



Universidad Austral de Chile
Facultad de Ciencias Forestales

Diagnóstico técnico de los sistemas de detección de incendios forestales utilizados por La Empresa Forestal Valdivia S.A. en su Patrimonio en el período 2000-2008

Patrocinante: Sr. Juvenal Bosnich A.

Trabajo de Titulación presentado como parte de los requisitos para optar al Título de **Ingeniero Forestal**.

NAZAEL ANDRES MENDOZA SALINAS

VALDIVIA
2009

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		Nota
Profesor Guía:	Sr. Juvenal Bosnich A.	6,3
Informante :	Sra. Elke Huss C.	6,5
Informante :	Sr. Jorge Cabrera P.	6,0

El Profesor Guía acredita que la presente Tesis de Grado cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.

Sr. Juvenal Bosnich A.

A ti dios por dArme l A fuerzA todos estos años.

A mis pAdres por dArme l A vidA y apoyarme en este l argo camino.

A ti mi vida, Ángel a, por comprenderme y apoyarme todos estos años, en l as buenas y en l as mal as y por ser mi amiga y mi vida.

A todos mis seres queridos, a mis hermanos, mis tíos y todos l os que creyeron en mi.

A mis compañeros que juntos pasamos momentos de fel icidad y de apoyo durante este l argo periodo que se termina.

ÍNDICE DE MATERIAS

	Página	
1	INTRODUCCIÓN	1
2.	MARCO TEÓRICO	3
2.1	Concepto de Incendio Forestal	3
2.2	Daños y Secuelas de los Incendios Forestales	3
2.2.1	Daños del Fuego	3
2.2.2	Efectos del Fuego	4
2.3	Manejo del Fuego	5
2.4	Componentes de Manejo del Fuego	5
2.4.1	Prevención	5
2.4.2	Presupresión	6
2.4.3	Combate	7
2.4.4	Uso del Fuego	7
2.5	Detección de Incendios Forestales	8
2.6	Sistemas de Detección	9
2.6.1	Observación Terrestre Móvil	9
2.6.2	Observación Terrestre Fija	9
2.6.3	Observación Aérea	13
2.6.4	Observación con Medios Indirectos	18
3	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	21
3.1	Material	21
3.1.1	Descripción del Área de Estudio	21
3.1.2	Información Estadística	22
3.2	Método	22
3.2.1	Caracterización de los Sistemas de Detección	22
3.2.2	Estudio de la Tendencia entre el Número de Incendios por Temporada y el Sistema de Detección Asociado	22
3.2.3	Determinación del Grado de Eficiencia de los Sistemas de Detección a través de los Tiempos de Detección	22
3.2.4	Recepción y registro de la información emitida por las diferentes fuentes de detección para el posterior despacho de recursos en la central de operaciones de Forestal Valdivia S.A.	23
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1	Ocurrencia de Incendios Forestales	24
4.2	Caracterización de los Sistemas de Detección	26
4.2.1	Torres y Puestos de Observación o Vigilantes	26
4.3	Estudio de la Tendencia entre el Número de Incendios por Temporada y el Sistema de Detección asociado ²⁶	27
4.4	Determinación del Grado de Eficiencia de los Sistemas de Detección a través de los Tiempos de Detección	32
4.5	Fichas de registro utilizadas por CONAF	33
4.6	Nuevos Sistemas de Detección	33
5	CONCLUSIONES	34
6	BIBLIOGRAFÍA	36
	ANEXOS	
1	<i>Abstract</i>	
2	Ficha de Incendio	
3	Ubicación de Torres y Vigilantes	
4	Registro de detección terrestre y aérea utilizadas por CONAF	

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Número de incendio y superficie afectada en las ultimas ocho temporadas en el patrimonio de Forestal Valdivia S.A.	23
Cuadro 2	Causas específicas de los Incendios forestales en los períodos 2000 al 2008.	24
Cuadro 3	Número de incendios forestales por temporada y total según fuente de detección	27
Cuadro 4	Tiempos de detección promedios para cada temporada	31

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Torres de observación utilizadas para la detección de incendios.	10
Figura 2	Métodos de Observación Detallada a) paralela y b) radial.	11
Figura 3	Avión utilizado para la detección aérea de incendios forestales.	14
Figura 4	Mapa de ubicación del patrimonio (color verde) resguardado por la central de operaciones	21
Figura 5	Número de Incendios y superficie forestal afectad al patrimonio de Forestal Valdivia S.A.	24
Figura 6	Causas específicas de incendios para las temporadas 2000-2001 a 2007-2008	25
Figura 7	Número de incendios totales por temporada y los detectados por torres	28
Figura 8	Número de incendios totales por temporada y los detectados por personal de F.V.S.A.	29
Figura 9	Número total de incendios por temporada y por fuente de detección en patrimonio de F.V.S.A.	29
Figura 10	Porcentaje de incendios detectados de acuerdo a la fuente de detección en el patrimonio de F.V.S.A.	30
Figura 11	Distribución del total de incendios detectado durante el periodo de estudio de acuerdo al sistema de detección.	31

RESUMEN EJECUTIVO

La detección es una de las actividades que juega un rol fundamental dentro de un programa de manejo del fuego, la que incluye la presupresión, la cual constituye el primer paso de una serie de acciones sucesivas, que se desarrollan desde que comienza un foco de incendio hasta que concluyen las labores de combate y extinción.

Con respecto a lo anteriormente mencionado este trabajo se enfocó en caracterizar los sistemas de detección que son utilizados por la empresa Forestal Valdivia S.A., y se evaluó por un periodo de ocho años desde el 2000 al 2008.

Para esta empresa es muy importante el resguardo de su patrimonio el cual es de 258.105 ha, de las cuales 119.949 ha corresponden a plantaciones de pino radiata, 36.746 ha de eucalipto, 2.238 ha de otras especies y 99.172 ha de terrenos clasificados como bosque nativo y zonas de protección.

Se pudo determinar que se utilizan tres sistemas de detección, las Torres, los Vigilantes y Personal de F.V.S.A., quedando como Otras fuentes los incendios detectados por personas ajenas a la empresa. El sistema de detección con aviones era inexistente en todo el periodo.

La información fue extraída de las fichas de incendios de cada temporada, en las cuales aparece toda la información concerniente a las ocurrencias.

En el periodo analizado se determinó que el conjunto de sistemas entre Torres, Vigilantes y Personal de F.V.S.A. alcanzaban un gran porcentaje de detección, siendo muy eficientes. Las Torres presentaron la mayor regularidad y número de detección en todos los periodos.

Palabras clave: Detección, Ocurrencia de Incendios, Torres, Manejo del Fuego, Incendio Forestal.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente en Chile la mayoría de los incendios forestales (sobre el 99%) son producidos por actividades antrópicas, ya sea a través de acciones negligentes como también premeditadas o intencionales. La temporada de incendios se presenta, habitualmente, desde noviembre de un año a abril del siguiente, cuando las condiciones de la primavera y verano favorecen el inicio y propagación del fuego. Los meses de enero y febrero son habitualmente los más críticos. Sin embargo, situaciones de escala hemisférica, como El Niño y La Niña, hacen más severa o más extensa una temporada. La estadística señala que desde la temporada de 1977 hasta la del año 2007 (30 años), 1,554 millones de hectáreas han sido devastadas en nuestro país con, una tasa promedio de 50.130 hectáreas al año. Del total, el 88% afecta a una superficie inferior a 5 hectáreas. (CONAF, 2008)

Tras décadas de sostenido crecimiento, Chile tiene hoy un patrimonio de 2,1 millones de hectáreas de plantaciones forestales, consistentes principalmente de Pino Radiata o Insigne y Eucaliptus. Las plantaciones forestales cubren menos del 3% del territorio nacional y representan poco más del 13% del patrimonio de bosques del país, abastecen el 97% la industria forestal (CORMA, 2008).

A nivel nacional, la CONAF y empresas forestales invierten más de US\$ 20 millones/año en sus programas de combate y prevención de incendios forestales, sin embargo anualmente se queman más de 50 mil hectáreas a nivel de país y más de 6.000 ha en la V Región. Las pérdidas son superiores a los US\$ 50 millones, no considerando los costos indirectos tales como impactos sobre la productividad de los suelos, erosión, biodiversidad y otros impactos sobre el medio ambiente (Gis, 2008)

Las pérdidas que ocasionan los incendios forestales son frecuentemente de consideración. Por ejemplo en Chile, de acuerdo a las estadísticas oficiales de la Corporación Nacional Forestal, en el período 1994-2003 ocurrieron por temporada entre 4.000 y 6.700 siniestros, que afectaron superficies de 26 a 90 mil hectáreas, con valores en pérdidas directas estimadas por el Laboratorio de Incendios Forestales de la Universidad de Chile que fluctuaron entre 7,2 y 129,4 millones de dólares anuales. (Julio y Bosnich, 2007)

Una de las actividades que juega un rol fundamental dentro de un programa de manejo del fuego es la detección, etapa que esta incluida en la presupresión, la cual constituye el primer paso de una serie de acciones sucesivas, que se desarrollan desde que comienza un foco de incendio hasta que concluyen las labores de combate y extinción.

La Detección de incendios forestales es la acción dirigida a vigilar una zona bajo protección, con el propósito de descubrir y localizar los incendios forestales que puedan haberse iniciado. La velocidad con que se lleva a efecto la detección es de gran importancia, porque la dificultad o esfuerzo de control se incrementa términos

exponenciales en relación al tiempo transcurrido desde el momento de origen del incendio (Julio y Bosnich, 2007).

Por la importancia que conlleva tener un buen sistema de Detección, el presente estudio tiene como objetivo general realizar un diagnóstico técnico de los sistemas de detección utilizados por la empresa Forestal Valdivia S.A. en su Patrimonio, durante el periodo 2000-2008 y como objetivos específicos:

- Caracterizar los sistemas de detección utilizados durante el periodo 2000-2008 en el Patrimonio de la empresa.
- Analizar la tendencia experimentada durante el periodo 2000-2008 en el Patrimonio de la empresa, entre el número de incendios por temporada y el sistema de detección asociado.
- Determinar el grado de eficiencia de los sistemas de detección durante el periodo 2000-2008 en el Patrimonio de la empresa, a través de la variable tiempo de detección.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Concepto de Incendio Forestal

Incendio forestal se define como el fuego que se propaga libremente y de forma descontrolada, cualquiera sea el origen de su causa. Según la cobertura vegetal afectada se clasifica en: Superficiales, Subterráneos y Aéreos. Los superficiales consumen la vegetación arbustiva, herbácea y hojarasca sobre el piso del suelo, es el más común y se caracteriza por presentarse en todos los incendios; los subterráneos se propagan por debajo del piso del bosque consumiendo raíces, humus y material orgánico. En Chile son comunes en los Bosques Nativos, con una propagación lenta y por último están los aéreos que se conocen como incendios de copa debido a su dispersión a través del follaje. En Chile es común localizarlo en plantaciones con una propagación violenta (Julio y Bosnich, 2007).

2.2 Daños y Secuelas de los Incendios Forestales

El fuego, cuando se propaga descontroladamente consumiendo la vegetación en sectores rurales, por consecuencia de incendios forestales o quemas mal ejecutadas, puede ocasionar graves daños a los recursos naturales renovables y al medio ambiente, afectando a la vida humana por el perjuicio que significa la pérdida de los bienes y servicios que ellos proveen (Julio y Bosnich, 2007).

Los problemas que provoca el fuego pueden calificarse desde dos puntos de vista: Daños y Efectos. Los primeros están referidos al monto o valor del perjuicio y, los segundos, a la calidad de los mismos o a las alteraciones que se originan en la dinámica de los diferentes procesos relativos a los recursos naturales renovables, incluyendo las funciones que ellos cumplen en el desarrollo económico, social y ambiental.

2.2.1 Daños del fuego

Según Julio y Bosnich (2007), las pérdidas que se generan en los incendios forestales, o en las quemas mal aplicadas, pueden clasificarse en dos grandes categorías:

- Daños Directos: Son todos aquellos bienes tangibles, transables en el mercado en valores monetarios, cuya identificación y evaluación es factible efectuarla inmediatamente o en un breve lapso después de producida la acción del fuego. En esta categoría cabe señalar a las pérdidas de maderas y otros productos forestales, cultivos agrícolas, cercos, ganado, aserraderos y otras instalaciones rurales.
- Daños Indirectos: Corresponden a las pérdidas de carácter intangible, difíciles de identificar y evaluar, incluso a veces en el mediano plazo, con secuelas que generalmente se manifiestan en valores que no estuvieron directamente afectados por la acción del fuego. Cabe destacar la pérdida de fertilidad de los

suelos, la iniciación de procesos erosivos, el embancamiento de cursos de agua, alteraciones en el equilibrio biológico y en los ecosistemas, el deterioro de la belleza escénica y la higiene ambiental e, incluso, la secuela de problemas económicos y sociales que se originan en comunidades cuyo sustento se basa principalmente en el aprovechamiento de los recursos forestales.

2.2.2 Efectos del Fuego

En términos generales, según Julio y Bosnich (2007) se pueden identificar dos grandes grupos de efectos: Socioeconómicos y Ecológicos o Ambientales.

Efectos Socioeconómicos

En este tipo de efecto se destacan los provocados a la salud pública, de los cuales sus principales efectos destacan la contaminación de los suelos, agua, atmosfera, deterioro de la belleza escénica y también las limitaciones para la recreación. Dentro de los efectos socioeconómicos también destacan los provocados a la propiedad (publica y privada), el deterioro de los procesos productivos, la reducción de fuentes de trabajo, el deterioro causado a el turismo y también el perjuicio provocado a obras públicas e infraestructuras de comunicaciones.

Efectos Ecológicos o Ambientales

Este tipo de efecto esta referido principalmente a los efectos que son ocasionados al el clima, los suelos, la vida silvestre (Fauna) y a los árboles mismos.

- Efectos en el Clima: Estos son diversos y afectan principalmente al microclima cambiando los regímenes de vientos, ocasionando la disminución de la humedad ambiental, incrementando la temperatura ambiental, aumentando la radiación solar, incremento la luminosidad, reduciendo la evapotranspiración, y provocando la disminución de la disponibilidad de oxígeno.
- Efectos en el Suelo: Dentro de estas se encuentran los efectos causados a las propiedades físicas (estructura o textura), temperatura y calor, propiedades químicas y ciclo de nutrientes, propiedades biológicas y efectos sobre el agua y el ciclo hidrológico.
- Efectos en la vida Silvestre: Estos efectos son la destrucción de las formaciones vegetacionales, la alteración en la composición de especies, las migraciones de animales y el desequilibrio ecológico o rupturas en la cadena biológica.
- Efecto en los árboles: Se produce la muerte de los tejidos vegetales, reproducen daños a sus órganos, un deterioro en las propiedades físicas de la madera y la provocación de problemas biológicos y sanitarios.

2.3 Manejo del Fuego

El Manejo del Fuego, también conocido como Control de Incendios Forestales o Protección contra los Incendios Forestales es una disciplina multidisciplinaria que integra conocimientos científicos y tecnológicos de una amplia gama de especialidades relativas a temas económicos, sociales y ambientales. Su objetivo está dirigido esencialmente hacia el estudio de la ocurrencia y propagación de incendios en zonas rurales y, del uso del fuego como herramienta de trabajo en operaciones agrícolas y forestales. Se preocupa también del análisis, diseño, formulación, aplicación y evaluación de los criterios, procedimientos y técnicas necesarias para regular o minimizar los efectos y daños que el fuego puede provocar en los recursos naturales renovables (Julio y Bosnich, 2007).

2.4 Componentes de Manejo del Fuego

Cualquiera que sea su nivel o cobertura (nacional, regional, local o predial), un programa de manejo del fuego necesariamente debe considerar cuatro aspectos o componentes básicos: PREVENCIÓN, PRESUPRESIÓN, COMBATE y USO DEL FUEGO (Julio y Bosnich, 2007).

2.4.1 Prevención

Son todas las medidas tendientes a evitar que se produzcan o propaguen los incendios forestales (en el último caso, en relación a las acciones ejecutadas previamente a la ocurrencia). También se le define como la actividad que cumple el propósito de controlar el riesgo y peligro de incendios forestales.

Por riesgo debe entenderse al agente que origina o provoca un incendio forestal. En Chile, en la gran mayoría de los casos (sobre el 99 %) corresponde a actividades realizadas por el hombre, ya sea a través de acciones negligentes como premeditadas o intencionales. En otros países, las tormentas eléctricas, constituyen el factor de riesgo de mayor importancia, que puede alcanzar una incidencia de hasta el 80 %.

El peligro está referido a la conflictividad que puede alcanzar el comportamiento del fuego de un incendio una vez que se haya producido y se esté propagando y ello dependerá básicamente de factores tales como la topografía del lugar, la calidad y condición de la vegetación afectada y, del estado del tiempo atmosférico imperante. Debido a que la topografía y el estado atmosférico no pueden ser controlados por el hombre, las acciones preventivas del peligro requieren enfocarse esencialmente en la vegetación.

También se pueden encontrar medidas o acciones dirigidas a prevenir el riesgo y peligro de incendios forestales como la educación y difusión, la cual se ejecuta a través de campañas de prevención creando conciencia respecto al valor que representan los recursos naturales renovables y también promoviendo la protección de la acción que causan los incendios forestales.

La Legislación y Reglamentación son otra medida de prevención las cuales son normas de carácter jurídico o reglamentario y que son destinadas a controlar las actividades de las personas cuando impliquen, ya sea un riesgo de ocurrencia, o bien un peligro de propagación de incendios forestales.

Finalmente esta la silvicultura preventiva o manejo de combustibles, la que contempla intervenciones de la vegetación, ejecutadas previamente a la ocurrencia con el objetivo de evitar la propagación del incendio o reducir, eliminar, reordenar o cortar la continuidad de los combustibles.

2.4.2 Presupresión

Son las actividades que deben ser planificadas y programadas con antelación a la ocurrencia de incendios forestales, con el fin de evaluar los problemas que eventualmente puedan originarse, y disponer una oportuna detección y capacidad de extinción, en caso que ellos se produzcan. En este caso, cabe mencionar:

- Evaluación del Grado de Peligro: Se efectúa a través del uso de índices, cuyo diseño está dirigido a estimar la probabilidad de inicio, la propagación y daños de los incendios forestales.
- Detección: Son todas aquellas operaciones que se ejecutan con el propósito de descubrir y localizar oportunamente a los incendios forestales que se inician.
- Movilización: Es el conjunto de actividades que suceden desde el momento que se ha recibido un reporte de incendio forestal y se ha emitido la instrucción de despacho de una o varias unidades de combate, hasta que efectivamente se inicia el combate con el reconocimiento del foco en el terreno afectado.
- Organización para el Combate: Corresponde a la infraestructura y recursos que deben disponerse para la movilización y extinción de los incendios forestales, incluyendo los diseños operacionales y esquemas organizativos, necesarios para lograr acciones eficientes y oportunas.
- Seguridad: Incluye las medidas requeridas para velar por un desempeño eficiente del personal en las operaciones de manejo del fuego, particularmente desde el punto de vista de su correcta preparación, equipamiento, prevención del riesgo de accidentes y control de pérdidas.
- Comando de Operaciones: Aborda la evaluación, planificación, programación, coordinación y conducción permanente de las operaciones de manejo del fuego, en orden de asignar adecuadamente los recursos disponibles, especialmente en situaciones coyunturales.

2.4.3 Combate

Es la extinción o supresión de los incendios forestales, que debe ejecutarse de acuerdo a los planes, métodos y criterios definidos e implementados en la presupresión. El combate incluye una serie de actividades denominadas bajo el término de Fases, las que se realizan consecutivamente. Estas fases son:

- Reconocimiento: Es la evaluación del sector afectado por un incendio forestal, a fin de estimar las proyecciones del comportamiento del fuego, los daños potenciales y las posibilidades de control existentes. Todo ello con el objeto de definir las estrategias y tácticas que deben aplicarse para lograr una eficiente extinción.
- Primer Ataque: Es el inicio del combate propiamente tal, y se ejecuta de acuerdo a los resultados obtenidos en el reconocimiento. Está dirigido a detener el frente principal del incendio, el que se define en función de las características del comportamiento del fuego, el daño que se puede originar, o por las condiciones existentes para controlar el incendio.
- Control: Es la acción de circunscribir el área del incendio dentro de un perímetro de seguridad, que permita detener en forma definitiva la propagación, en todos los frentes de avance del fuego.
- Liquidación: Es la supresión definitiva del incendio, una vez que ya ha sido controlado, por medio de la sofocación o remate de los focos aún existentes en el terreno.
- Guardia de Cenizas: Es el patrullaje final, mediante el cual se vigila el sector quemado para detectar oportunamente cualquier rebrote de fuego, y proceder en consecuencia a su pronta extinción en caso que ello ocurra.

2.4.4 Uso del Fuego

Diversas faenas agrícolas y forestales pueden ser ejecutadas utilizando al fuego como herramienta de trabajo. Este elemento, en el cumplimiento de diversos objetivos, puede emplearse con gran efectividad y a costos reducidos. Sin embargo, su aplicación debe ser muy cuidadosa, por el riesgo siempre presente que sus resultados no sean favorables.

Por esta razón, el uso del fuego como herramienta de trabajo, debe estar ceñido a un PLAN de QUEMA, que requiere prepararse teniendo presente los objetivos perseguidos, las condiciones del terreno, el estado atmosférico, las características de la vegetación a eliminar, los recursos disponibles y los riesgos presentes.

2.5 Detección de Incendios Forestales

Es la acción dirigida a vigilar una zona bajo protección, con el propósito de descubrir y localizar los incendios forestales que puedan haberse iniciado. Es el primer paso de un proceso que comienza para lograr una oportuna extinción de los focos de fuego. La velocidad con que se lleva a efecto la detección es de gran importancia, porque la dificultad o esfuerzo de control se incrementa en términos exponenciales en relación al tiempo transcurrido desde el momento de origen del incendio (Julio y Bosnich, 2007).

Otra definición es la descrita por Altamirano (2000) la cual la define como la acción dirigida a descubrir y localizar los incendios forestales que se originan en una zona bajo protección. Corresponde al primer paso destinado a la extinción del fuego, y a partir de sus reportes contribuyen a la activación de mecanismos que incluyen la evaluación de los focos, el despacho y la movilización de recursos para el combate del incendio.

La detección corresponde a una serie de actividades cuyo propósito es descubrir, localizar y comunicar un incendio a la Central de Operaciones para que ahí se consideren las medidas para la extinción del fuego (SEMARNAT, 2008).

La rapidez y la calidad con que se efectúa la detección de los incendios es de vital importancia en el manejo del fuego, porque la complejidad de estos se ve incrementada en términos exponenciales, con relación al tiempo transcurrido desde el inicio del fuego (Altamirano, 2000).

Según lo descrito por Julio y Bosnich (2007), la detección de incendios puede efectuarse a través de dos formas generales.

- Detección no Programada: La que se basa en el apoyo de medios (no incluidos en la programación del manejo del fuego), pero que para los cuales existe la capacidad de registrar y procesar de los avisos de descubrimiento y localización de focos que sean recepcionados Incluso, considera los casos en que la central de operaciones que ha recibido el reporte ya haya impartido previamente las instrucciones para la movilización, reconocimiento y ejecución del primer ataque, si es que ello se estima adecuado en la oportunidad correspondiente. Los reportes más frecuentes provienen generalmente del personal de otros programas de la empresa, que recorren habitualmente los sectores bajo protección cumpliendo tareas tales como control de faenas, guardería forestal u otras.
- Detección Programada: Corresponde a la basada en los dispositivos que se han dispuesto específicamente para detectar los incendios forestales. Al respecto, la detección programada puede aplicarse a través de diversos sistemas, mediante el empleo de *Observadores Terrestres Móviles*, *Observadores Terrestres Fijos*, *Observadores Aéreos* y *Observación con medios Indirectos*.

2.6 Sistemas de Detección

Julio y Bosnich (2007) describen diferentes formas en que se pueden desarrollar la detección de incendios, las cuales son las siguientes.

2.6.1 Observación Terrestre Móvil

El sistema está basado en patrullajes terrestres de vigilantes, los que pueden ser guardabosques, supervisores o técnicos, que pueden movilizarse por medios diversos, aunque lo normal es emplear vehículos motorizados (jeeps o motocicletas).

El patrullaje terrestre ha constituido tradicionalmente un complemento a otros sistemas de detección, como son los basados en torres de observación o mediante el patrullaje aéreo. Sin embargo, en sectores aislados pueden llegar a representar la principal modalidad de descubrimiento oportuno de incendios forestales, especialmente cuando se trata de terrenos de alto valor, de extensión reducida (un predio o un grupo de ellos contiguos) y con una topografía muy quebrada.

En el área bajo vigilancia es necesario contar, con la existencia de puntos relevantes o panorámicos, en los cuales pueda observarse adecuadamente a los diferentes sectores que se desea proteger. No es recomendable basar este tipo de detección en la observación de los vigías cuando se encuentren en movimiento, porque la calidad de la observación es baja. El patrullaje debe funcionar siguiendo rutas preestablecidas, en horarios definidos, con paradas en puntos estratégicos, de gran visibilidad, en donde se realiza la observación propiamente tal. Estos puntos pueden estar apoyados con pequeñas instalaciones o miradores, para mejorar la cobertura de vigilancia.

Es importante, en el diseño del sistema, seleccionar las rutas y miradores que optimicen el desarrollo de la detección. Especialmente, para el caso de los miradores, es necesario conocer previamente la cobertura efectiva de visibilidad y la prioridad de protección de los sectores a vigilar.

En cuanto al equipamiento requerido para los patrulleros, además del medio de transporte, debe consistir en un aparato de radio (para el reporte rápido de los focos que se detecten), binoculares (para mejorar la calidad de la observación), un plano del sector (para la localización correcta de los focos), los formularios para el registro de las observaciones y, si es posible (de acuerdo al medio de transporte que se ocupe), algunas herramientas para colaborar en el primer ataque del incendio que se descubra.

2.6.2 Observación Terrestre Fija

Se basa en el empleo de torres de observación, las que poseen por lo general una estructura de metal o madera, de una altura que normalmente fluctúa entre 12 y 30 metros, sobre la cual está instalada una caseta, en donde permanece un vigía o terrero (figura 1). En Chile, en la actualidad constituye el principal sistema de

detección, operadas principalmente por la Corporación Nacional Forestal y Empresas Forestales.



Figura 1. Torres de observación utilizadas para la detección de incendios.

Operación del Sistema

a) Métodos de Observación: Los mejores resultados en la detección apoyada por una torre de observación se obtienen mediante la combinación de revisiones sistemáticas, en forma panorámica y detallada del terreno bajo vigilancia, efectuadas alternadamente. Para ello, el torrero puede realizarlas en forma directa (a ojo desnudo), o bien, con el apoyo de binoculares.

- Observaciones Panorámicas: Deben efectuarse con una periodicidad que dependa del grado del grado de peligro del momento. Consisten en una revisión del paisaje que rodea a la torre, siguiendo un movimiento rotatorio, deteniéndose algunos momentos en aquellos puntos o sectores relevantes desde el punto de vista de la prioridad de protección, y que representen especialmente un elevado riesgo (producto de tránsito, faenas forestales o uso recreativo), o un alto peligro, que eventualmente permita el desarrollo de incendios conflictivos. Lo normal es efectuar las observaciones panorámicas en forma continua, con lapsos de receso de unos 15 minutos, con

posterioridad al término de la observación detallada que ha continuación debe complementar.

- Observaciones Detalladas: inmediatamente a continuación de la revisión panorámica se lleva a efecto una observación exhaustiva de toda la zona bajo vigilancia, en forma sistemática, de manera que no quede ningún sector excluido. Esta modalidad de observación se puede efectuar de dos formas diferentes (figura 2), Paralela y Radial.

La técnica Paralela consiste en programar la vigilancia de manera de ir observando el terreno en recorridos de la visual en tramos circulares seguidos que van desde los alrededores de la torre hasta sus límites de visibilidad (en forma de una espiral excéntrica). Con el objeto de facilitar este trabajo, la zona se puede dividir en varios sectores, cada 60° , por ejemplo, o bien apoyándose entre puntos de referencia notables (árbol alto aislado, cima de un cerro, cruce de una carretera, etc.).

La técnica Radial es la que se basa en observaciones que van en línea recta, de ida y regreso, desde la posición de la torre hacia sus límites de visibilidad (separadas cada 5 o 10°), siguiendo los movimientos de un puntero de reloj, en forma consecutiva hasta completar el círculo.

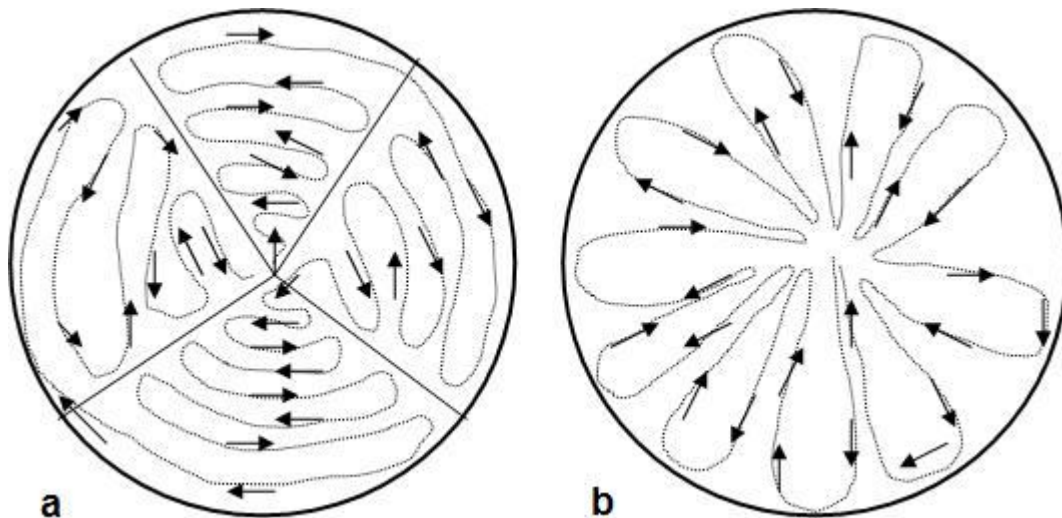


Figura 2. Métodos de Observación Detallada a) paralela y b) radial.

b) Localización de Focos: Cuando el torrero descubre un humo, debe localizarlo en forma precisa y, posteriormente caracterizarlo, cumpliendo la exigencia de enviar el reporte correspondiente a la central de operaciones en cada una de esas dos oportunidades

La localización del foco se efectúa en términos del rumbo que éste posee en relación a la posición torre. Para ello, el torrero debe disponer de algún instrumento

(localizador) que le permita conocer el grado exacto con respecto al norte en que se ubica el posible incendio.

Frecuentemente el torrero, una vez conocido el rumbo del incendio, y con el apoyo de un plano de la zona, puede determinar con precisión la ubicación del foco. No obstante, lo recomendable es que la central de operaciones lo determine para evitar posibles errores. Para esto último, puede emplear la información de torres vecinas que también han detectado al foco, y por la intersección de los rumbos reportados sobre un plano, le será posible determinar su posición exacta.

c) Identificación de Humos: Es importante para la central de operaciones que el reporte de un foco incluya la mayor cantidad posible de antecedentes del eventual incendio forestal, a objeto de tomar la mejor decisión de despacho de recursos para su control. Por tal razón, la detección de un foco no sólo consiste en la localización exacta del humo observado, sino que además debe incluir las características que éste posee y, por supuesto, determinar si realmente corresponde a un incendio forestal. En tal sentido, es importante que el torrero posea la capacitación necesaria para clasificar al humo, en aspectos tales como tamaño, forma, color y legitimidad.

d) Condiciones y Equipamiento del Torrero: La tarea de vigilancia desde una torre desde observación es delicada, porque su eficiencia depende estrechamente de la rigurosidad en el cumplimiento de las normas que regulan la operación. En primer término, el torrero debe ser adecuadamente escogido considerando diversos requisitos y exigencias, entre las cuales tener la capacitación para manejar los equipos, planos y fotografías del sector bajo vigilancia. También debe tener buena salud, exento de problemas oculares, enfermedades crónicas graves y poseer estabilidad emocional, que le permita soportar su soledad durante muchas horas diarias y períodos prolongados, en un ambiente poco grato.

e) Visibilidad de los Observadores terrestres: Las torres, dependiendo de la topografía del terreno y de la nitidez atmosférica, pueden tener un alcance de visibilidad que fluctúa normalmente entre 5 y 35 kilómetros (en casos especiales pueden vigilar a más de 50 km.). El estándar empleado en Chile para los análisis de coberturas corresponde generalmente a un radio de observación de 20 km.

No todo el terreno bajo el radio de cobertura de una torre es visible directamente desde la caseta del vigía (torrero). Pueden existir sectores donde el observador o torrero no puede detectar directamente el inicio de un foco, principalmente por los obstáculos topográficos, en estos casos el sector es denominado como punto ciego o área ciega. La exigencia de visibilidad de una torre es variable, porque no necesariamente toda la zona bajo su cobertura puede ser de interés para el propietario del terreno. También, el estándar puede estar dado por la prioridad de protección de los sectores bajo vigilancia.

f) Diseño de Sistemas de Torres de Observación: Cuando se desea establecer un sistema de detección basado en observadores terrestres fijos, que requiera de varias torres (se excluye en este caso la situación de predios aislados), lógicamente la

decisión para el diseño (número y localización) se debe fundamentar en un criterio de eficiencia. Es decir, lograr con la menor cantidad posible de torres, el estándar de visibilidad que se ha definido para la zona correspondiente.

La cantidad y posición de las torres puede ser definida por diversos criterios. Uno, de carácter estático, que puede basarse en un monto presupuestario definido de antemano, lo que implica conocer previamente el número a instalar. En este caso, la solución debe ser provista por un proceso matemático que determine la mejor visibilidad conjunta entre las diferentes opciones de combinaciones de localización de las torres. El otro criterio es cuando el proceso se inicia sin conocer exactamente el número de torres que se requiere instalar, se puede basar en un análisis marginal, es decir, ir aumentando gradualmente el número de torres, hasta determinar el punto en que la incorporación de nuevas torres no aporta un incremento significativo de visibilidad en la zona. Lógicamente, la visibilidad para cada categoría de número de torres que se está comparando, debe corresponder a la respectiva mejor combinación de localizaciones.

En ambos criterios, o cualquier otro que se aplique, se debe tener presente que, en la expresión visibilidad, también se está incorporando la prioridad de protección, porque las exigencias de cobertura varían según el interés que posean los diferentes sectores en la zona.

2.6.3 Observación Aérea

Se basa en la vigilancia desde aviones, helicópteros, globos aerostáticos e incluso, satélites artificiales. De todos ellos, los más empleados son los aviones y los helicópteros, aunque en estos últimos el costo puede ser restrictivo, siendo más conveniente destinarlos a otras operaciones, como: transporte de combatientes, reconocimiento de incendios, dirección del combate o bombardeo con agua o productos químicos.

Los aviones históricamente han representado un importante sistema de detección en Chile. Incluso, entre 1967 y 1974 constituyeron el medio de mayor empleo (en promedio, sobre 4 mil horas de vuelo por temporada). Posteriormente, con el alza de los combustibles por la crisis del petróleo, comenzaron a ser desplazados progresivamente por las torres de observación y dejaron de constituirse como el principal sistema de detección. En la actualidad continúa su uso en la detección en algunas regiones del país, pero su mayor aporte ahora se al reconocimiento de focos y a la dirección del combate.

En el diseño de un sistema de detección aérea basada en aviones, intervienen diversos elementos, entre los cuales cabe destacar: Tipo de aeronave, cobertura de vigilancia, planes y programas de vuelo, localización, reconocimiento y reporte de focos, personal y equipos.

Tipos de Aeronaves de Detección

Las aeronaves más adecuadas para la detección son aquellas del tipo avioneta (figura 3) (Cessna, Piper, Commander, etc.), principalmente por su costo operacional y por la capacidad que poseen para efectuar la vigilancia en terrenos forestales. Por otra parte, los aviones pequeños pueden aterrizar y despegar en innumerables condiciones de terreno, lo que facilita el rol que ellos cumplen.



Figura 3. Avión utilizado para la detección aérea de incendios forestales.

En general, se mencionan diversas características que deben poseer las aeronaves para realizar un eficiente trabajo de detección. Las principales son:

a) Velocidad de Crucero: En lo posible sobre 120 nudos, a fin de lograr un rápido desplazamiento hacia las zonas donde deben efectuar los patrullajes.

b) Velocidad de Sustentación (stall): Esta debe ser baja, para poder sobrevolar con lentitud los sectores con posibles focos, y permitir una mejor vigilancia sin el riesgo de caída de la aeronave.

c) Ala alta: Las alas de este tipo de aeronave deben ser sobre la cabina del piloto, para lograr una mejor observación de los terrenos durante el desarrollo del patrullaje sobre los terrenos bajo vigilancia.

d) Estabilidad Aerodinámica: La aeronave debe ser capaz de resistir turbulencias atmosféricas sin disminuir en forma sensible su estabilidad.

e) Maniobrabilidad: Por la naturaleza de la operación, es indispensable que el avión esté diseñado para efectuar giros rápidos y en distancias muy cortas.

f) Autonomía: Dependiendo del tamaño del área a vigilar o de la ocurrencia de focos en la ruta, los aviones pueden permanecer en el aire por muchas horas. De ahí la conveniencia de la capacidad de volar por períodos prolongados, evitando el abastecimiento de combustibles.

Cobertura de Vigilancia

El avión es una plataforma aérea de vigilancia, que va barriendo el terreno con su observación y, teóricamente su visibilidad puede ser total, sin áreas ciegas. Sin embargo, la extensión de la zona de observación depende de diversos factores:

a) Velocidad de Vuelo. A mayores velocidades de desplazamiento más extensa es el área vigilada por unidad de tiempo. Pero, la calidad de la observación es mejor a bajas velocidades.

b) Altura de vuelo. Igualmente, con vuelos a mayores alturas la observación cubre zonas más extensas. Sin embargo, calidad de la vigilancia es mejor a alturas menores. Lo recomendable es patrullar entre 400 y 700 metros sobre el suelo.

c) Topografía. Afecta al radio de visibilidad. Los mayores rendimientos se pueden obtener volando sobre terrenos planos.

d) Visibilidad. La nitidez atmosférica es importante en la calidad y rendimiento del patrullaje. La eficiencia es menor en sectores con humo o smog. La radiación solar, en algunas horas del día, puede limitar a la visibilidad.

e) Estabilidad Atmosférica. Zonas o períodos de turbulencias atmosférica pueden anular la operatividad de los aviones en la detección.

f) Observador Aéreo. La calidad, experiencia y conocimiento de la zona por parte del vigía en el avión es fundamental en la eficiencia de la detección.

Planes y Programas de Vuelo

Un sistema de detección aérea, al igual que la vigilancia basada en torres de observación, debe estar diseñado para alcanzar el mayor nivel de eficiencia posible, es decir lograr la máxima cobertura de observación en el menor tiempo de vuelo posible. Por esta razón, los planes y programas de vuelo que se formulen pueden ser decisivos en lograr el propósito de eficiencia.

El Plan de Vuelo se refiere a la ruta que es establecida para el patrullaje, y debe definirse esencialmente considerando las prioridades de protección determinadas para los diferentes sectores de la zona bajo vigilancia. Las Rutas pueden ser permanentes o eventuales. Las primeras son aquellas que se emplean en todos los vuelos normales o rutinarios, y deben cubrir adecuadamente a lo menos los sectores prioritarios. En cambio, las eventuales poseen un carácter complementario o alternativo, y deben emplearse de acuerdo al riesgo y peligro presentes en un día

determinado. También, las eventuales, que deben definirse en la planificación de las operaciones de la temporada, porque también pueden ser útiles cuando se dispone de dos o más aeronaves simultáneamente para efectuar los patrullajes.

Los Programas de Vuelo definen las rutas a utilizar cada día y la frecuencia de vuelos a efectuar en cada una de ellas. Esto puede depender de las aeronaves disponibles, pero la regulación debe estar dada, en primer lugar, en función del grado de peligro presente. Incluso, con índices bajos, puede ser innecesario instruir patrullajes.

Los horarios de vuelo para días normales deben programarse para los lapsos de mayor probabilidad de ocurrencia, esto es, entre las 11 y 18 horas, recomendándose la realización de dos patrullajes en los sectores de primera prioridad (antes y después del mediodía). En cambio, para los días con un grado de peligro alto o extremo (alerta roja), se recomienda intensificar los patrullajes, con el objeto de reducir los lapsos entre un vuelo y otro.

También es conveniente establecer rutas cortas, que puedan significar recorridos de una a dos horas de duración. Es importante, especialmente en los días más críticos, programar una alta frecuencia de patrullajes con el objeto de detectar los focos sin que transcurra un lapso importante desde su inicio.

Localización, Reconocimiento y Reporte de Focos

La Localización es la que corresponde a la detección misma de un foco, con la respectiva determinación de su posición exacta. Es indispensable que el observador o vigía aéreo no sólo posea un adecuado conocimiento de los terrenos que están siendo patrullados, sino que también es necesario que disponga de los medios (instrumentos, cartas) que le permitan definir con precisión las coordenadas geográficas correspondientes. Este último aspecto está actualmente siendo resuelto eficientemente con los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).

Una vez localizado el foco, el avión debe iniciar un sobrevuelo en el sector afectado o Reconocimiento, a fin de que el Observador Aéreo pueda calificarlo (verificar si corresponde a un incendio, quema u otro fenómeno), y para obtener los antecedentes requeridos por el reporte que debe transmitirse a la central de operaciones.

El Reporte tiene por objetivo comunicar a la central de operaciones todos los antecedentes necesarios para tomar la decisión de que recursos son despachos para el combate del foco. Lo conveniente es efectuarlo en dos oportunidades: Primero, tan pronto como se ha localizado el foco y, con posterioridad al sobrevuelo de reconocimiento. El doble reporte tiene la ventaja de otorgar más tiempo a la central de operaciones para la revisión de antecedentes sobre el sector afectado. De esta manera, con la recepción del segundo reporte, la decisión de despacho puede ser más rápida y segura.

El contenido del reporte de reconocimiento del incendio puede ser breve, si la central de operaciones dispone de un adecuado sistema de información. En el caso contrario, la información a transmitir puede ser muy extensa, incluyendo por lo menos una descripción de la superficie afectada, topografía, modelos de combustibles, comportamiento del fuego, dirección del viento, valores amenazados, disponibilidad de agua, acceso terrestre, acceso de helicópteros, posibilidades de combate aéreo, personal del lugar trabajando en la extinción, estado de avance en el control del incendio y requerimientos generales para el combate.

El reporte se puede agilizar significativamente con el empleo de códigos radiales, en donde cada uno de los factores recién señalados y las opciones posibles de ellos, están previamente identificados en claves y en formatos normalizados. Además, dependiendo del sistema de información que maneje la central de operaciones, una proporción importante de la información estática o fija, existente en el sector del incendio, podría obviarse en los reportes del observador aéreo.

Personal y Equipos

En la tarea de detección aérea no es recomendable que el piloto del avión cumpla también la tarea de vigilancia, por razones de seguridad y porque no es común que posea la capacitación necesaria para la detección. Debe considerarse, como una norma básica, la presencia de un Observador Aéreo que acompañe al piloto, con la suficiente preparación (capacitación) y equipamiento para cumplir adecuadamente tal función.

La calidad del observador aéreo es esencial para asegurar la efectividad de la detección, por esta razón, es importante que posea una adecuada experiencia en manejo del fuego y un suficiente conocimiento del terreno que le corresponde vigilar. Es conveniente que este cargo sea ejercido por un técnico con experiencia en combate de incendios forestales.

En cuanto al equipamiento, a excepción del avión y sus elementos complementarios respectivos, es importante que el observador aéreo disponga de los siguientes elementos:

- Equipo de radiocomunicación.
- Binoculares.
- Cartas y fotografías de la zona.
- Reglilla para el cálculo de superficies.
- Gafas protectoras del sol.
- Protectores de oídos.

Diseño de Sistemas de Patrullajes Aéreos.

Un sistema de detección aérea, al igual que la vigilancia basada en torres de observación, debe estar diseñado con el objeto de alcanzar un alto nivel de eficiencia. Es decir, lograr la mayor cobertura de observación en el menor tiempo

(costo) de vuelo posible. Lo primordial en el diseño de un sistema de detección aérea está referido a los planes de vuelo, es decir, la definición de las rutas de vigilancia.

A diferencia del diseño de sistemas de torres, en el patrullaje aéreo no interesa la visibilidad (porque se supone que no existen puntos ciegos), sino que la superficie cubierta (ponderada por las prioridades de protección) por unidad de tiempo. La superficie cubierta depende de la topografía de la zona (que regula el ancho de la franja de observación y la altura de vuelo) y, a su vez, el tiempo de vuelo en la ruta está afectado por la tasa de ocurrencia de incendios de la zona (por el sobrevuelo requerido para el reconocimiento de cada foco que se detecte).

Lo recomendable es que una ruta de vuelo cubra en total una superficie que fluctúe entre 150 mil y 400 mil hectáreas. Ahora, la productividad de esta ruta estará dada esencialmente por la proporción de tiempo destinado a la vigilancia de sectores de interés, y el costo de la operación.

De esta manera, la definición de los planes de vuelo debe necesariamente hacerse sobre la base de la evaluación de todas las rutas opcionales, considerando las especificaciones y restricciones antes indicadas. En el diseño del sistema, deben considerarse todos los aeródromos y aviones disponibles en la zona, a fin de identificar soluciones óptimas para cada una de las diferentes situaciones que puedan presentarse, y fundamentar la programación diaria del patrullaje.

2.6.4 Observación con Medios Indirectos

La detección ideal es la que permite el descubrimiento y localización de los focos en el momento preciso que se inician, cualquiera que sea la posición de ellos, las condiciones ambientales que lo rodean o la hora del día en que se originen.

El avance tecnológico ha permitido el desarrollo de métodos que hacen posible la detección instantánea, basada en instrumentos o medios de alta precisión y que resuelven las limitaciones de la visión humana. Entre tales técnicas, conocidas como indirectas porque no emplean la visión humana, cabe destacar a los sistemas basados en la Televisión y en los Radiómetros Infrarrojos.

Sistemas Televisivos

Están recientemente saliendo de su fase experimental, porque solamente en los últimos tiempos se ha logrado una resolución adecuada, y una operación a costos razonables.

La imagen transmitida a través de una o varias cámaras es recibida directamente en una central de operaciones, en la que se puede disponer de la cantidad suficiente de pantallas para mantener una vigilancia permanente de la zona bajo protección. Estas cámaras pueden estar instaladas en puntos fijos de observación (torres) o bien en equipos móviles (avionetas).

a) Sistemas Fijos de Observación: Las cámaras se instalan en una torre de detección y pueden ser de dos tipos, al igual que los sistemas normales de vigilancia o seguridad: Rotatorias o Estáticas. Las primeras se basan en una cámara que va girando, de manera pueda cubrir en determinados lapsos la circunferencia completa (por ejemplo, cada minuto). En cambio, en las estáticas, la cantidad de cámaras es variable, porque no cambian de posición y en conjunto están observando simultáneamente diferentes sectores de la zona bajo vigilancia. Para este último caso, en la central de operaciones debe disponer de tantas pantallas como cámaras de observación consideradas en la operación.

A pesar de los avances logrados, el sistema aún posee algunas limitaciones. Por ejemplo, sólo se ha logrado un nivel adecuado de resolución para distancias relativamente bajas (hasta un radio de unos cinco kilómetros desde la torre de apoyo) y, no son útiles en la noche. Por lo general, su mayor utilidad está referida a la vigilancia de zonas de baja extensión y alto valor.

b) Sistemas Móviles de Observación: En este caso la cámara va instalada en una avioneta de patrullaje aéreo, que comúnmente se le denomina como "Avión Óptico". Además, la aeronave va provisto de un sistema de navegación GPS (Sistema de Posicionamiento Global) e instrumentos para medir superficies de terreno.

De esta forma, mediante el avión óptico, la central de operaciones puede recibir imágenes video captadas durante el patrullaje, que se transmiten mediante sistemas de telefonía celular, conocer la posición geográfica exacta de las mismas, y efectuar un reconocimiento directo del terreno que está siendo afectado por un foco de fuego.

Sistemas basados en Radiómetros Infrarrojos

Los radiómetros infrarrojos se basan en la captación del calor que emiten los cuerpos, por medio de una célula sensible de iridio y antimonio, que se mantiene fría con compuestos tales como nitrógeno líquido u otros.

Los equipos diseñados para la detección de incendios forestales pueden fijarse en instalaciones terrestres (torres), o en elementos aéreos como aviones o satélites. Los radiómetros pueden emitir la información a través de fotografías, en plotters o bien, directamente en la pantalla en una central de operaciones.

La modalidad más empleada corresponde a la de radiómetros instalados en avionetas, que desarrollan patrullajes aéreos similares a los indicados anteriormente. En este caso emplean scanners que van barriendo una franja para captar al instante cualquier señal correspondiente a un foco de incendio forestal.

Además de la localización de incendios, pueden entregar otros antecedentes útiles para la central de operaciones, entre los cuales cabe destacar:

- Mapeo del perímetro del incendio.
- Localización de focos satélites.

- Dirección y velocidad de propagación del incendio.
- Determinación de los niveles de intensidad calórica en toda la superficie del incendio.
- Mapeo de combustibles, aguas, caminos, etc.

En el caso de los radiómetros instalados en torres, el sistema opera a base de una cámara rotatoria, la que puede girar cubriendo los 360 grados en un lapso cercano a un minuto. La detección de la fuente calórica se produce por medio de un proceso de validación, mediante el cual, el aparato emite una señal de alarma cuando capta una fuente calórica no registrada en la rotación anterior. Esto significa, que se puede tardar entre uno y dos minutos en descubrir un foco.

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Material

3.1.1 Descripción del Área de Estudio

El presente estudio se realizó en el área que comprende todo el patrimonio de la empresa Forestal Valdivia S.A. el cual abarca parte de la novena región de la Araucanía, la Décimo cuarta región de los ríos y parte de la Décima región de los lagos. La superficie total administrada por Forestal Valdivia S.A. es de 258.105 ha, de las cuales 119.949 ha corresponden a plantaciones de pino radiata, 36.746 ha de eucalipto, 2.238 ha de otras especies y 99.172 ha de terrenos clasificados como bosque nativo y zonas de protección (información al 31 de Julio de 2008).

Al ser el patrimonio de una empresa forestal, existen dentro de toda el área una diversidad de especies forestales de alto valor y zonas de bosque nativo y protección. En la figura 4 se aprecia el patrimonio de la empresa, pero solamente a las zonas productivas con especies como *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*

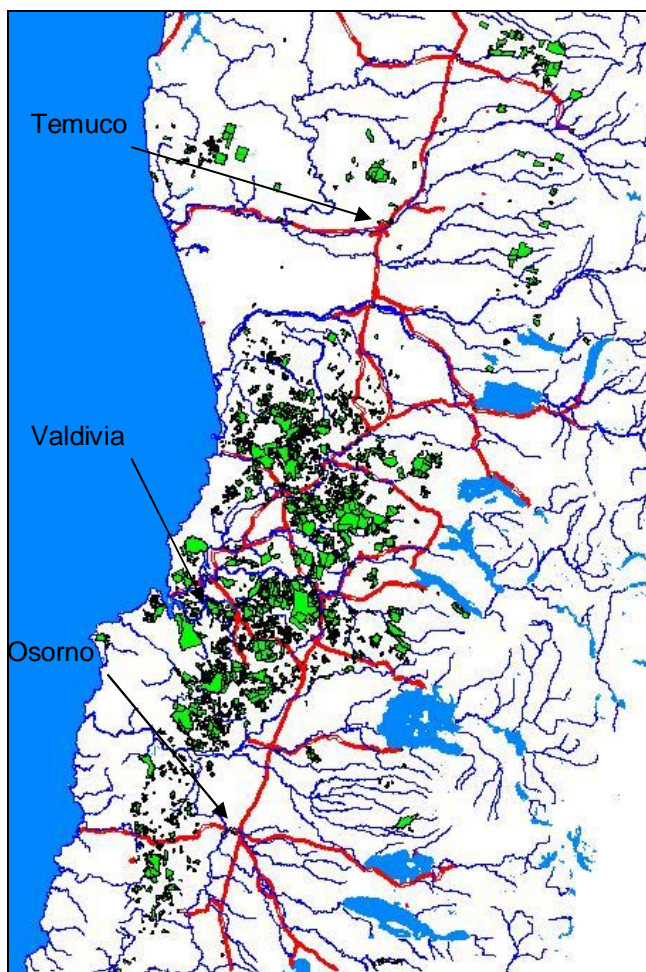


Figura 4. Mapa de ubicación del patrimonio (color verde) resguardado por la central de operaciones

3.1.2 Información Estadística

Para este estudio se tomó como base los datos proporcionados por la unidad de manejo del fuego (central de operaciones) de Forestal Valdivia S.A. En primer lugar se tomaron los informes anuales de cada temporada, de los cuales sólo se extrajo la información que sea útil para este estudio, en este caso toda la información concerniente con los sistemas de detección (fichas de incendios), ya que en estos informes se encuentra gran cantidad de información respecto a todo el accionar que se realiza en caso de un incendio forestal.

3.2 Método

3.2.1 Caracterización de los Sistemas de Detección

Se realizó la depuración de la información contenida en cada uno de las fichas de incendio de cada temporada que emite la Central de operaciones de Forestal Valdivia S.A. ya que en estos se encuentra información de todas las actividades que se realizan durante la ocurrencia de un incendio (Anexo 1).

Durante el transcurso del periodo en estudio se identificaron todos los sistemas utilizados en la detección de incendios forestales por la empresa en todo el patrimonio de esta, los que posteriormente fueron caracterizados en el tiempo.

3.2.2 Estudio de la Tendencia entre el Número de Incendios por Temporada y el Sistema de Detección Asociado

Durante cada temporada se registran incendios forestales, los cuales son detectados por distintas fuentes, entre ellas los sistemas de detección que son utilizados en la empresa Forestal Valdivia S.A. Toda esta información se encuentra contenida en los informes de cada temporada y las fichas de incendios.

Para este análisis sólo se tomaron en cuenta las fuentes de detección que son utilizadas por la empresa, dejando en una categoría las otras como son Carabineros, Bomberos y otros (terceros), las que se consideraran como otras fuentes de información.

3.2.3 Determinación del Grado de Eficiencia de los Sistemas de Detección a través de los Tiempos de Detección

El tiempo de detección es aquel que transcurre desde que se ha iniciado un foco de incendio hasta que este es detectado por alguna fuente.

En este estudio no se pudo realizar el análisis del grado de eficiencia de los sistemas de detección utilizados por Forestal Valdivia S.A., ya que en las fichas de incendios no se contaba con la hora de inicio de un foco ni con la de la detección para poder obtener el tiempo de detección, el cual iba a ser utilizado para ver la eficiencia de cada sistema.

3.2.4 Recepción y registro de la información emitida por las diferentes fuentes de detección para el posterior despacho de recursos en la central de operaciones de Forestal Valdivia S.A.

Durante la temporada 2008-2009 se trabajó en la central de operaciones de Forestal Valdivia S.A. cumpliendo el rol de despachador, en donde se recepcionaba los reportes de focos de incendios detectados por los sistemas de detección de la empresa vía radial, al igual que los informados vía teléfono por terceros (Bomberos, CONAF, etc.). Toda esta información era ingresada en un cuaderno de registro de detección el cual incorporaba la fuente de detección, la hora, el lugar o nombre del predio, la apreciación de amenaza (con o sin amenaza), el rumbo o la distancia al predio y la altura o intensidad de la columna de humo.

Con esta información registrada se procedía a ingresarla en un programa SIG. donde se encontraba identificado todo el patrimonio de la empresa y a través de los cortes con los rumbos de las torres se identificaba espacialmente el lugar en donde se encontraba el foco de incendio y poder saber la distancia al predio mas cercano y con esto realizar el despacho de las brigadas de combate lo mas rápido posible.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Ocurrencia de Incendios Forestales

Según la información registrada en las fichas de incendios de la Central de Operaciones de Forestal Valdivia S.A., han ocurrido 314 incendios forestales entre las temporadas 2000-2001 y 2007-2008, afectando un total de 274,96 hectáreas del patrimonio de la empresa lo que se puede apreciar en el cuadro 1, además que en la temporada 2001-2002 se tuvo la mayor pérdida por incendios en cuanto a superficie afectada.

Cuadro1. Número de incendio y superficie afectada en las ultimas ocho temporadas en el patrimonio de Forestal Valdivia S.A.

Temporada	Nº incendios	Superficie afectada (ha)
2000-2001	26	29.9
2001-2002	76	145.8
2002-2003	35	0.4
2003-2004	35	5.3
2004-2005	32	17.4
2005-2006	25	1.8
2006-2007	21	0.7
2007-2008	64	73.7
TOTAL	314	274.96

En la figura 5 se aprecia la relación entre el número de incendios y la superficie afectada. En esta figura se infiere que las temporadas con mayores incendios forestales se encuentra entre los años 2000 a 2002, que han afectado un total de 175.7 hectáreas y la temporada 2007-2008 que afectó a 73.7 hectáreas. Lo anteriormente descrito afirma que cuando existe una mayor ocurrencia de incendios, el daño es mayor (mayor superficie afectada).

También se puede ver que no existe una relación entre la superficie afectada y el número de incendios entre las temporadas 2002-2003 y 2006-2007, debido a que el tamaño depende de otros factores siendo uno de los principales el tiempo que se demore en ser detectado y en realizar el primer ataque al incendio como también a la mejora que se realiza año tras año en la gestión de despacho y administración eficaz de los recursos con que se disponen por parte de la central.

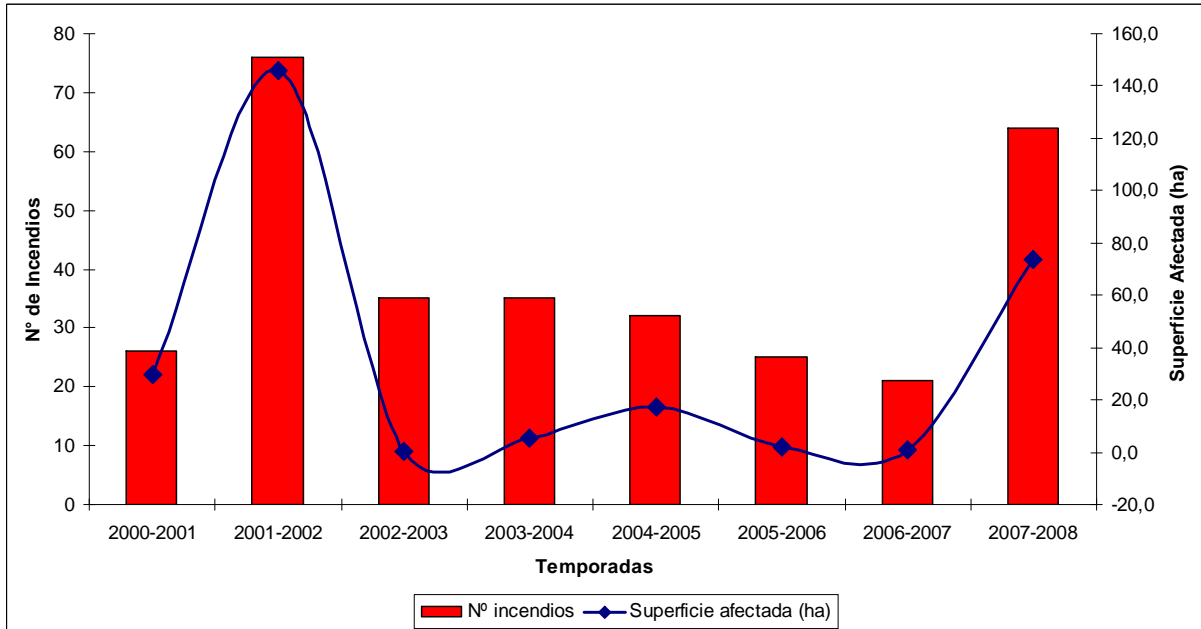


Figura 5. Número de Incendios y superficie forestal afectad al patrimonio de Forestal Valdivia S.A.

Al analizar las estadísticas llevadas por la Central de Operaciones, en su sistema de registro sobre causalidad, para el período en estudio, se puede ver que el 37, 26% de los incendios registrados son de origen intencional y el 32,8% son por causa de quemas de terceros, solo un 2,23% de los incendios son de origen por quema propia de la empresa, siendo alrededor de un 97% de los incendios causados por orígenes externos a las labores o administración por parte de la empresa. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Causas específicas de los Incendios forestales en los períodos 2000 al 2008.

CAUSA	Nº Incendio	Porcentaje (%)
QUEMA PROPIA	7	2.23
QUEMA TERCERO	103	32.80
MAQUINARIA	2	0.64
RAYO	1	0.32
FF.CC..	2	0.64
REBROTE INCENDIO	5	1.59
TRANSEÚNTES	18	5.73
DESCONOCIDA	29	9.24
INTENCIONAL	117	37.26
HOR. CARBÓN	1	0.32
INCEN. TERCEROS	4	1.27
EXT. PROD. BOSQUE	3	0.96
COR. CABLE ELECTRICO	22	7.01
Total	314	100

En la figura 6 se puede apreciar la proporción de incendios que son causados por agentes externos a las labores que realiza la empresa, siendo la mayor parte responsabilidad de terceros.

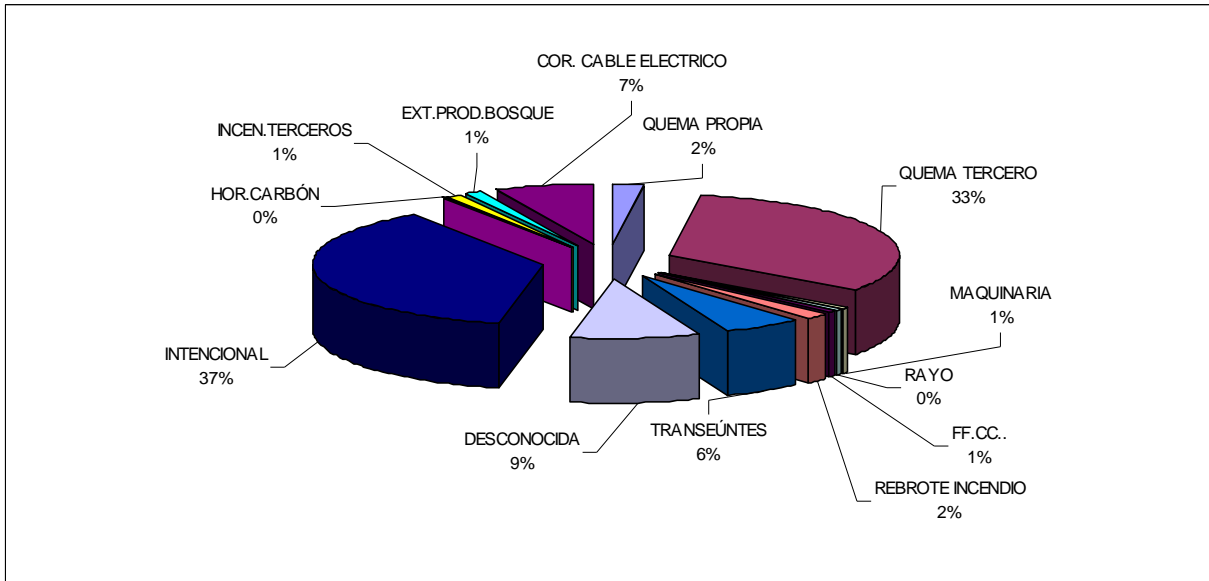


Figura 6. Causas específicas de incendios para las temporadas 2000-2001 a 2007-2008

La unidad de manejo del fuego realiza campañas de prevención durante la temporada a través de los prevencionistas, los cuales son personal que se movilizan en motocicleta, recorren los sectores rurales cercanos a patrimonio de la empresa realizando visitas a los campesinos o pequeños propietarios para dar a conocer los riesgos que puede causar una quema después de un roce, que tomen las precauciones necesarias al realizar una quema. También se preocupan de informar si hay roces cercanos a algún predio de la empresa indicando la distancia a este, la superficie del roce y el nivel de peligro. Con esta información se toman las medidas necesarias como la presencia de brigadas en el lugar el día que se realice la quema por parte de las personas. Los prevencionistas también apoyan en la labor de detección y chequeo de focos.

Durante la temporada de invierno, la unidad de manejo del fuego realiza la campaña Vivamos el Bosque, la cual consiste en charlas realizadas a colegios rurales ubicados en la zona donde se distribuye el patrimonio de la empresa. Se realizan charlas a niños con el fin de que cuiden el bosque previniendo la realización de quemas, de la importancia ecológica que cumplen los bosques.

4.2 Caracterización de los Sistemas de Detección

Durante el proceso de depuración de datos de los informes de cada temporada del periodo de estudio se pudo identificar dos sistemas de detección, las Torres y puestos de observación o vigilantes. Se identificó un tercero que corresponde a los prevencionistas (motoristas que apoyan la detección), Brigadas, guardabosques y empresas de servicios forestales (EMSEFOR), los que se agrupan en Personal de Forestal Valdivia S.A. La empresa no realiza labores de detección con aviones debido al alto costo que ello conlleva y solo se apoya con los propios sistemas de detección mas los antes mencionados que son todo el personal de la empresa.

Estos sistemas antes mencionados comienzan a operar en forma activa al comienzo de la temporada de incendios forestales en la zona, el que se inicia a partir del mes de Noviembre aproximadamente, dependiendo de las condiciones climáticas y finaliza en el mes de Abril, también dependiendo de las condiciones climáticas de la temporada. Dado que la temporada comienza en Noviembre y finaliza en Abril del año siguiente, las temporadas comprenden lapsos que corresponden a dos años.

Cabe mencionar que el sistema de detección fija (torres y vigilantes), los prevencionistas motorizados y las brigadas de combate son servicios prestados por un EMSEFOR el cual esta a cargo de que todo el sistema funciones con normalidad durante la temporada.

4.2.1 Torres y Puestos de Observación o Vigilantes

Estos son los principales sistemas de detección utilizados, los cuales presentan dos variantes.

Las torres de observación son construcciones de tipo metálicas o de maderas que poseen una cierta altura y se emplazan en un lugar que posea buena visibilidad sobre una determinada superficie.

Los puestos de observación o vigilantes se localizan en lugares que posean cierta altitud y visibilidad, estos no requieren de la construcción de un refugio o punto fijo de observación.

Las torres se encuentran siempre presentes, pero estos sistemas se encuentran operativos en forma activa a partir del inicio de la temporada de incendios forestales, ya que se requiere de un torrero o vigía. La empresa forestal posee actualmente 15 Torres y 11 puntos de observación o vigilantes (Anexo 2).

4.3 Estudio de la Tendencia entre el Número de Incendios por Temporada y el sistema de Detección asociado

Debido a las distintas condiciones climáticas y la imprudencia de personas que realizan actividades de quemas irresponsablemente, el número de incendios forestales varía año tras año. Dentro del periodo en estudio las temporadas que han presentado el mayor número de incendios son la 2001-2002 con 76 incendios y la 2007-2008 con 64 incendios, acumulando entre las dos temporadas un 44, 6% del total de incendios del periodo en estudio (Cuadro 3). En cambio la temporada que presentó un menor número de incendios es la 2006-2007 con 21 incendios, el resto de las temporadas el número de incendios varía entre 25 y 35.

El sistema que presenta el mayor número de incendios detectados corresponde a la torres con un total de 141, seguido del sistema de detección Otros con 69 incendios. En general los incendios detectados por Forestal Valdivia S.A. alcanzan a un número de 245 lo que corresponde a un 78% de todos los incendios del periodo.

Actualmente el sistema de detección es muy eficiente y de bajo costo, ya que la obra de mano en nuestro país es muy barata y el personal que realiza esta labor por lo general viven en la zona que les corresponden vigilar teniendo un conocimiento de todos los lugares.

Cuadro 3. Número de incendios forestales por temporada y total según fuente de detección

Temporada	TORRE		VIGILANTE		AVIÓN		PERSONAL F.V.S.A.		OTROS		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
2000-2001	4	2,8	8	20,5	0	0	10	15,4	4	5,8	26	8,3
2001-2002	36	25,5	12	30,8	0	0	6	9,2	22	31,9	76	24,2
2002-2003	18	12,8	2	5,1	0	0	15	23,1	0	0	35	11,15
2003-2004	17	12,1	3	7,7	0	0	5	7,7	10	14,5	35	11,15
2004-2005	13	9,2	3	7,7	0	0	8	12,3	8	11,6	32	10,19
2005-2006	8	5,7	4	10,3	0	0	5	7,7	8	11,6	25	8,0
2006-2007	9	6,4	2	5,1	0	0	4	6,2	6	8,7	21	6,7
2007-2008	36	25,5	5	12,8	0	0	12	18,5	11	15,9	64	20,38
TOTAL	141	100	39	100	0	0	65	100	69	100	314	100

Otros: Incluye toda fuente de información ajena a la empresa (Bomberos, CONAF, Aviso telefónico etc.)

Como se mencionaba anteriormente el sistema de aviones no es utilizado por la empresa por el costo que ello conlleva y además por la eficiencia que ha presentado el sistema de torres y vigilantes.

Los periodos con gran cantidad de detección concuerdan con la temporada de mayor cantidad de incendios.

El sistema combinado entre Torres, Vigilantes y personal de F.V.S.A. posee un alto grado de eficiencia, siendo detectados 245 incendios de 314 durante el periodo en estudio, lo que reafirma la eficiencia de los sistemas de detección y la gestión que se realiza en la asignación de recursos (rapidez y eficacia).

La detección esta asociada directamente a la ocurrencia de incendios, el comportamiento en general es que cuando aumenta o disminuye la ocurrencia de incendios, la cantidad de incendios detectados sigue la misma tendencia.

En la figura 7 se puede apreciar la tendencia en la detección con torres con respecto al total de incendios de cada temporada, además de la alta participación, siendo el sistema más eficiente y con mayor participación. Estos se encuentran distribuidos en las zonas mas altas y cubren prácticamente todo la superficie de plantaciones de la empresa.

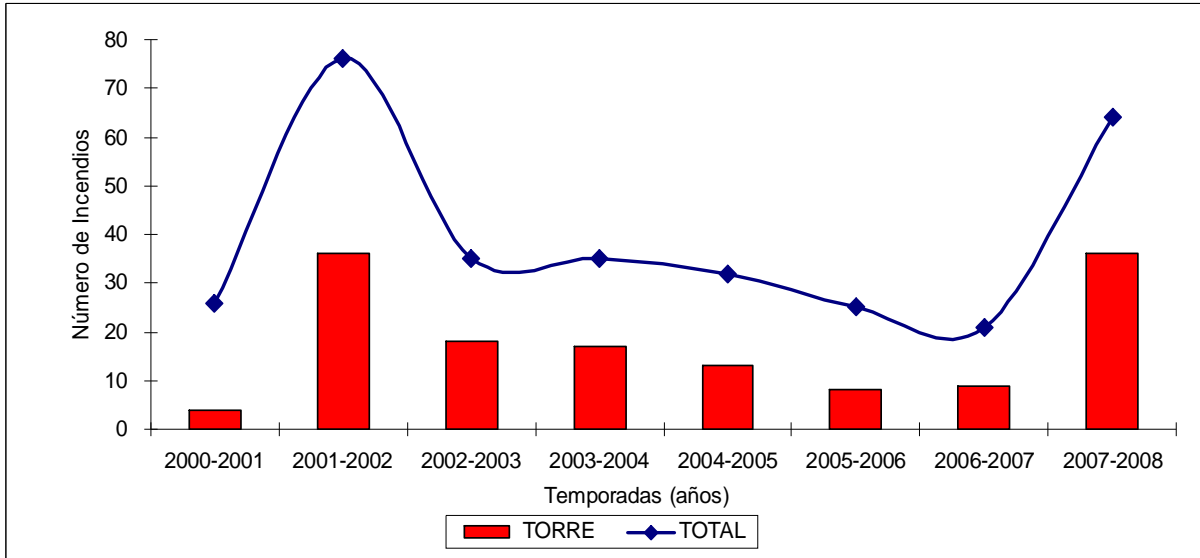


Figura 7. Número de incendios totales por temporada y los detectados por torres

En el caso de los incendios detectados por personal de Forestal Valdivia S.A. (Figura 8) no se aprecia una tendencia en la detección de este sistema con respecto a la ocurrencia de incendios, además que su participación es menor en comparación al de torres. Esta relación se puede deber a que dentro del personal están incluidas las brigadas, las que su principal objetivo es combatir los incendios y no el de la detección. Los guardabosques también entran en esta categoría pero su tarea tampoco es la detección sino la de la administración predial y supervisión de faenas realizadas en el patrimonio de la empresa. Las empresas contratistas también entran en esta clasificación pero su tarea no es la detección, pero sin embargo están capacitadas para cualquier apoyo en combate de incendios y poseen las herramientas necesarias para ello.

A pesar de no tener una tendencia con respecto a la cantidad de incendios ocurridos, son un gran aporte a la detección, complementando de gran manera el trabajo en conjunto con la central de operaciones apoyando en los chequeos de los focos reportados por las otras fuentes de detección y en caso necesario realizando el primer combate si fuese necesario.

En el caso de los guardabosques y personal EMSEFOR se lleva un registro de su ubicación durante todo el día para poder gestionar de manera rápida y eficiente los chequeos de columnas de humo reportadas por las torres o vigilantes. Los guardabosques también apoyan los chequeos durante la noche y los fin de semana, quedando personal de turno en las áreas designadas.

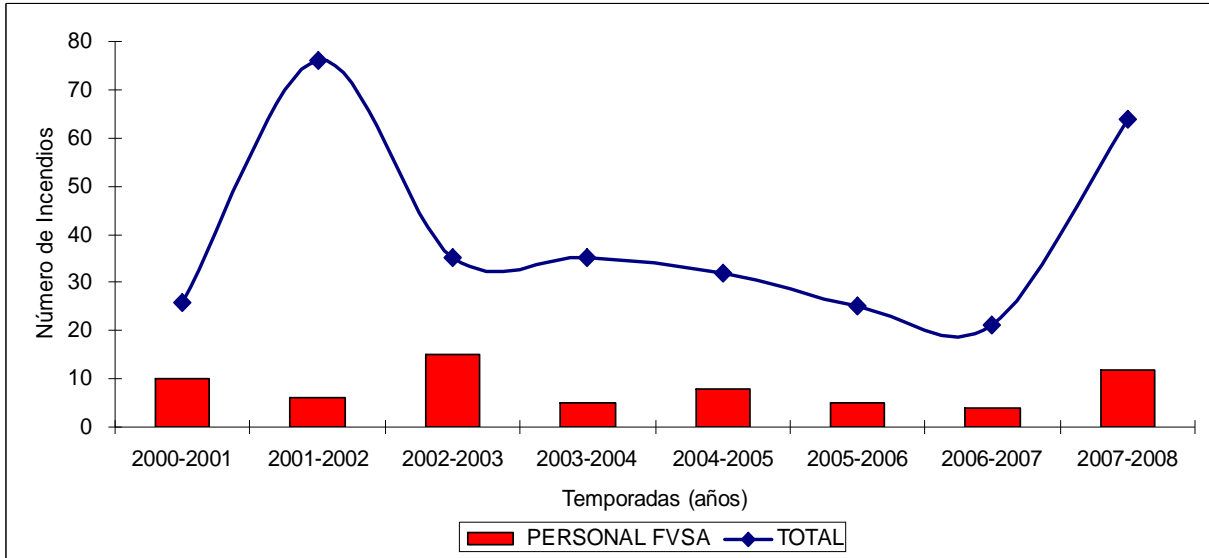


Figura 8. Número de incendios totales por temporada y los detectados por personal de F.V.S.A.

En la figura 9 se muestra la relación que existe entre el número de incendios detectados por cada sistema o por fuente de detección y el número total de incendios en cada temporada. Se puede apreciar una clara relación por parte del sistema torres con el total de los incendios ocurridos durante el periodo y la mayor cantidad de detección que este sistema presenta.

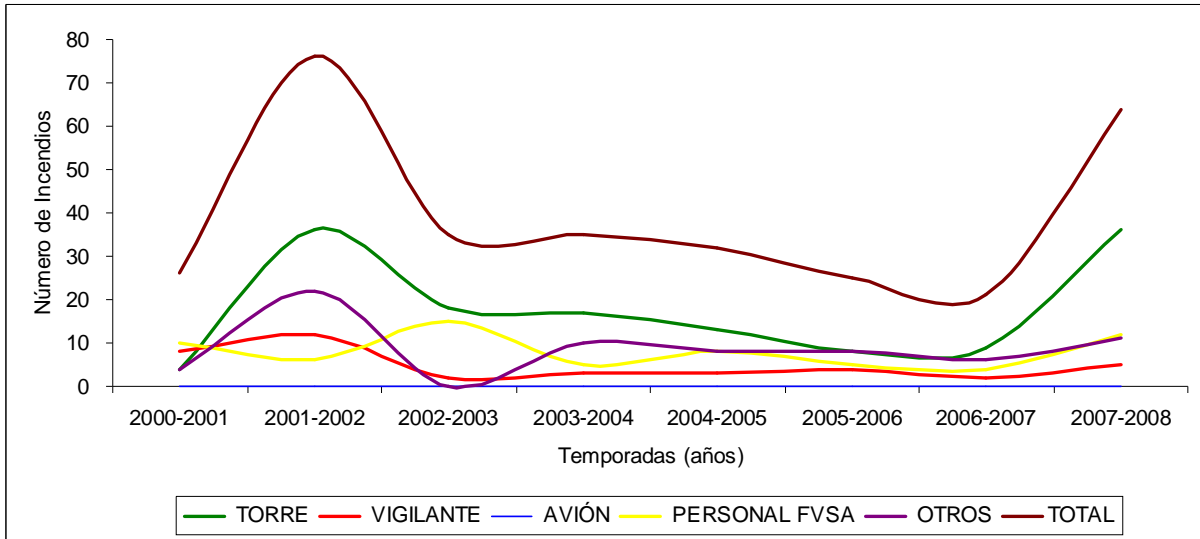


Figura 9. Número total de incendios por temporada y por fuente de detección en patrimonio de F.V.S.A.

Con respecto al total de incendios detectados, cabe señalar la mayor regularidad que se presenta en las torres y vigilantes, los que siguen la misma tendencia del total de incendios

Dentro del periodo en estudio lideró la detección con torres, con los últimos siete años llevándose el mayor porcentaje. Los últimos cuatro años el personal de F.V.S.A. ha jugado un rol muy importante con un promedio de 20% de detección aproximadamente. (Figura 10).

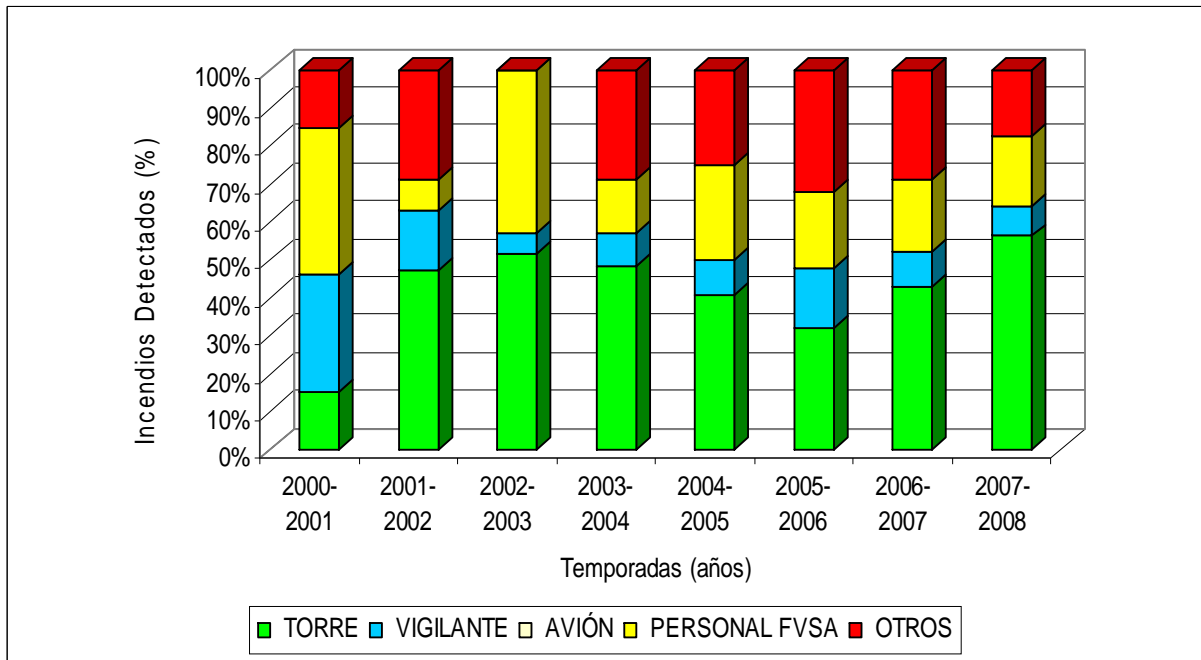


Figura 10. Porcentaje de incendios detectados de acuerdo a la fuente de detección en el patrimonio de F.V.S.A.

Del total de incendios detectados en el periodo de estudio por los sistemas de detección, el que presentó la mayor cantidad fue el sistema de torres con un 45%, seguido por el sistema Otros con 22% y con 21% el personal de F.V.S.A. Para el caso de los vigilantes el porcentaje de detección alcanzó a un 12% siendo también parte importante de la gestión que se cumple al vigilar parte del patrimonio de la empresa.

La menor participación por parte de los vigilantes se debe a que estos se encuentran en partes altas (cima de un cerro) teniendo dificultad de cobertura visual en algunos puntos. Las torren en cambio están posicionadas sobre estructuras de gran altura teniendo una buena cobertura visual en 360°.

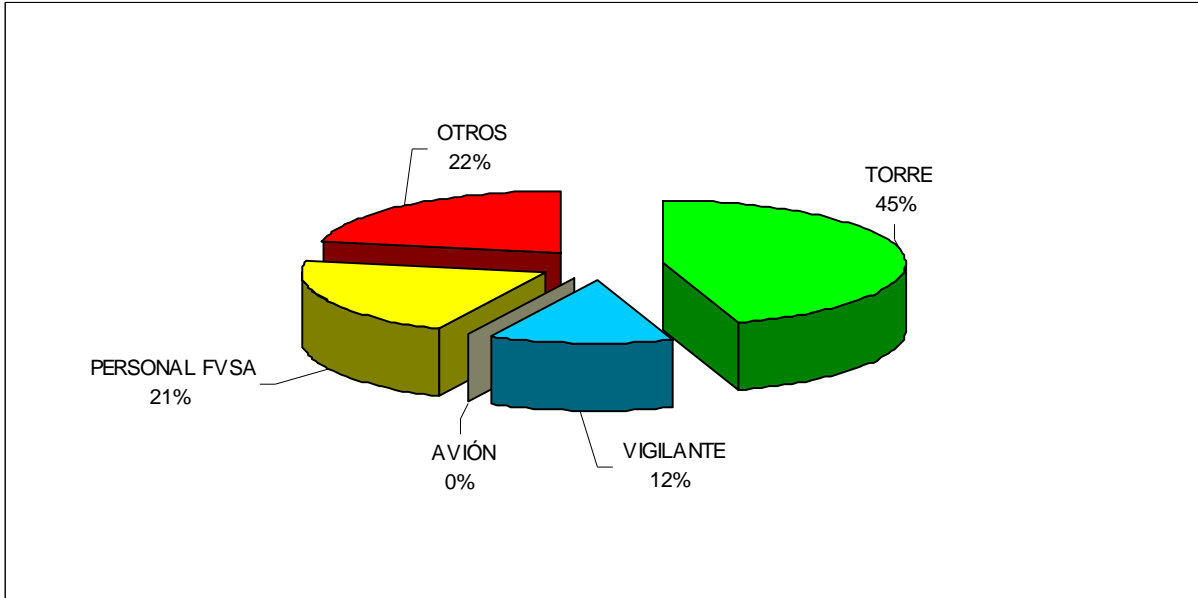


Figura 11. Distribución del total de incendios detectado durante el periodo de estudio de acuerdo al sistema de detección.

4.4 Determinación del Grado de Eficiencia de los Sistemas de Detección a través de los Tiempos de Detección.

En las fichas de incendios de las temporadas en estudio se encontraban tiempos de inicio y de detección de incendios iguales, por lo cual se hizo imposible poder analizar el grado de eficiencia de los sistemas de detección. En el cuadro 4 se puede apreciar los tiempos de detección medios para todos los sistemas de detección por temporada, dando valores que se escapan a la realidad, ya que según estos datos habrían cinco temporadas con un promedio de cero segundos en el tiempo de detección.

Cuadro 4. Tiempos de detección promedios para cada temporada

Temporada	Nº incendios	Tpo. detección
2000-2001	26	0:08
2001-2002	76	0:00
2002-2003	35	0:00
2003-2004	35	0:03
2004-2005	32	0:00
2005-2006	25	0:00
2006-2007	21	0:00
2007-2008	64	1:00
Promedio	39	0:08

En la ficha de incendio (Anexo 1) se puede apreciar que los tiempos de detección no son los reales, ya que son los mismos y dan un tiempo de cero segundos.

Para el tiempo de detección es necesario la hora de inicio del incendio, el cual no es registrado por la central, no tienen una metodología con la cual estimar la hora de inicio.

4.5 Fichas de registro utilizadas por CONAF

La CONAF utiliza fichas de registro de detección tanto terrestre como aérea, en la empresa Forestal solo hay fichas de registro de la detección terrestre fija (torres y vigilantes). En la central de operaciones de F.V.S.A. sólo se registra la información del punto A y C de la ficha utilizada por CONAF (Anexo 4), además de la hora de detección.

La menor cantidad de información registrada por F.V.S.A. se debe a que poseen una gran cantidad de puntos de observación y estos reportan focos muy seguidos (por la gran cantidad de superficie que se protege) lo cual dificulta la captación de más información, además que con esta es suficiente para tomar una decisión.

4.6 Nuevos Sistemas de Detección

En la central de operaciones se propuso implementar un sistema de detección monitoreado con cámaras de alta tecnología inalámbrica conectadas a un canal de banda ancha para transmitir las imágenes en tiempo real y poder manejarlas a la distancia al igual como lo está implementando CONAF en la novena región junto con la Universidad de la Frontera. Estas cámaras podrían operar en conjunto con el torrero o independientemente y aumentar en gran proporción el porcentaje de detección.

En lo analizado con respecto a la utilización de cámaras inalámbricas se informó por parte de la central que el sistema era de un alto costo, la transmisión por banda ancha es muy cara en comparación con países europeos y este costo no tiene competencia con el menor costo que tiene la mano de obra en nuestro país, lo cual hace más rentable el sistema tradicional con torres de vigilancia.

Otro sistema propuesto fue el de la detección mediante Fotografías Panorámicas junto con la integración del SIG. Este sistema consiste en tomar fotografías de alta resolución en los puntos de vigilancia (torres y vigilantes) hasta completar la cobertura de 360°, luego a las fotografías se les confecciona una cuadrícula donde cada cuadro corresponde a una coordenada la cual está identificada en la central en el SIG y en ortofotos lo que hace más rápida la ubicación exacta del foco de incendio y el personal puede tener un mejor desempeño en su labor de detección, a cada persona se le confecciona un libro con las fotografías de su zona de cobertura.

Este sistema fue tomado de mejor forma por el menor costo que ello conlleva y las ventajas que presta al manejo de la información y la rápida ubicación de los lugares con focos. Otra ventaja es que no se necesita mayor conocimiento de la zona a vigilar, ya que sólo basta con dar la coordenada exacta que aparece en la fotografía y esta es corroborada en la central de operaciones la cual dispondrá de los recursos en mejor medida.

5. CONCLUSIONES

- Dentro de las temporadas en estudio el sistema de detección mediante aviones no fue utilizado por Forestal Valdivia S.A. en ningún momento, producto del alto costo que conlleva realizar esta labor y además por la eficiencia de los otros sistemas presentes.
- En el periodo analizado, del total de los incendios detectados, el sistema que presenta el mayor número de incendios detectados corresponde a las Torres, las que alcanzan un total de 141 incendios de 314 que ocurrieron durante todo el periodo, este sistema alcanzo un 45% siendo mucho mayor que el resto de los sistemas.
- La combinación de los sistemas Torres, Vigilantes y Personal de F.V.S.A. alcanzan un nivel de detección muy alto, los que alcanzan a 245 incendios detectados entre el año 2000 al 2008.
- Por el alto grado de detección de los múltiples sistemas utilizados por Forestal Valdivia S.A., no se justifica el uso de aviones de detección, además de su elevado costo.
- Durante todo el periodo de estudio que son ocho años, las Torres presentan una regularidad bastante marcada en la detección, siendo en promedio un 40% de los incendios anuales.
- La determinación del grado de eficiencia no se pudo realizar debido a que la información de los tiempos de detección que aparecen en las fichas de incendios eran erróneos, siendo en la mayoría de los casos iguales la hora de inicio de un incendio con la hora de la detección por alguna fuente, lo cual es casi imposible, ya que desde el inicio de un foco hasta que este es detectado transcurre un tiempo y este no se refleja en las fichas.
- Aun cuando no se pudo evaluar el grado de eficiencia de los sistemas de detección, se pudo comprobar que sus sistemas son muy eficientes por la cantidad de incendios detectados durante el periodo analizado, quedando solo un 22%, los cuales son detectados por otras fuentes.
- La implementación de cámaras de vigilancia no esta contemplada en el corto plazo por el costo que ello conlleva, además a que la mano de obra es de mucho menor costos en Chile y al momento este sistema de detección tiene grandes niveles de eficiencia
- El uso de fotografías panorámicas de alta resolución es una alternativa viable que se podría evaluar en el corto plazo para su implementación y así mejorar la labor de detección terrestre fija que se utiliza actualmente.

- A pesar de que en las fichas de registro de detección de F.V.S.A. la información es menor que la que registra CONAF es suficiente para tomar una rápida decisión. Se podrían incorporar algunos puntos como la coloración del humo y la dirección de este.
- La persona que se encuentra radio-operando en la central debiera estar solamente dedicada a esta labor y no a contestar los teléfonos, ya que produce distracción.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano, A. 2000. Diagnostico Técnico de los Sistemas de Detección de Incendios Forestales Utilizados por la CONAF en la Décima Región Durante el periodo 1987-1999. Tesis Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 62 p.
- CONAF, 2008. Protección contra incendios Forestales. INTERNET: http://www.conaf.cl/?seccion_id=e995e1e82b80a6866c25a6ba63561c1c&unidad=0. Noviembre 10, 2008.
- CORMA. 2008. Recurso forestal, Plantaciones. INTERNET: http://www.corma.cl/portal/menu/recurso_forestal/Plantaciones Noviembre 12, 2008.
- Forestal Valdivia S.A.. 2008. Fichas de Incendios de la temporada 2007-2008. Central de Operaciones. Manejo del Fuego
- Forestal Valdivia S.A.. 2007. Fichas de Incendios de la temporada 2006-2007. Central de Operaciones. Manejo del Fuego
- Forestal Valdivia S.A.. 2007. Fichas de Incendios de la temporada 2005-2006. Central de Operaciones. Manejo del Fuego
- Forestal Valdivia S.A.. 2005. Fichas de Incendios de la temporada 2004-2005. Central de Operaciones. Manejo del Fuego
- Forestal Valdivia S.A.. 2004. Fichas de Incendios de la temporada 2003-2004. Central de Operaciones. Manejo del Fuego
- Forestal Valdivia S.A.. 2003. Fichas de Incendios de la temporada 2002-2003. Central de Operaciones. Manejo del Fuego
- Forestal Valdivia S.A.. 2002. Fichas de Incendios de la temporada 2001-2002. Central de Operaciones. Manejo del Fuego
- Forestal Valdivia S.A.. 2001. Fichas de Incendios de la temporada 2002-2001. Central de Operaciones. Manejo del Fuego
- Julio G., Bosnich J. 2005. Fundamentos del Manejo de Fuego. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia. Chile. 285p.
- Gis, 2008. Redes inalámbricas de sensores para la detección de incendios forestales y monitoreo de variables de estado de combustible para el recurso forestal de la región de Valparaíso. INTERNET: <http://www.gisincendiosforestales.cl/>, Noviembre 10, 2008.

SEMARNAT, 2008. Resultados del Programa de Prevención y Control de Incendios Forestales 2008. INTERNET: http://proteccioncivil.guanajuato.gob.mx/grupos/cepc/result_tempoincendforesconafor.pdf. Noviembre 20, 2008.

ANEXOS

ANEXO 1
Abstract

“Diagnosis of technical systems for detection of forest fires used by the company Forestal Valdivia S.A. Heritage in the period 2000-2008”

Detection is an activity that plays a fundamental role within a program of fire management, which includes presupresion, which is the first step in a series of successive actions, which are developed from the beginning of an outbreak of fire until the work of combat and extinction.

With regard to the above, this work focused on characterizing the detection systems that are used by the company Forestal Valdivia S.A., and was evaluated for a period of eight years from 2000 to 2008.

For this company is very important to safeguard their heritage which is of 258,105 ha, of which 119,949 ha are of radiata pine plantations, eucalypt has 36,746, 2238 for other species and has 99,172 ha of land classified as native forest and protection zones.

It was determined that using three detection systems, Torres, Keepers and Staff F.V.S.A., with other sources of fires detected by people outside the company. The detection system was no aircraft in the whole period.

The information was extracted from the files of each fire season, which appears in all the information concerning the occurrences.

In the period under review it was determined that all systems from Torres, Keepers and Staff F.V.S.A. reached a high detection rate and is very efficient. Torres had the highest number and regularity of detection in all periods.

Key words: Detection, Fire Occurrence, Torres, fire management, forest fire.

ANEXO 2
Ficha de Incendio

FICHA DE INCENDIO

Nº INCENDIO **34**

FECHA: 08-02-2008
 DIA: VIERNES
 MES: FEBRERO

HR. INICIO: 13:22

HR. DETEC.: 13:22

FACTOR DE SEQUIA	0,5
PENDIENTE	15%
TEMPERATURA	23
HUMEDAD RELATIVA	50
VELOCIDAD VIENTO	15
DIRECCION VIENTO	SO
INDICE OCURRENCIA	ALTO

I ANTECEDENTES GENERALES

PROPIETARIO: FO.VALDIVIA S.A.
 PREDIO: CHAMIL L-5 CODIGO: 31320
 COMUNA: PAILLACO
 AREA: PAILLACO
 GEO REF: KQ 63 62
 COORDENADAS: 661498 5564394 661207 5563134
 TIPO AVISO: RADIAL
 MEDIO DETECCION: TORRE BELLAVISTA
 COMB. INICIAL: EUCALIPTUS TERCERO
 COMB. FINAL: EUNI VARIOS AÑOS
 SUP. INICIAL: 2,0 HA
 SUP. FINAL: 53,1 HA
 CAUSA PROBABLE: CABLE ELECTRICO
 CODIGO CAUSA: TERRESTRE
 TIPO ATAQUE INICIAL: TERRESTRE

0:00

UNIDAD	MAQUINA	TIEMPO	VALOR HR/UF	OBSERVACIONES
AC5	AVION	3,1	73	9/2/8 = 5 LANZAMIENTOS
AC5	AVION	9,1	73	10/2/8 = 20 LANZAMIENTOS
AC5	AVION	1	73	11/2/8 RETORNO
TOTAL US			40.308	

II RECURSOS DEL COMBATE

UNIDAD	T	Nº PERS.	DIA	DESPACHO	REGISTRO DE HORAS								VALOR UNITARIO U.F.	
					SALIDA R-29 R-37	ARRIBO R-20	COMBATE R-24	CONTROL R-25	LIQUID. R-26	EXTINC. R-27	RETIRO R-29 R28	BASE R-40 R28		
B2	T	9	8	13:22	13:24	14:55	15:00	23:30				23:40	23:40	1,68
B4	T	9	8	13:22	13:25	14:20	15:00	23:30				23:41	23:55	1,68
BC1	T	2	8	13:22	13:25	15:14	15:30	23:30				23:44	23:58	1,68
E51	T	8	8	13:22	13:25	14:07	14:30					20:50	21:18	1,30
PROMESA	T	6	8	13:22		14:40	14:45					20:00	20:00	1,30
1022	T	17	8	13:22		15:55	16:08					20:00	20:30	1,30
B5	T	5	9		6:50	7:17	9:10					22:00	22:45	1,68
B3	T	5	9		7:08	8:20	9:10					22:00	22:00	1,68
E51	T	8	9		6:50	7:17	9:10					22:00	22:00	1,30
E41	T	10	9		9:47	11:30	11:35					22:00	22:00	1,30
1022	T	17	9			11:30	11:40					22:00	22:00	1,30
BC1	T	2	9		10:00	11:28	11:35					22:00	22:00	1,68
B1	T	5	10			7:00	7:30					20:50	20:50	1,68
B2	T	9	10			7:00	7:30					21:01	21:01	1,68
B3	T	5	10			7:00	7:30					21:05	21:05	1,68
B4	T	9	10			7:00	7:30					20:48	20:48	1,68
B5	T	5	10			7:00	7:30					21:47	21:47	1,68
B6	T	5	10			7:00	7:30					20:54	20:54	1,68
BC1	T	2	10			7:00	7:30					21:08	21:08	1,68
E51	T	10	10			7:00	7:30					21:47	21:47	1,30
E76	T	10	10			7:00	7:30					20:50	20:50	1,30
EA86	T	12	10			7:00	7:30					20:00	20:00	1,30
EA22	T	10	10			7:00	7:30					20:00	20:00	1,30
EA88	T	8	10			7:00	7:30					20:00	20:00	1,30
E12	T	20	10			7:00	7:30					20:00	20:00	1,30
E41	T	6	10			7:00	7:30					20:00	20:00	1,30
EA52	T	8	10			20:30	20:30					8:00	8:00	1,30
E72	T	12	10			21:50	21:50					8:00	8:00	1,30
JB	T	8	10			21:50	21:50					8:00	8:00	1,30
B2	T	9	11			8:00						14:29	14:29	1,68
B3	T	5	11			8:00						20:15	20:15	1,68
B6	T	5	11			8:00						21:15	21:15	1,68
BC1	T	2	11			8:00						20:10	20:10	1,68
E51	T	9	11			8:00						21:15	21:15	1,30
E76	T	10	11			8:00						21:00	21:00	1,30
E12	T	20	11			8:00						21:00	21:00	1,30
EA22	T	10	11			8:00						21:00	21:00	1,30
E41	T	6	11			8:00						21:00	21:00	1,30
E41	T	7	12			7:30						19:00	19:00	1,30
EA22	T	11	12			7:30						19:00	19:00	1,30
E51	T	8	12			7:30						19:00	19:00	1,30
B3	T	5	12			7:52						18:38	18:38	1,68
B5	T	5	12			8:38						18:52	18:52	1,68
BC1	T	2	12			9:04						18:28	18:28	1,68

tpos	0:00	0:02	1:31	0:05	8:30	0:00	SUBTOTAL EN US	46.610
							COSTO RECURSOS COMBATE FO.ANCHILE US	25.187

III SUPERFICIES VALOR Y DAÑO

PREDIO	EMPRESA	SECC.	ESPECIE	AÑO P.	SUPERFICIE DAÑADA(ha)	VALOR US\$
CHAMIL L-1	FVSA		EUNI	2002	19,0	29.912
CHAMIL 4	FVSA		EUNI	2001	8,6	15.213
CHAMIL L-5	FVSA		EUNI	2002	23,0	35.503
LA PLATA L-5	FVSA		EUNI	2005	2,5	2.362
CHAMIL 4	FVSA		BOSQUE NATIVO		0,2	

SUBTOTAL EN US						82.989
VALOR US\$	476,44					
VALOR UF	19763,27					

TOTAL 195.094
EN US

OBSERVACIONES

DIA 09/02/08 EXCAVADORA DE KLENNER ARRIBO RANGO 22:00
 DIA 10/02/08 EXCAVADORA DE KLENNER R24 TODO EL DIA / BULDOZER DE KLENNER R24 A PARTIR DE LAS 16:00
 EXCAVADORA DE SERGIO LATROP R24 A PARTIR DE LAS 14:00 / 2 ALGIBES R24 DE PATRICIO GONZALEZ
 DIA 11/02/08 EXCAVADORA Y BULDOZER R24 A PARTIR DE LAS 09:00

JEFE INCENDIO: CESAR GUERRERO
 DESPACHADOR: EUGENIO RAMOS

ANEXO 3
Ubicación de Torres y Vigilantes

Detección fija									
Nº	ZONA	NOMBRE	CLAVE RADIAL	UBICACION GEOGRAFICA	COORDENADAS		UTM		ALTURA (m)
					LATITUD	LONGITUD	NORTE	ESTE	
1	Norte	Tripayante	Tripayante	N.O.Lanco	39°23'	72°53'	680.988	5.637.520	0
2	Norte	El Mirador	El Mirador	N.O.San José	39°23'	73°06'	663.470	5.637.693	0
3	Norte	Pichilingue	Torre Pichilingue	O.Loncoche	39°18'	72°57'	676.188	5.646.270	30
4	Norte	Robleria	Torre Robleria	E.Lanco	39°27'	72°39'	701.021	5.630.322	12
5	Norte	Cuyan	Torre Cuyan	O.San José	39°29'	73°04'	665.812	5.626.766	12
6	Norte	San Ramon	Torre San Ramon	N.O.Valdivia	39°41'	73°18'	644.738	5.604.999	8
7	Norte	San Rafael	Torre San Rafael	E.Mafil	39°35'	72°48'	687.829	5.614.391	15
8	Norte	Vista Alegre	Torre Vista Alegre	E.Mafil	39°41'	72°42'	696.859	5.603.871	24
9	Norte	Huillinco	Torre Huillinco	N.Los Lagos	39°47'	72°49'	685.932	5.592.337	18
10	Sur	Bellavista	Torre Bellavista	S.E.Valdivia	39°54'	72°59'	671.189	5.581.237	24
11	Sur	El Trebol	Torre El Trebol	N.E.Paillaco	39°59'	72°46'	691.719	5.572.153	24
12	Sur	Huequecura	Torre Huequecura	S.O.Paillaco	40°05'	73°01'	668.365	5.559.656	24
13	Sur	Huenue	Torre Huenue	N.O.La Unión	40°11'	73°12'	652.877	5.548.515	18
14	Sur	Catripulli	Torre Catripulli	O.La Unión	40°19'	73°14'	649.728	5.535.236	18
15	Sur	Monteverde	Torre Monteverde	S.O.Osorno	40°44'	73°25'	633.204	5.488.703	12

Vigilantes				
Nº	ZONA	NOMBRE	CLAVE RADIAL	UBICACION GEOGRAFICA
1	Norte	Aillapan	Aillapan	E.Loncoche
2	Norte	Afquintue	Afquintue	O.Loncoche
3	Sur	Aleucapi	Aleucapi	O.Osorno
4	Norte	El Sol	El Sol	O.Gorbea
5	Sur	Las Serranias	Las Serranias	O.San Pablo
6	Norte	Los Boldos	Los Boldos	E.Villa Boldo
7	Norte	Puchilco	Puchilco	N.Mehuín
8	Sur	Manquílmo	Manquílmo	O.Osorno
9	Sur	Rucátayo	Rucátayo	E.Osorno
10	Sur	Quitá luto	Quitá luto	O.Valdivia
11	Norte	Chancoyán	Chancoyán	SE.Cayumapu
12	Sur	San Nicolás	San Nicolás	O.Osorno

ANEXO 4
Registro detección terrestre y aérea utilizadas por CONAF



región _____
temporada _____

REGISTRO Nº _____ CORRESPONDIENTE AL PATRULLAJE Nº _____
HORA DETECCION _____ HORAS.
HORA PROBABLE DE INICIO _____ HORAS.
RECIBIDO POR _____ AVISADO A LAS _____ HORAS

A.- UBICACION GEOGRAFICA _____ B.- GEO. REF. _____

C. SUPERFICIE AFECTADA A LA DETECCION _____ (ha)

D.- TIPO DE COMBUSTIBLE AFECTADO

- 1 Plantación Pino radiata adulto
- 2 Plantación Pino radiata joven
- 3 Plantación Eucalipto adulto
- 4 Plantación Eucalipto joven
- 5 Otras plantaciones (Explicar _____)
- 6 Bosque Nativo
- 7 Matorral
- 8 Pastizal
- 9 Desechos de Explotación
- 10 Trozos
- 11 Metros Ruma
- 12 Madera Encastillada
- 13 Siembras
- 14 Basural
- 15 Otros (Explicar _____)

E.- TOPOGRAFIA (Ubicación relativa del fuego)

- 16 Cerro — 20 Cumbre de la cumbre
- 17 Lomaje suave — 21 En la mitad de la falda
- 18 Plano — 22 En la base
- 19 En la cumbre

F.- FUEGO

- 23 Un foco único
- 24 _____foco principal y _____ pequeños
- 25 Frente continuo de _____ mts.

G.- PROPAGACION

- 26 En qué dirección geográfica: N - S - E - O
- 27 Hacia la cima — 28 Hacia el valle

H.- VELOCIDAD DE PROPAGACION

- 29 Lenta — 30 Moderada — 31 Rápida

I.- DIRECCION DEL VIENTO

- 32 N - S - E - O

J.- PELIGRO

- 33 Negativo
- 34 Afirmativo a _____ mts. para:
- 35 Casas
- 36 Galpones
- 37 Galineros
- 38 Otras (Explicar _____)
- 39 En forma inmediata para combustibles _____ hás. (según código D)
- 40 Superficie total amenazada _____ hás.

K.- APRECIACION DEL PELIGRO

- 41 Bajo — 42 Medio — 43 Alto

L.- COMBATE

- 44 Personal trabajando. Cantidad _____
Bomberos _____ Combatientes Empresas _____
Lugareños _____
- 45 Sin personal

M.- CONTROL

- 46 Foco controlado. No hace falta más personal.
- 47 Imposibilidad de ser controlado, falta personal.
- 48 Foco aún no controlado. Personal suficiente.

N.- ACCESO TERRESTRE

- (Explicar) _____

O.- ACCESO HELICOPTERO (Helipista)

- 49 Negativo
- 50 Afirmativo (Explicar) _____
- 51 (Distancia al fuego _____ mts.)

P.- COMBATE AEREO

- 52 No es necesario — 53 Necesario
- 54 Trabajo fácil — 55 Trabajo difícil
- 56 Trabajo imposible (Explicar) _____

Q.- DISPONIBILIDAD DE AGUA

- 57 Negativo — 58 Afirmativo
- 59 Tipo de fuente de Agua _____
- 60 Distancia de R-20 _____ mts.

R.- LUGAR PROBABLE DE INCENDIO DEL FOCO

- Cercano a:
- 61 Camino _____ mts.
- 62 FF.OO. _____ mts.
- 63 Casas _____ mts.
- 64 Lugares Pic-Nic _____ mts.
- 65 Otros Explicar _____ mts.

OBSERVACIONES: _____



región _____
temporada _____

Torre Código : _____
Registro Nº : _____
Fecha : _____
Hora de detección : _____
Hora de aviso : _____

REGISTRO DE DETECCION POR TORRES
F - 107

A. UBICACION DEL FOCO

1. Grados _____
2. Distancia _____
3. Sector _____

B. COLORACION DEL HUMO

4. Blanco
5. Gris - Café
6. Negro
7. Azul
8. Amarillo café

C. VOLUMEN DEL HUMO

9. De proporciones
10. Mediano
11. Pequeño

D. DIRECCION DEL HUMO

12. Norte - Sur - Este - Oeste - Estático

E. TOPOGRAFIA DEL SECTOR

13. Cerro
14. Lomaje suave
15. Plano

F. ESTIMACION DEL ACCESO

16. Negativo
17. Afirmativo (explicar) _____

G. OBSERVACIONES _____

NOMBRE DEL TORRERO _____

RECIBIDO POR _____ A LAS _____ HORAS _____