctrico. Si se identifica de forma incorrecta el daño de los conductores como debido a un arco, las hipótesis basadas en estos análisis estarán basadas en datos erróneos y pueden ser incorrectas. El investigador deberá recoger cada muestra del supuesto daño por arco para realizar una evaluación y verificación más detallada.

## Análisis de eventos secuenciales

El análisis de los tiempos o secuencias de los eventos durante el incendio puede ser útil para determinar el origen. Muchos de los datos para este análisis provienen de testigos. En algunos casos puede encontrarse un testigo que presencio el incendio en estado incipiente y puede proporcionar al investigador cual fue el área de origen. Tales circunstancias obligan al investigador a llevar la investigación para encontrar datos que apoyen o refuten el testimonio del testigo, en lo posible. Los medios para verificar testimonios podrían incluir análisis de marcas, mapas de arcos o casar tiempos de activación de detectores y humos, calor, seguridad con las observaciones del testigo. Este análisis puede identificar vacíos o inconsistencias en la información, ayudar a plantear preguntas para entrevistas adicionales de testigos y proporcionar apoyo en el análisis y reconstrucción de la progresión del incendio.

# DINÁMICA DE INCENDIO

Los fundamentos de la dinámica de incendio pueden ser usados para analizar los datos en ayuda del desarrollo de la hipótesis de origen y para complementar otras técnicas de determinación del origen. Tales análisis pueden ayudar en la identificación de combustibles potenciales que podrían haber sido el primer elemento en arder, la secuencia de ignición de otros combustibles, el reconocimiento de otros datos necesarios de recopilar, el análisis de marcas de incendio y la identificación de fuentes potenciales de ignición.

## Desarrollo de una hipótesis de origen.

Basándose en el análisis de datos, el investigador debería ahora proponer una hipótesis o grupo de hipótesis para explicar el origen y desarrollo del incendio. Estas hipótesis deberían estar basadas únicamente en datos empíricos que el investigador haya recopilado. Se entiende que al usar un método científico, un investigador pueda estar constantemente involucrado en recopilar datos, analizarlos y desarrollar y probar hipótesis. un investigador puede desarrollar una hipótesis de origen al principio del proceso de investigación, pero cuándo se ha terminado el proceso, independientemente de él, de los pasos seguidos, el investigador debería ser capaz de descubrir cómo estos pasos se ajustan al método científico.

## Hipótesis Inicial

La hipótesis de origen inicial se desarrolla considerado las observaciones de los testigos, haciendo una evaluación inicial del lugar e intentando explicar el movimiento del incendio por el edificio. Este proceso se realiza usando el método científico. La hipótesis inicial permite al investigador organizar y planificar el resto de la investigación. En este momento es importante que el investigador intente identificar otros posibles orígenes y mantener vivas todas las otras hipótesis de origen hasta que hay suficientes pruebas para justificar descartarlas.

## Modificación de la hipótesis inicial.

La investigación no debería ser planeada únicamente para probar la hipótesis inicial. Es importante mantener una mente abierta. El esfuerzo investigativo puede modificar muchas veces la hipótesis inicial antes de que la investigación termine. El investigador debería continuar reevaluando áreas potenciales de origen mediante la consideración de datos adicionales acumulados a medida que la investigación progresa.

# PRUEBA DE LA HIPÓTESIS DE ORIGEN

Para confirmar el método científico, una vez desarrollada la hipótesis, el investigador debe probarla usando razonamiento deductivo. Una prueba usando razonamiento deductivo se basa en la premisa de que la hipótesis es cierta, entonces el lugar del incendio debería mostrar ciertas características, suponiendo que el incendio no ha destruido esas características. Por ejemplo, si un testigo afirma que una puerta especifica estaba cerrada durante el incendio, entonces habría un área protegida en la jamba de la puerta, lo que tendería a probar la hipótesis de que la puerta estaba cerrada.

## Medios de prueba de hipótesis.

Durante la investigación, el investigador puede desarrollar y probar muchas hipótesis sobre el progreso del incendio. Por ejemplo, a menudo el investigador tiene que probar si una puerta o ventana estaban abiertas o cerradas. Al final, la determinación del origen llega mediante la prueba de la hipótesis de origen. Una determinación del origen técnicamente valida es aquella que es consistente con los datos disponibles.

¿Hay una fuente de ignición adecuada en la hipótesis de origen? La ausencia de una fuente ignición adecuada en el hipotético origen debería obligar a que las hipótesis se analicen más cuidadosamente. Los investigadores deberían evitar caer en razonamientos recurrentes. Ya que la causa del incendio tuvo que estar una vez localizada en el punto de origen, el investigador que elimina una potencial fuente de ignición porque ¨no está en el área del hipotético origen ¨necesita ser especialmente diligente en probar la hipótesis de origen y considerar hipótesis alternativas. Es especialmente cierto en caso de combustión total de la habitación. A menos que haya pruebas fiables que reduzcan el origen a una posición particular en la habitación debería tenerse como una causa posible y en cuenta cada potencial fuente de ignición.

¿Puede un incendio que se inicia en el origen hipotético causar los daños observados? El investigador debería ser cauto al decir un origen solo porque están presentes un combustible fácilmente inflamable y una potencial fuente de ignición. La secuencia que une la fuente de ignición y el combustible y causan el daño observado indica el origen y consecuentemente la causa. El hipotético origen debería no solo justificar los daños físicos de edificio y contenido si no también la exposición de los ocupantes al ambiente del incendio.

¿El crecimiento y propagación de un incendio que comenzó en el origen hipotético está de acuerdo con los datos disponibles en un momento especifico? Pocos datos son más dañinos para una hipótesis de un origen que una observación contradictoria de un testigo creíble. Cualquier dato puede contradecir a la hipótesis final. Los datos deben tenerse en cuenta en su conjunto al considerar una hipótesis, siendo analizados la fiabilidad y valor de cada uno de ellos. Finalmente, el investigador debería ser capaz de analizar el crecimiento y propagación del incendio, iniciado según la hipótesis del origen y si está de acuerdo con los datos.

## Técnicas y herramientas de análisis.

Hay técnicas y herramientas de análisis disponibles para probar hipótesis de origen. El uso de tales técnicas y herramientas para analizar la dinámica del incendio puede proporcionar un conocimiento del incendio que puede reforzar las bases técnicas para las determinaciones del origen. Tales análisis pueden también identificar ausencias e inconsistencias en los datos. La utilidad de las herramientas de dinámica de incendio no se limita a las pruebas de hipótesis. Pueden también ser usadas para el análisis de datos e hipótesis de propagación. Las técnicas y herramientas incluyen análisis de cronología de dinámica de incendio y experimentación.

## Análisis de Cronologías

Las cronologías son una herramienta del investigador que puede mostrar la relación entre eventos y condiciones asociadas al incendio. Estos eventos y condiciones dependen generalmente del tiempo y por tanto, la secuencia de eventos pude ser usada para probar hipótesis del origen. Los eventos y condiciones importantes incluyen la ignición de conjuntos combustibles, cambios en ventilación, activación de detectores de calor y humo, combustión súbita generalizada (flashover), rotura de ventanas y propagación del incendio a compartimientos adyacentes. Las herramientas de análisis de dinámica del incendio pueden usarse para estimar eventos y condiciones de incendio dependientes del tiempo.

## Modelos de incendio.

Los fundamentos de dinámica de incendio pueden usarse para probar hipótesis relativas al origen del incendio los modelos usan datos específicos para predecir el ambiente de incendio a partir de una hipótesis propuesta. Los resultados pueden ser comparados con las pruebas físicas y de testigos para probar la hipótesis de origen. Los modelos pueden tratar temas relativos a desarrollo y propagación del incendio y exposición al mismo de los ocupantes.

## Pruebas experimentales.

Se pueden llevar a cabo experimentos para probar la hipótesis de origen. Si los resultados del experimento coinciden con los daños en el lugar. Se puede decir que el experimento apoya la hipótesis. Si el experimento produce daños diferentes, puede necesitarse nueva hipótesis de origen o datos adicionales, teniendo en cuenta las posibles diferencias entre las condiciones de prueba y del incendio real. Lo que sigue es un ejemplo de uno de tales experimentos. El origen hipotético es una cesta de mimbre situada en un rincón de la habitación empanelada de madera. Los datos del incendio muestran restos parciales de la cesta, alfombra y empanelado sin daños en el rincón. Una prueba de incendio duplicando la hipótesis de origen consumió totalmente la alfombra, la cesta de mimbre y el empanelado. Entonces (suponiendo que la prueba reproducía las condiciones previas al incendio), la prueba revela que esta hipótesis del origen no es consistente con los datos esperados por tal incendio.

## Selección de la hipótesis final

Una vez que han sido probadas las hipótesis referentes al origen del incendio, el investigador debería revisar todo el proceso, para asegurar que se han tenido en cuenta todos los datos creíbles de que se dispone y que se han considerado y eliminado todas las hipótesis del origen alternativas y creíbles. Cuando se usa el método científico el fallo en la consideración de hipótesis alternativas es un serio error. Una pregunta critica que debe ser respondida por el investigador de incendios es “¿hay cuales quiera otra hipótesis de origen compatibles con los datos? “El investigador debería documentar los hechos que apoyan la determinación para excluir todos los otros orígenes potenciales.

## Definición del área de origen

Aunque área de origen es una terminología usada comúnmente para describir el origen, el investigador podría descubrir el origen en un espacio tridimensional donde se inicia el incendio, incluyendo los límites de tal espacio.

## Datos no consistentes.

No es usual que una hipótesis sea consistente con todos los datos. Debería analizarse la fiabilidad y valor de cada dato. No todos los datos tienen el mismo valor en un análisis. Frecuentemente, algunas marcas de incendio o afirmaciones de testigos proporcionaran datos que parecen no consistentes. Los datos contradictorios deberán ser identificados y resueltos. Los datos incompletos pueden hacer esto más fácil o imposible. Si no es posible la resolución, deberá reevaluarse la hipótesis de origen.

## Revisión de archivo del caso

Otros investigadores pueden ayudar en la evaluación de la hipótesis del origen. Un investigador debería ser capaz de proporcionar los datos y analizar a otro investigador. Que debería ser capaz de llegar a la misma conclusión respecto al origen. La revisión por otros investigadores se va a dar seguramente en cualquier caso de incendio importante. Puede haber diferencias de opiniones sobre el peso dado a cierto dato por el investigador o por la aplicación de una explicación teórica diferente (dinámica de incendio) acerca de hecho relativos a un caso en particular.

# ORIGEN INSUFICIENTE DEFINIDO.

Hay ocasiones en que no es posible formular una hipótesis que pueda probarse en un área útil para identificar causas potenciales. El objetivo de la investigación de origen es identificar la exacta ubicación donde se inició el incendio. En la práctica, el investigador tiene una hipótesis de origen cuando llega al lugar del incendio. El origen está en el lugar. A veces, no es posible encontrar un área o volumen es menos que la totalidad del lugar. Entones, una conclusión sobre la investigación de un origen puede ser la investigación de un volumen o espacio demasiado grande para identificar factores casuales o donde no hay establecidos limites alrededor del volumen de origen. Un ejemplo de tal origen puede ser un edificio que ha ardido totalmente sin testigos. Tales incendios a veces son llamados incendio total. El área de origen es el edificio, pero en realidad no hay ninguna hipótesis del origen que pueda ser probada o desarrollada porque no hay datos fiables suficientes.

## Área grande adecuada para determinación.

Hay casos en que la ausencia de una determinación el origen no interfiere necesariamente con la investigación un ejemplo es el caso en el que un incendio se produjo por la ignición de vapores de un gas combustible dentro de un edificio. Los daños resultantes pueden impedir la definición del lugar donde el combustible se convino con la fuente de ignición. Sin embargo, todavía pueden proponerse fuentes de ignición.

## Justificación de una gran área de origen

El análisis del origen debería identificar los datos que justifican las conclusiones de que un área de origen no pude reducirse a un tamaño práctico. Ejemplo de tales datos podrían incluir el establecimiento de que no hay marcas importantes a trazar, que se consumió la mayoría de los combustibles o que se intentaron otros métodos de determinación de él origen sin que se pudieran llegar a conclusiones razonables.

## Área de origen según prueba de testigos

Si el origen es demasiado grande para ser útil, la determinación de la causa del incendio puede ser muy difícil o imposible. En algunos casos cuando no se puede desarrollar mediante examen solo del lugar una hipótesis del origen que se pueda probar puede ser encontrado un testigo que vio el incendio en su estado incipiente y puede proporciones al investigador un área de origen.

# CONTROL DE CAMBIOS

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **VERSIÓN** | **FECHA** | **DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN** |
| 01 | 07/10/2020 | Creación de documento |
| 02 | 12/03/2024 | Actualización de formato y accesibilidad |

# CONTROL DE FIRMAS

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Elaboró** William Rene Diaz ÁngelRubén González CarvajalHernando Martínez Valencia | **Cargo**Sargento Coordinador EIISargentoCabo | FirmaOriginal firmado |
| **Revisó**Angela Cifuentes Vo.Bo. de Mejora Continua - OAPCarmen Patricia Pacheco | **Cargo**Contratista SGRContratista OAP | Firma Original firmado |
| **Aprobó** William Alfonso Tovar Segura | **Cargo** Subdirector de Gestión del Riesgo | Firma Original firmado |