



# **Manual Técnico para capacitación de Jefes de Brigada en procesos de estimación de causas de incendios forestales (P.140)**



# **Manual técnico para capacitación de Jefes de Brigada para procesos de estimación de causas de incendios forestales.**

## **Responsable de tarea.**

Rolando Pardo Vergara

Jefe Departamento de Prevención de Incendios Forestales

**Gerencia de Protección contra Incendios Forestales**

**Corporación Nacional Forestal**

## **Responsable operativo.**

**Encargado:** Mario Alvarado Aguirre

Jefe Sección Análisis y Diagnóstico de Información para Prevención de Incendios Forestales

Departamento de Prevención de Incendios Forestales

**Gerencia de Protección contra Incendios Forestales**

**Corporación Nacional Forestal**

## **Apoyo técnico:**

Mabel Ortega, DEPRIF, Región de O'Higgins

Helios Pujol, DEPRIF, Región del Biobío

Deborah Manríquez, DEPRIF, Región del Biobío

Claudio García, DEPRIF, Región del Biobío

Patrick Laurel, DEPRIF, Región de la Araucanía

Mauricio Mancilla, DEPRIF, Región de la Araucanía

Gabriel Fuentes, DEPRIF, Región de la Araucanía

Javier González, DEPRIF, Región de Magallanes

Hernán Arce, Departamento de Prevención, Sección de Análisis y Diagnóstico

Daniel Hinojosa, Departamento de Prevención, Sección de Análisis y Diagnóstico

**Revisión y edición:** Rolando Pardo Vergara Jefe Departamento de Prevención de Incendios Forestales y Fernando Maldonado Jefe Sección Formación Técnica Departamento de Investigación y Desarrollo.

Está autorizada la reproducción total o parcial de esta publicación para fines educativos, técnicos y de difusión, siempre que se cite la fuente y envíe un ejemplar a la Corporación Nacional Forestal del texto cuyo origen haya sido el presente documento.

**No está autorizado el empleo de esta publicación para su venta u otros usos comerciales**

Documento actualizado: septiembre de 2019

## **Prólogo**

En términos operativos, quienes arriban inicialmente a un incendio forestal son las brigadas de control de incendios forestales, con distintas características pero siempre lideradas por un jefe de brigada.

Dentro de las funciones del jefe de brigada, al llegar al incendio forestal, está el evaluar la situación del incidente. En esta etapa se considera el comportamiento del fuego y el registro de las variables del entorno que afectan a la dirección e intensidad del incendio. Es en este proceso de gestión de información donde el jefe de brigada recopila datos iniciales, tales como tiempo atmosférico, coordenadas de ubicación, inclinación del terreno, combustible inicial afectado y a lo que se suma la identificación del o de los puntos de origen y la estimación de la causa origen del incendio forestal.

Esta última información es fundamental para orientar posteriores acciones preventivas en el territorio y, con ello, disminuir la probabilidad de repetición de la ocurrencia de incendios, así como proveer los antecedentes para proyectar la propagación del fuego a través del uso del software simulador.

Desde el año 2000 en Chile se han implementado acciones de investigación de causas por equipos técnicos especializados, denominados Brigadas de Determinación de Causas (BRIDECAS), a los que se han sumado las Unidades de Análisis y Diagnóstico de información para la prevención de incendios forestales (U.A.D).

Lo aprendido de esa experiencia se resume en el presente manual de manera de entregar herramientas y conocimiento a los jefes de brigada para estimar y reconocer indicadores o vestigios por parte del jefe de brigada, así como el proteger y fijar el área de inicio del incendio forestal, conservar evidencias e identificar la fuente de calor inicial.

El presente documento se elaboró para dar cumplimiento al Convenio de Desempeño Colectivo (CDC) 16.3.1/2018 de la Gerencia de Protección contra Incendios Forestales (GEPRIF) el cual lleva por nombre: Elaboración de un "Manual Técnico para Capacitación de Jefe de Brigada para Procesos de Estimación de Causas de Incendios Forestales".

## Índice

<b>1. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Objetivo General.....</b>	<b>5</b>
<b>3. La determinación de causas e importancia para la prevención.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Clasificación de las causa.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2 Importancia de las causas en la prevención de incendios forestales...</b>	<b>7</b>
<b>4. Comportamiento del fuego.....</b>	<b>9</b>
<b>4.1 Comportamiento del fuego para la determinación del área de inicio...</b>	<b>9</b>
<b>4.2 Geometría del incendio forestal.....</b>	<b>9</b>
<b>4.3 Aplicación del Método de Evidencias Físicas (MEF).....</b>	<b>11</b>
<b>5. Técnicas de protección del área de inicio o sitio del suceso.....</b>	<b>13</b>
<b>5.1 Fijación del sitio del suceso.....</b>	<b>15</b>
<b>5.2 Identificación y relación con testigos.....</b>	<b>16</b>
<b>5.3 Manejo de evidencia y cadena de custodia.....</b>	<b>17</b>
<b>5.4 Cuadro de información para la estimación de causa.....</b>	<b>19</b>
<b>6. Predicción del comportamiento del fuego.....</b>	<b>20</b>
<b>7. Registro de información.....</b>	<b>22</b>
<b>8. Bibliografía.....</b>	<b>24</b>
<b>9. Anexos.....</b>	<b>25</b>

## **1. Introducción**

Para determinar las causas de un incendio forestal el método más apropiado, y actualmente más utilizado, es el Método de Evidencias Físicas (MEF).

En este proceso se desarrollan etapas en que el Jefe de Brigada cumple un rol fundamental en la gestión inicial, como son, por ejemplo, registrar datos al momento de arribo al incendio forestal e identificar la geometría del incendio, lo que facilitará el desarrollo de la investigación a posteriori por equipos técnicos especializados.

Esta recopilación de información inicial de parte de los Jefes de Brigada, permitirá una estimación de la causa. Sin embargo, para poder aumentar la precisión de la estimación, el Jefe de Brigada requiere de conocimiento que se relaciona con el MEF y desde aquella base teórica, se establezca un procedimiento de estimación.

Para este manual se debe tener en consideración la diferencia entre determinación o investigación de causa de incendios forestales.

**Determinación de causa:** es un proceso que se lleva a cabo por equipos técnicos especializados (U.A.D, BRIDECÁ, otros), quienes aplican un método científico, con criterios predefinidos de intervención y cuyo periodo de duración es variable.

**Estimación de la causa:** Observación visual del terreno y seguimiento de los indicadores en que se basa el método de las evidencias físicas, para identificar el área de inicio y establecer un posible origen del incendio.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Instruir a los Jefes de Brigada en procesos de estimación de causas de incendios forestales.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Explicar los conceptos asociados a la estimación de causas y su importancia en la prevención de incendios forestales.
- Explicar cómo inciden las variables y factores del comportamiento del fuego en la geometría del incendio forestal.
- Definir el concepto de Método de Evidencias Físicas y conocer los vestigios que se pueden identificar tras el paso del fuego.
- Presentar técnicas de protección y fijación del área de inicio (sitio del suceso).
- Explicar la identificación y relación con testigos en el sitio del suceso.
- Identificar la información que se debe gestionar en el proceso de estimación de causas.
- Establecer la importancia de la información recogida por los Jefes de Brigada para la predicción del comportamiento del fuego.

### **3. La determinación de causas e importancia para la prevención**

En Chile, la ocurrencia de incendios forestales ha aumentado en los últimos años y, en promedio para el decenio 2009 - 2019, se registran 5.988 incendios forestales por año, con una superficie promedio afectada de 117.408 hectáreas por temporada.

La mayor parte de los incendios forestales se origina por acciones humanas, con alrededor de un 99,7% de la ocurrencia (CONAF, 2018).

La zona más afectada del país se encuentra en la Zona Central, desde la Región de Valparaíso a Biobío. Sin embargo, todo el territorio nacional puede ser afectado por incendios forestales, incluso regiones como Arica y Parinacota y Magallanes.

La determinación de causas de incendios forestales, técnicamente, se debe entender como un símil del examen que le permite al médico diagnosticar la enfermedad que está produciendo un daño, deterioro y mal funcionamiento del sistema, de manera de poder recetar la medicina o tratamiento correcto. Es decir, poder definir cuál es el origen particular de los incendios forestales que provocan daños ambientales, sociales y económicos, para desarrollar programas de prevención y de mitigación y para ejecutar actividades para disminuir la probabilidad de repetición (Pardo, 2017).

#### **3.1 Clasificación de las causa**

Para la clasificación de las causas de los incendios forestales se consideran varios factores, que tienen que ver con los medios de ignición o combustión (si es de causa natural o provocado por acción humana), con el grupo de personas que provocan el incendio (trabajadores agrícolas, turistas, vecinos, etc.), la forma en que se originó el fuego (cosecha legal, turisteando, fogata, etc.), la intencionalidad (¿existió dolo al producir un incendio forestal?) y la motivación que generó el uso del fuego (¿por qué usó el fuego?, ¿se puede prevenir?, etc.).

La Corporación Nacional Forestal mantiene una base de datos actualizada con la causa de los incendios forestales, basada, generalmente, en la estimación realizada por el Jefe de Brigada o personal técnico a cargo de las labores de extinción.

Esta información se clasifica de acuerdo al Sistema Nacional de Clasificación de Causa para Chile (CONAF, 2002), en el que se encuentran cuatro grandes grupos de causas generales.

- **Causas accidentales.** Donde el fuego tiene su origen en accidentes eléctricos, actividades recreativas de las personas, confección y/o extracción productos secundarios del bosque, faenas agrícolas y/o pecuarias, faenas forestales, operaciones en vías férreas, quema de desechos, tránsito de personas, vehículos y otras actividades,).
- **Causas Intencionales.** El origen del fuego se presenta debido a una acción liberada de origen antrópico, cuyas motivaciones son diversa.
- **Causas naturales.** El fuego tiene origen en causas naturales como caída de rayos o erupciones volcánicas.
- **Causas desconocidas.** Clasificación para aquellos incendios forestales donde no fue posible determinar o no se investigó la causa.

Estos grupos de causas generales de incendios forestales, involucran a un total de 95 causas específicas de incendios forestales.

Los Jefes de Brigada poseen en su libreta R.111 las causas específicas, por lo cual la consulta es directa.

### **3.2 Importancia del conocimiento de las causas en la prevención de incendios forestales**

Fundamental para diseñar acciones de prevención de incendios forestales en un territorio es poseer datos e información confiable. Por ello CONAF, desde el año 2000, trabaja con equipos técnicos especializados para incrementar el conocimiento de las causas que originan los incendios forestales. En una primera etapa, hasta la temporada 2016-2017, se trabajó con Brigadas de Determinación de Causa (BRIDEC), para luego, desde la temporada 2017-2018 a la fecha, convertirse en las Unidades de Análisis y Diagnóstico (UAD). (CONAF, 2018).

Parte de las funciones de las UAD consiste en gestionar acciones preventivas coordinadas inter – institucionalmente con Carabineros de Chile, Ministerio Público, Corporación Nacional Forestal, Bomberos y Empresas Forestales, con el objetivo de disminuir la ocurrencia de incendios forestales. De acuerdo a ello, esta modalidad de prevención pretende desincentivar la generación de incendios forestales mediante la internalización de la noción del delito por parte de la comunidad, a través del patrullaje preventivo de las policías y del apoyo técnico a la labor desarrollada por el Ministerio Público para investigar los delitos de incendio forestal denunciados, entre otros (CONAF, Curso P-240, 2014).

La importancia de la determinación y estimación de causa de incendios forestales en materias de prevención es:

- Creación de mapas de causalidad, permitiendo abordar los sectores donde ciertas causas generan conflicto e incendios forestales.
- Identificación de sectores vulnerables dependiendo de la temporalidad de la ocurrencia, como por ejemplo: áreas recreativas, zonas de interfaz urbano-rural, faenas de cosecha, uso del fuego para eliminación de desechos, entre otras.
- Disminución de la sensación de impunidad ante el delito de incendio forestal.
- Disminución directa e indirecta de la ocurrencia de incendios forestales.
- Proveer información para la toma de decisiones preventivas y operativas.

## 4. Comportamiento del fuego

### 4.1 Comportamiento del fuego en relación a la determinación del área de inicio

Para el presente Manual se asume el conocimiento y experiencia en las variables y factores del comportamiento de incendios forestales.

Pero los conocimientos del Jefe de Brigada en variables y factores del comportamiento del fuego, ¿permitirían estimar la causa? La respuesta es positiva, ya que, con el conocimiento de las variables del triángulo del fuego, los medios de transmisión del calor y de los factores del comportamiento del fuego, los Jefes de Brigada pueden identificar el desarrollo que tuvo éste y donde se inició. Por ejemplo:

- La identificación del combustible inicial, es decir, donde posiblemente se originó un incendio forestal, permitiría ubicar el área de inicio al relacionarlo con el patrón de propagación. Por ejemplo, si el combustible inicial estuviese asociado a combustibles ligeros, la propagación inicial sería hacia todas las direcciones.
- El viento, por su dirección y velocidad, permitirá al Jefe de Brigada identificar el modelo propagación y la forma como avanzó (patrón de quema) a través del combustible disponible, permitiendo revertir su trayectoria hacia el punto (s) de origen del fuego.

### 4.2 Geometría del incendio forestal

*La geometría del incendio forestal corresponde, para el Jefe de Brigada, a lo conocido como modelo de propagación*, esto es la forma que adopta el área quemada del incendio como consecuencia del comportamiento del fuego y de las condiciones y características ambientales en las cuales se inició y desarrolló el incendio.

La delimitación de la geometría del incendio es una acción importante al iniciar un proceso de estimación, puesto que sirve como orientación para establecer a priori. el sector en el cual probablemente se inició el fuego. Esto implica realizar un croquis o plano con la forma adoptada por el área quemada del incendio y estudiar el modo en que influyeron los factores del comportamiento y las condiciones meteorológicas presentes al momento de iniciarse y propagarse el fuego (CONAF, Curso P-240, 2014).

Con el fin de definir el área de inicio, se debe dibujar un croquis, acción que ya se ejecuta al arribar al incendio y que es registrado en la libreta de terreno del Jefe de Brigada. También se puede captar desde un punto alto, una imagen captada por un

Drone, entre otros.

Un croquis debe contener datos suficientes y siempre claros recogiendo, al menos, los siguientes aspectos:

- Esquema del área de inicio del fuego: Para el acercamiento al área de inicio del incendio se pueden considerar como guías los modelos geométricos de propagación indicado en la Figura 1.
- Carretera o camino más próximo al fuego: El área de inicio del fuego se indicará con respecto a un punto fijo del camino de acceso al mismo. Se debe graficar para que no se confunda con que el punto está en el camino.
- Señalar la posición del punto de inicio con respecto a varias referencias fijas del terreno (postes de luz, quebradas, portones, cerco, etc.).
- Dirección y velocidad del viento durante el incendio.
- Se debe indicar el lugar desde el cual se tomaron las fotografías del punto de origen. Se sugiere que sean tres fotografías, tomadas desde lo general a lo particular, en otras palabras desde larga distancia, media y corta. Si es necesario se realizarán fotografías de detalle de alguna evidencia.

En el croquis debe figurar toda la información relativa al fuego que se considere necesaria, pero sin que ésta dificulte su lectura.

Si bien, para un Jefe de Brigada puede resultar normal definir el modelo de propagación, en esta oportunidad deberá proyectar la geometría del incendio considerando su punto de origen.

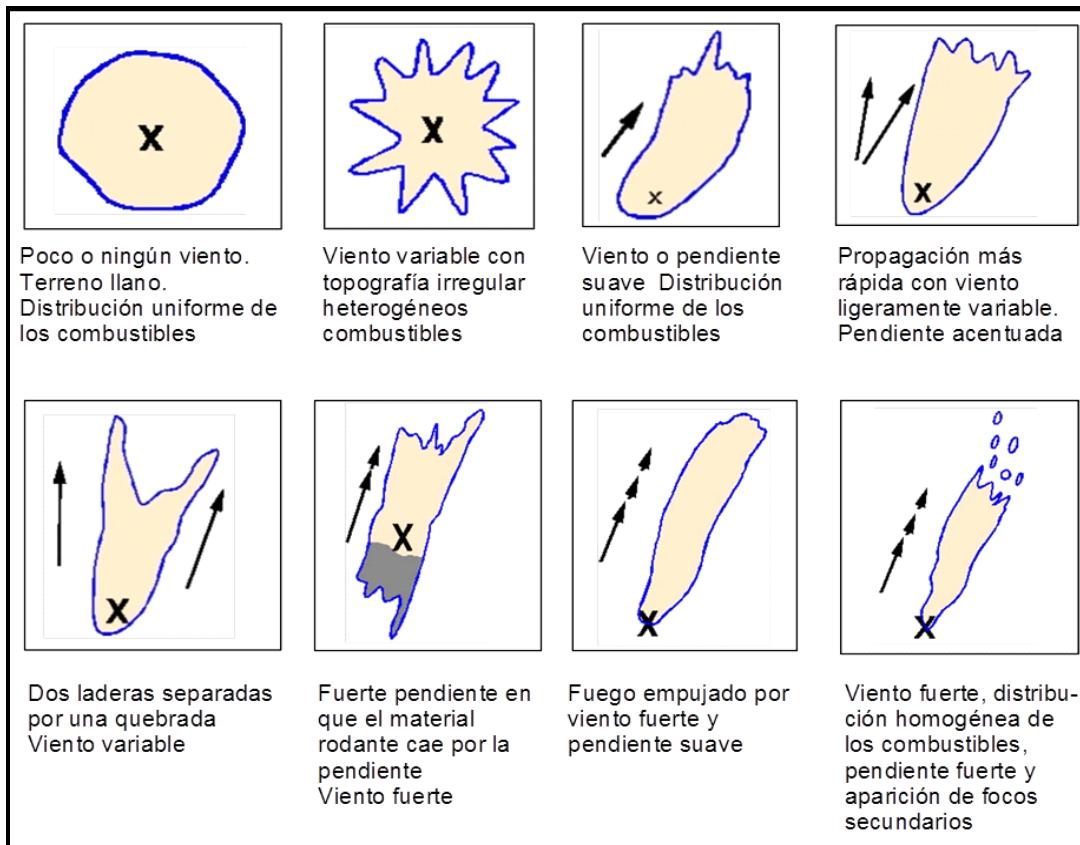


Figura 1: Modelos de propagación más comunes y las variables que le afectan (Fuente curso P-240, 2014)

#### 4.3 Aplicación del Método de Evidencias Físicas (MEF)

El Jefe de Brigada debe conocer los principales aspectos del proceso de determinación de causa y cómo ésta se ejecuta para tener nociones que le permitan realizar una estimación más cercana a la realidad

El método que se aplica para determinar la causa es el **Método de Evidencias Físicas (MEF)**.

Una vez que se determina la geometría del incendio, los equipos técnicos especializados, entre ellos Carabineros de Chile y PDI aplican el Método de las Evidencias Físicas, con el fin de delimitar el área de inicio. Este método sirve para reconstruir la evolución del incendio, basándose en los vestigios dejados por el fuego en su avance, ya sean marcas o señales en la vegetación o en elementos tales como: piedras, cercos, tocones, ramas, cenizas etc. (CONAF, Curso P240, 2014).

Por medio de este análisis se obtiene información sobre la dirección de la propagación del fuego, intensidad calórica y velocidad de avance del fuego. Si se interpretan bien

los vestigios se puede localizar el o los puntos de inicio del fuego.

Los vestigios que señalan los avances o retrocesos del fuego en un incendio, y que un **Jefe de Brigada o primer respondedor** debe conocer para poder estimar la causa, son diez:

- Grado de daño
- Patrón de quema
- Exposición y protección
- Lascamiento
- Modelos de carbonización
- Escamado
- Petrificación de ramas
- Manchas de hollín
- Color de cenizas
- Tallos de gramíneas

Cada uno de estos vestigios se detalla en el anexo 1. Se recomienda que, para su mejor comprensión e identificación, se realicen ejercicios prácticos en terreno junto a especialistas (U.A.D).

## 5. Técnicas de protección del área de inicio o sitio del suceso

Bien se sabe que el origen de incendio forestal por acciones humanas está penalizado por la legislación, por lo que, al hablar de su área de origen, también se hace referencia al término legal de sitio del suceso. Las policías en Chile ocupan este término, por lo que el Jefe de Brigada debe saber manejarlo.

De acuerdo al manual de Carabineros de Chile, "trabajo policial en el sitio del suceso", se indica que el sitio del suceso es el lugar donde ha ocurrido un hecho de carácter delictivo y el cual requiere ser investigado. En este lugar quedan huellas, indicios, rastros, vestigios o señales que, después de ser pesquisados como evidencia física, se transforman en medios de prueba, que permitirán establecer fehacientemente cómo ocurrió el hecho y cuál fue la participación de cada uno de los involucrados (CNPC, 2018).

Para poder llevar a cabo la determinación de causas por parte de los equipos expertos, se debe proteger el sitio del suceso. Desde esa perspectiva, una acción clave del Jefe de Brigada y su equipo en terreno es cercar con un material resistente la posible área de origen de incendio.

Esta etapa, en el proceso de estimación de causa, es importante y delicada debido a que, si el sitio del suceso es intervenido por la acción voluntaria o técnicas de extinción, se puede considerar como obstrucción a la justicia.

Existen tres tipos de sitios del suceso (CNPC, 2018):

- **Abierto:** es aquél que no tiene límites definidos y su protección principal se logra a través del aislamiento, por ejemplo, el de un incendio forestal que se aísla al poner una cinta demarcadora, ramas, piedras, etc.
- **Cerrados:** es aquél que tiene límites definidos. No se aplica al ámbito forestal, a menos que sea un incendio de interfaz y el fuego se origine dentro de una casa o infraestructura.
- **Mixto:** es aquél que reúne ambas características. Este sitio, en un incendio forestal, se podría dar también en un incendio de interfaz.

La importancia de proteger el sitio del suceso es conservarlo en forma sin alteración después que el incendio forestal comenzó, permitiendo con ello que las operaciones y diligencias posteriores no afecten las evidencias originales, como puede ocurrir en

faenas de liquidación). Se debe capturar una fotografía del lugar, como también una coordenada geográfica.

Con la protección se impide la alteración, manipulación, contaminación y sustracción de las evidencias existentes en el lugar, por ejemplo posibles medio de ignición, como también el acceso de curiosos y de personas no autorizadas.

Dentro del sitio del suceso (área de inicio del incendio) a simple vista podría encontrarse el medio de ignición del incendio forestal. En tal caso, se debe proceder a fijar esa información de manera inmediata (fotografía) e informar a la CENCOR.

Acciones a realizar para proteger el sitio del suceso:

- Solicitar amablemente a lugareños y curiosos retirarse del lugar.
- Encintar el perímetro del área con sumo cuidado para no alterar el sitio.
- No mover ni tocar nada, ni permitirlo hasta que haya llegado personal especialista que implementará el proceso de determinación de causa.



Figura 2: Sitio del suceso ( fuente: BRIDECa Araucanía)



Figura 3: Piroturistas (fuente: 24horas.cl)

El cumplir estos pasos permitirá tener preparado el lugar para que los equipos de investigación puedan obtener resultados reales y no alterados.

La cinta o material de aislación aplicados debe permanecer en el lugar hasta que las unidades se retiren.

Al igual que las acciones ejecutadas para el control del incendio forestal, todas las acciones realizadas con el fin de estimar causa deben ser informadas a la CENCOR: Central Regional de Coordinación.

## 5.1 Fijación del sitio del suceso

Fundamental, en términos del manejo de información y de estimación de causa, es la fijación del sitio del suceso.

Esta acción es imprescindible en el proceso de determinación de causa, donde se considera necesario el registro general y particular de escenarios del suceso, de tal forma que las descripciones escritas, las fotografías, los dibujos o croquis simples puedan fijar e ilustrar en cualquier momento, sin la necesidad de regresar al lugar del acontecimiento.

La fijación en este caso debe ser llevada a cabo por el Jefe de Brigada, contando con tres instrumentos fundamentales: una cámara fotográfica, GPS y su croquis.

La fotografía cumple el objeto de la identificación, información y registro del sitio del suceso y de sus evidencias. Aparte de la fotografía se necesita una coordenada geográfica del lugar.

La fotografía permite registrar detalles y particularidades del escenario y de sus evidencias y manifestaciones materiales.

La instrucción para fijar el sitio del suceso es tomar todas las fotografías que se pueda, considerando el entorno y los elementos que destaque, como lo es, por ejemplo en un incendio forestal de origen eléctrico, el registro de los postes, cables u otro elemento asociado que haya sido afectado en un inicio.

Si se logra identificar el medio de ignición en el sitio del suceso, **NO SE DEBE TOMAR CON LAS MANOS, SÓLO FOTOGRAFIAR**, por ejemplo encendedor derretido en el sitio del suceso, o colillas de cigarrillo, cocinilla a gas, entre otros. El retiro de medio de ignición sólo lo puede realizar personal policial. Ante esta situación se debe informar a la CENCOR del hallazgo, quienes llamarán al Fiscal de turno.

El croquis, que también sirve para fijar el sitio del suceso, es ejecutado como una práctica normal de los Jefes de Brigada ya que, generalmente, muestra el modelo de propagación del incendio.

Este croquis debe tener bien identificado el punto de origen.

## 5.2 Identificación y relación con testigos

En su acepción más amplia, testigo es una persona que brinda testimonio o que presencia de manera directa un cierto acontecimiento.

En otras palabras, los testigos son las personas que estarán en el lugar, incluso a veces son quienes llaman a los medios de actuación para el control del incendio.

El tiempo que se posee para identificar a los testigos y entrevistarlos es muy poco, la idea es que esta situación se identifique a través de la observación de quiénes son y dónde se ubican.

Nunca obligar a entregar información, sin embargo, ideal es poder tomar datos como:.

- **NombreDirección**
- **Número telefónico**

Si las personas se niegan a entregar información, el Jefe de Brigada debe ser capaz de registrar datos importantes tales como:

- **Género**
- **Edad aproximada**
- **Vestimenta**
- **Altura aproximada**
- **Color de piel**
- **Color y estilo de pelo (largo, corto, etc)**
- **Característica específica, si es que existe (gorro, cicatriz, tatuaje)**

De no encontrar testigos o personas alrededor del incendio forestal, el Jefe de Brigada debe estar atento al entorno y fijar la atención a la existencia de vehículos en tránsito o maquinaria. De ser así, se debe intentar capturar datos tales como:

- **Patente de los vehículos**
- **Color y modelo**
- **Tipo de maquinaria**

Se debe considerar que el incendio forestal es una emergencia compleja y existirán

momentos en los cuales el Jefe de Brigada se enfrentará a personas hostiles y la recepción a la emergencia no será cómoda. Ante esta situación se debe mantener la calma y evitar entrar en discusión. No abordar a estas personas de mala manera.

Existen técnicas de lenguaje corporal, las cuales se abordarán en el terreno práctico.

Si la persona es descubierta en flagrancia, el Jefe de Brigada puede mantenerlo en custodia y llamar a Carabineros de Chile de manera inmediata, así lo indica el Código Procesal Penal (Artículo 129 párrafo 3 sobre la detención, Código Procesal Penal).

### **5.3 Manejo de evidencia y cadena de custodia**

Se entiende por cadena de custodia al “procedimiento establecido por la normativa jurídica, que tiene el propósito de garantizar la integridad, conservación e inalterabilidad de elementos materiales de prueba como documentos, armas, muestras orgánicas e inorgánicas, proyectiles, medios de ignición, etc., desde el momento que son encontrados en el sitio del suceso, hasta que son presentados en el juicio oral como medios de prueba (ESFORCAR, 2016).

La cadena de custodia es el mecanismo que garantiza la autenticidad de los elementos de prueba recolectados y examinados, por tanto, “todo funcionario que participe en el proceso de cadena de custodia, deberá velar por la seguridad, integridad y preservación de dichos elementos”.

La cadena de custodia se inicia en el mismo lugar de los hechos, con el carabinero que se constituye primero en el sitio del suceso, continuando con los expertos que recolectan los elementos de prueba, luego los que participan activamente en su traslado y trabajo pericial y finaliza con los jueces que reciben como medios de prueba (ESFORCAR, 2016).

Para comenzar el proceso de manejo de evidencia y cadena de custodia, se debe considerar los siguientes aspectos:

El Jefe de Brigada, podrá encontrar evidencia física (medio de ignición) en el lugar dando inicio a la cadena de custodia:

- Una evidencia física encontrada relacionada con incendios forestales será cualquier objeto que da cuenta del origen del incendio (encendedor, colilla de cigarrillo, artefacto incendiario, bidón, entre otros).

- Inmediatamente se debe proceder a fijar la evidencia a través de fotografías y custodiar la zona (cómo se explicó en punto 5.1, referido a la fijación del sitio del suceso).
- Debe avisar a la Central de Coordinación sobre el hallazgo, quienes llamarán al Fiscal de turno indicando la situación, para que posteriormente arribe Carabineros de Chile o Policía de Investigaciones de Chile (Procedimiento establecido en el convenio de mutua cooperación entre la Corporación Nacional Forestal y el Ministerio Público).
- Sólo personal de carabineros o PDI puede recolectar y manipular la evidencia (así dando inicio a la cadena de custodia de la evidencia)
- Toda persona involucrada es parte de la cadena de custodia, por lo que existe responsabilidad penal de quien olvide, omita y altere el procedimiento de resguardo de evidencia (obstrucción a la justicia).

Ejemplos de evidencias, que posiblemente se encuentren en el área de inicio (sitio del suceso)



Figura 4: Evidencia medio de ignición



Figura 5: Evidencia medio de ignición



Figura 6: Evidencia medio de ignición

Fuente: Rolando Pardo Vergara.



Figura 7: Evidencia medio de ignición

#### 5.4 Cuadro de información para la estimación de causa

Este cuadro contiene elementos presentes en el territorio que permitirán apoyar la estimación de la causa general al momento del arribo al incendio.

Durante el estudio de la zona de inicio del fuego, se deberán registrar todos los hechos presentes, con el objeto de relacionar a qué actividad o actividades se ajustan, o en su caso, determinarlos como característicos de alguna actividad distinta.

Formar el cuadro de información para la estimación de la causa le permitirá al Jefe de Brigada una rápida evaluación del lugar, permitiendo limitar la posibilidad de seleccionar una causa.

Ejemplo de cuadro de información para la estimación de una causa:

<b>Cuadro Información y elementos del territorio al arribar al incendio forestal</b>	
 <p>Figura 8 : Quema Faena Agrícola</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presencia de maquinaria agrícola (colosos, tractores, cosechadoras, etc.).</li><li>• Áreas tradicionalmente de cultivos de cereales.</li><li>• Trabajos agrícolas recientes.</li><li>• Presencia de herramientas agrícolas abandonadas.</li><li>• Quemas en montículos.</li><li>• Eliminación de rastrojos para futuras siembras.</li><li>• Con viento constante: cono de proyección bien definido.</li><li>• Terrenos arados.</li></ul>

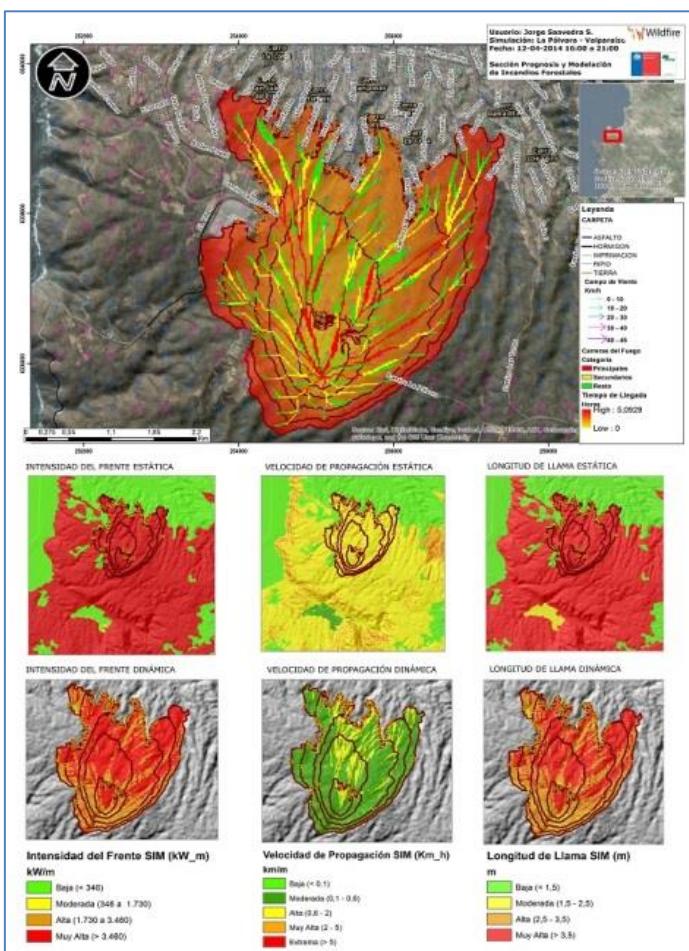
La aplicación de este cuadro de información puede ser mental, pero se sugiere que en incendios complejos en zonas de interfaz urbano-rural o de magnitud, sea por escrito, así será un aporte para el equipo especializado que posteriormente se presentarán en el lugar.

En el Anexo 2 se presentan cuadros de información de apoyo para la estimación de causa, asociados a cuadros de indicadores utilizados en investigación de incendios forestales, los que facilitarán la estimación de la causa y pueden ser usados como apoyo por el Jefe de Brigada.

## 6. Predicción del comportamiento del fuego

Para anticipar el comportamiento del fuego en un incendio forestal, CONAF utiliza un programa informático de simulación, denominado Wildfire Analyst (WFA). Este simulador trabaja con información, tal como combustible, modelos digitales de terreno, mapa de vientos de alta resolución y meteorología (registros de servidores en red y registro de tiempo atmosférico en terreno e informado por el Jefe de Brigada).

Wildfire Analyst® es un programa informático que proporciona análisis en tiempo real del comportamiento de incendios forestales.



La imagen corresponde a un informe emitido por la Sección de Análisis y Predicción de Incendios Forestales.

Simula la propagación de incendios forestales en segundos, para apoyar la toma de decisiones en tiempo real.

En los incendios forestales, el tiempo es esencial y Wildfire Analyst® fue específicamente diseñado para soportar situaciones de ataque inicial, ofreciendo al analista y al comandante del incidente a cargo del combate al fuego la información necesaria para apoyar la to-

ma de decisiones de asignación de recursos, estrategias y tácticas, evaluaciones, etc.

Wildfire Analyst® genera diferentes resultados analíticos, como por ejemplo mapas y gráficos, que permiten una toma de decisiones más precisa y rápida ya sea a través de la aplicación de escritorio, o de las aplicaciones habilitadas para web y móvil, los re-

sultados se transmiten a aquellas personas que los necesiten y cuando los necesiten, sin demoras (Tecnosylva, 2018).

Fundamental es la información que capture el Jefe de Brigada en terreno, considerando necesariamente la obtención del punto de origen y el tiempo atmosférico del lugar, el cual se debe entregar cada una hora o a petición de la CENCOR.

Es decir, para poder informar con certeza de la situación en terreno se debe registrar.

<b>Registro en Terreno</b>	<b>Descripción</b>
<b>Registro del punto de origen del incendio</b>	<p>El registro debe ser realizado a través del GPS que maneja el Jefe de Brigada y ser entregado a la CENCOR.</p> <p>El punto no debe ser el de inicio del trabajo de la brigada, ya que de ser así no permite predecir el comportamiento del fuego de manera certeza.</p>
<b>Registro de Datos Meteorológicos</b>	<p>Al momento de determinar el punto de origen, o posible punto de origen, se debe registrar el estado del tiempo atmosférico del lugar, usando el kit meteorológico. Debe considerar registros constantes de estado meteorológico en el lugar y reporte mientras combate el fuego, para así poder prever cambios de viento y aportar a la rectificación de la predicción del fuego</p>

## 7. Registro de Información

El registro de información de la estimación de causa debe ser directo, preciso y breve. Esto en base a que su implementación debe considerar el escaso tiempo con el cual se cuenta, debe adaptarse a las labores de evaluación del terreno y comportamiento del fuego y considerar que el trabajo de proceso de estimación de causa sea paralelo al de definición de estrategia y táctica, previo al despliegue del combate.

La información que debería contener, de manera ineludible, en su libreta R.111 es:

- Coordenadas del punto de origen o sitio del suceso
- Estimación de causa
- Registros meteorológicos del punto de origen (área de inicio).

Las fotografías son parte importante del registro de información, por lo que se sugiere que el Jefe de Brigada registre al menos 3 imágenes georreferenciadas del sitio con tal de poder sistematizar la información.

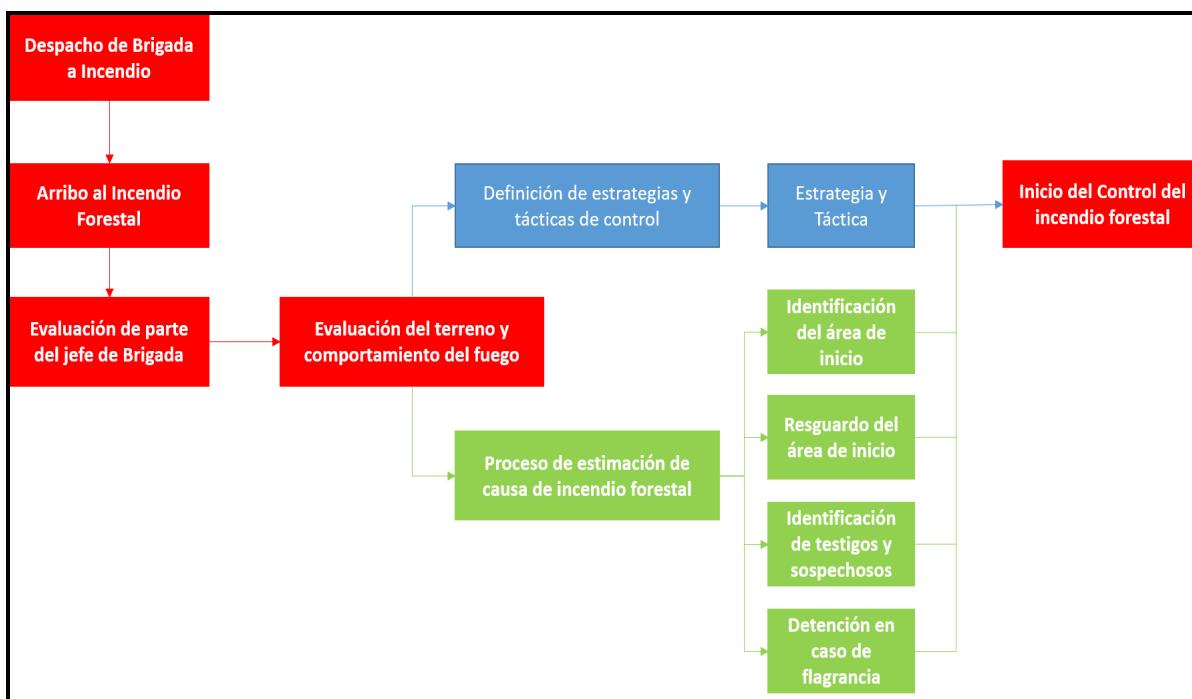


Figura 9: Proceso de combate y su relación con la estimación de causa (Elaboración Propia)

El proceso de estimación de causa para Jefes de Brigada se resume en cuatro etapas, las cuales reúnen la información compartida en este Manual.

Estas etapas han sido resumidas en cuatro fichas, que complementan el presente Manual, y se denominan:

- Ficha Alfa: Identificación del área de inicio.
- Ficha Romeo: Resguardo del área de inicio del incendio forestal.
- Ficha Tango: Identificación de testigos y sospechosos.
- Fichas Delta: Detención en caso de flagrancia.

*Las fichas Alfa – Romeo – Tango - Delta y Mike, además del cuadro de indicador de actividades, se basan en trabajo realizados por el Departamento de Protección Contra Incendios Forestales de la Región del Biobío, modificados y actualizados por Mabel Ortega Arancibia del Departamento de Protección Contra Incendios Forestales de la Región de O'Higgins, actualizados en 2018 por la Sección de Análisis y Diagnóstico.*

## **8. Bibliografía**

**CNPC, Centro Nacional de Perfeccionamiento y Capacitación, (2018)**, Sección de Capacitación. Manual Didáctico: Trabajo policial en el sitio del suceso disponible, en línea [http://perfeccionamiento.carabineros.cl/capac/manuales/trabajo\\_policial/trabajo\\_policial.pdf](http://perfeccionamiento.carabineros.cl/capac/manuales/trabajo_policial/trabajo_policial.pdf)

**Corporación Nacional Forestal (2002)**, Sistema Nacional de Clasificación de Causas.

**Corporación Nacional Forestal (2014)**, Curso P-240 Investigación del lugar de origen y causa del incendio forestal.

**Corporación Nacional Forestal (2018)**. Estadísticas Nacional Forestal para la temporada 2017-2018.

**ESFORCAR. Escuela de Formación de Carabineros (2016)**. Taller de procedimientos policiales II, disponible en línea [http://www.esfocar.cl/resources/entradas/archivos/16-01-2017\\_15-45- 913%20%20PROCED%20POLICIALES%20II.pdf](http://www.esfocar.cl/resources/entradas/archivos/16-01-2017_15-45- 913%20%20PROCED%20POLICIALES%20II.pdf)

**Pardo, Rolando (2017)**. Módulo 3 Prevención y mitigación del daño de incendios forestales. Lección 3.6 investigación de causas de incendios forestales. Curso Internacional de Gestión en Protección Contra Incendios Forestales.

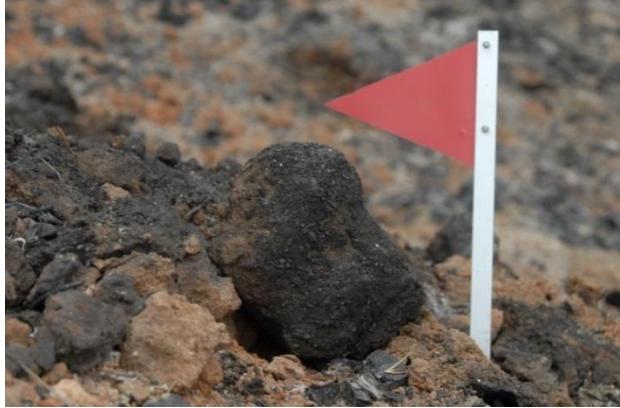
**Tecnosylva (2018)**. Wildfire Analyst, disponible en línea <https://tecnosylva.es/wildfire-analyst>

## Anexos

### Anexo 1:

#### GUÍA DE VESTIGIOS PARA LA INVESTIGACIÓN DE INCENDIOS FORESTALES.

<b>Vestigio</b>	
<b>Grado de Daño</b>	<p>Es el volumen de materia vegetal afectada por el fuego. Este vestigio será pequeño en las proximidades del punto de inicio del incendio, creciendo al alejarse de él rápidamente en función del viento reinante, de la pendiente, y de la cantidad de combustible presente.</p> 
	<p>Fotografía: BRIDECA Araucanía</p>
<b>Vestigio</b>	
<b>Patrón de Quema</b>	<p>Dibujo característico del incendio de cada tipo de vegetación, de acuerdo a su estado, que representa una forma de arder determinada. Examinando el patrón de quema, se podrán detectar discrepancias o zonas en las que es distinto del esperado y en las cuales puede que esté situada alguna prueba material (dispositivo de ignición).</p> 
	<p>Fotografía: Mario Alvarado</p>

<b>Vestigio</b>	La exposición es la huella que deja el fuego sobre el objeto que afecta a través de algunos de los mecanismos de trasferencia del calor. La protección es aquella parte del mismo objeto que no es afectado por el calor que emite el fuego. Este efecto se encuentra en los combustibles y objetos próximos a zona de inicio del fuego, Se produce cuando éstos han actuado como un obstáculo o pantalla al fuego y quedan marcados por el efecto del calor.
<b>Exposición y Protección</b>	

Fotografía: Rolando Pardo

<b>Vestigio</b>	Desprendimiento de placas de corteza que han perdido humedad por efecto del calor y que se encuentra resquebrajada, dejando a veces un vestigio muy visible. Se produce cuando el tallo de una planta con corteza quebradiza se calienta y se desprende saltando en forma de placas, al lado contrario al afectado por la fuente de calor. Este vestigio a veces no es apreciable a simple vista, pero si se pasa la mano suavemente por el tallo, se nota que el lado donde hay lascas es más áspero que el resto de la superficie.
<b>Lascamiento</b>	

Fotografía: BRIDCA Araucanía

<b>Vestigio</b>	
<b>Escamado</b>	<p>Es el resultado de la carbonización profunda de la madera, lo cual produce que su superficie quede convertida en un mosaico o piel de cocodrilo de escamas negras y brillantes. La dirección de propagación se determina observando cual lado del tronco, tocón o rama está más quemada, indicando esta cara la procedencia del fuego. Este efecto también es fácilmente visible en postes de teléfono y cercados.</p>
	 <p>Fotografía: Rolando Pardo</p>

<b>Vestigio</b>	
<b>Petrificación de Ramas</b>	<p>Aspecto petrificado que adoptan las ramas finas de árboles y matorrales debido al calor de convección producido por el incendio, parecido a la forma de una bandera. Esta petrificación es más evidente cuanto más rápido haya sido el avance del fuego.</p> <p>En zonas próximas al punto de inicio, el fuego afectará más a las ramas del matorral próximas a la fuente de calor, que quedarán petrificadas en dirección a ésta, normalmente hacia el suelo. En este caso se observará una marca de radiación en la parte inferior de las ramillas.</p>
	 <p>Fotografía: Samuel Vivanco</p>

**Vestigio:  
Modelos de Carbonización**

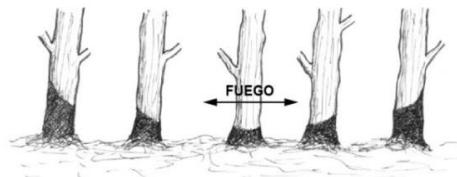
Son las marcas dejadas por el fuego sobre los troncos del árbol. Estas adoptan una forma u otra en función de la dirección de propagación, del combustible superficial, y de la dirección del viento. Todos los fuegos son pequeños en su comienzo, en las áreas próximas al punto de inicio, cuando el fuego aún no ha alcanzado una dinámica de progresión, dejan huellas de haberse expandido fundamentalmente por radiación y el perímetro del incendio tenderá a ser circular o levemente elíptico. Así los árboles cercanos al punto de inicio tendrán señales de carbonización iguales en altura.



En esta figura los árboles se queman igualitariamente y el fuego está quieto



En esta figura se muestra como los árboles son quemados por medio de un fuego que los rodea completamente (convección).



En este caso el fuego está en la zona central del área de los árboles afectados y éstos se queman de manera parecida (simétrico) tanto para la izquierda como hacia la derecha (propagación circular)

**(Fuentes de ilustraciones Manual P-240)**

<b>Vestigio</b>	
<b>Manchas de Hollín</b>	<p>El hollín está formado por pequeñas partículas carbonosas sólidas, que se forman como consecuencia de la combustión incompleta y de la pirolisis, sobre todo en las zonas con más combustible, cerca de la llama. Los combustibles cuyas llamas producen cantidades importantes de hollín son generalmente más peligrosos, porque éste aumenta la radiación de la llama, que influye a su vez sobre la velocidad de la combustión. El hollín es también la fuente del humo que sale de la llama y puede hacer que este se difunda hasta puntos muy alejados del incendio.</p>
	
Fotografía: BRIDEC A Araucanía	

<b>Vestigio</b>	
<b>Color de cenizas</b>	<p>El color de las cenizas indica el tiempo que la fuente de calor ha permanecido en un determinado lugar. Cuanto más blanca sea, mayor permanencia habrá tenido el fuego en esa zona.</p>
	
Fotografía: Mario Alvarado	

<b>Vestigio</b>	
<b>Tallo de gramíneas</b>	<p>Cuando una fuente de calor afecta al tallo de las gramíneas, estas pierden su turgencia y caen hacia el lado por el que les afecta el calor y se queman por capas, produciendo un dibujo característico. Este vestigio permite identificar el estado del fuego en ese punto, así como su dirección de propagación.</p> <p>Si el fuego adquiere potencia y comienza a desplazarse en una dirección definida, los tallos se doblarán hacia su dirección de avance, quemándose por capas, de tal forma que cada ramilla quedará seccionada en forma de bisel, cuya parte más baja estará en el origen del fuego y la parte más alta en el sentido de avance del fuego.</p>
	 <p data-bbox="654 1284 975 1317">Fotografía: Rolando Pardo</p>

Anexo 2: Descripción y elementos que se podrían encontrar en terreno al momento de arribar a un incendio, lo que permitirá indicar la causa del incendio forestal

### **CUADRO INDICADOR DE FAENAS FORESTALES**

Hechos presentes:

- Desechos de explotación carbonizados.
- Presencia de campamentos forestales.
- Tránsito habitual de trabajadores forestales.
- Tránsito de maquinaria de explotación .
- Tránsito de vehículos (camiones, jeep, moto).
- Presencia de restos de comida (papel higiénico, servilletas, botellas, etc.).
- Presencia de fogatas en el lugar.

### **CUADRO INDICADOR DE FAENAS AGROPECUARIAS**

Hechos presentes:

- Zona de presencia de animales (ganado). Varios focos.
- Presencia de maquinaria agrícola (colosos, tractores, cosechadoras, etc.).
- Áreas tradicionalmente de cultivos de cereales.
- Trabajos agrícolas recientes.
- Presencia de herramientas agrícolas abandonadas.
- Quemas en montículos.
- Limpia de canales de regadio.
- Eliminación de rastrojos para futuras siembras.
- Limpieza de caminos, accesos, apertura de carreteras.
- Con viento constante: cono de proyección bien definido.
- Carbonización de cercos, piedras, fecas.
- Evidencia de control de fuego por particulares (ramas cortadas, terreno húmedo).
- Terrenos arados.
- Recolección de frutos silvestres (mosqueta, mora, etc.).
- Restos de Fogatas.
- Presencia de restos de alimentos.
- Es frecuente encontrar los focos al anochecer y en la madrugada.

## **CUADRO INDICADOR DE CONFECCIÓN Y/O EXTRACCIÓN DE PRODUCTOS SECUNDARIO DEL BOSQUE**

Hechos presentes:

- Hornillas (confección de carbón).
- Presencia de fogatas.
- Presencia de colmenas en el lugar.
- Árboles sin corteza (quillay).
- Frutos esparcidos por el terreno.
- Material de recolección (bolsas, tarros, sacos, etc.).
- Presencia de animales domésticos (perros, caballos, etc.).
- Huella de transito de personas (senderos).
- Recolección de hongos.

## **CUADRO INDICADOR DE OPERACIONES EN LAS VÍAS FÉRREAS**

Hechos presentes:

- El inicio de los incendios esta muy relacionado con el horario. de tránsito de trenes.
- Aparición de varios focos a lo largo de la linea.
- Los focos son mas frecuentes en terrenos de carga.
- Rieles desgastados.
- Inicio de trabajos de reparación de vías.

### **CUADRO DE INDICADOR DE ACTIVIDADES RECREATIVAS**

Hechos presentes:

- Debajo de zonas sombreadas, con árboles frondosos.
- Lugares muy frecuentados y apreciados.
- Presencia de zonas sin matorral.
- Hileras de hormigas.
- Deposito de cenizas (parrillas y asadores).
- inicio durante el medio dia o al anochecer.
- Colillas de cigarrillos.
- Restos de comida.
- Restos de fogatas.
- Presencia de vehiculos.
- Presencia de ríos frecuentados por bañistas.
- Prendas de vestir.
- Cajas de fósforos.

### **CUADRO INDICADOR DE INCENDIOS ESTRUCTURALES**

Hechos presentes:

- Campamentos forestales.
- Galpones.
- Casas y/o medianas aguas.
- Animales domésticos.

## **CUADRO INDICADOR DE CAZA DE ANIMALES**

Hechos presentes:

- Evidencia de tiros de escopeta (cartuchos).
- Presencia de trampas (guaches).
- Presencia de matorral denso (hábitat).
- Señales de paso de animales en áreas agrícolas.
- Daños de cultivos agrícolas.
- Señal de presencia de animales (huellas. Excrementos, marcas de dientes).
- Huellas de perro.

## **CUADRO INDICADOR DE OTRAS QUEMAS**

Hechos presentes:

- Continuidad de combustible entre el bosque y basurales.
- Sectores tradicionales de quemas de basuras.
- Presencia de montículos de basura quemada cerca de poblaciones rurales.
- Quemas desechos de basuras
- Quema de montículos de aserrín.
- Quema de zarza.
- Presencia de vertederos.
- Matorrales cercanos a viviendas.

## CUADRO INDICADOR DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS

Hechos presentes:

- Cables de alta tensión.
- Cables eléctricos cortados por árbol.
- Roce de ramas en cables eléctricos.
- Reparación de tendido eléctrico.
- Evidencia de corto circuito.
- Desmalezado bajo cables de alta tensión.
- Vegetación (combustible) cercana a cables eléctricos.

## CUADRO INDICADOR DE OTRAS ACTIVIDADES

Hechos presentes:

- Evidencia de vehículos estacionados.
- Indicios de trabajos con motosierra.
- Maniobras militares.
- Faenas mineras.
- Explosiones.
- Soldaduras y montaje de estructuras.
- Roce de maquinas agricolas con piedras.

## CUADRO INDICADOR DE FUEGOS NATURALES

Hechos presentes:

- Cielos nublados (presencia de nubes cúmulos).
- Presencia de helechos u otros indicadores de humedad.
- Suelo removido.
- Rocas y piedras rajadas.
- Materiales vitreos fundidos.
- Heridas recientes en los árboles.
- Varias descargas, varios puntos de inicio.
- En postes de madera aparecen señales de carbonización.
- Truenos.
- Descarga eléctricas.
- El fuego aparece en el interior de la masa boscosa.
- Erupción volcánica.

**Anexo 3:** Fichas del procedimiento.

- **Ficha Alfa:** Identificación del área de inicio.
- **Ficha Tango:** Identificación de testigos y sospechosos.
- **Fichas Delta:** Detención en caso de flagrancia.
- **Ficha Romeo:** Resguardo del área de inicio del incendio forestal
- **Ficha Mike:** Manejo de evidencia y cadena de custodia