



**UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ESCUELA DE GRADUADOS**

**“PROPUESTA DE SILVICULTURA PREVENTIVA PARA LA
PROTECCIÓN DE UNA UNIDAD AGROECOLÓGICA EN LA
COMUNA DE CASABLANCA REGIÓN DE VALPARAÍSO”**

**TESIS DE GRADO
MAGISTER
EN DESARROLLO REGIONAL Y MEDIO AMBIENTE**

Alumno: Luis Correa Jiménez

**Profesor Guía
Guillermo Julio Alvear**

Diciembre 2006

Dedicada

*A todos los que luchan por la Protección de los
Recursos Forestales de Chile*

*Especialmente a aquellos que entregaron su vida en el
Combate de Incendios Forestales*

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a todos quienes de distintas maneras contribuyeron al desarrollo de esta tesis:

A mi Profesor Guía Don Guillermo Julio Alvear, quien me entregó su valiosa colaboración como especialista en Incendios Forestales, pero por sobre todo, me brindó apoyo, amistad y su cariño. Gracias profesor por su colaboración, que me permitió llevar a buen término esta investigación.

A mi amigo y colega Don Miguel Castillo S. por su constante apoyo, colaboración y disposición, especialmente en lo referido a los aspectos metodológicos y formales de la tesis.

A Don Raúl Molina B., incansable defensor del medio ambiente, por otorgarme amplias facilidades para terminar mis estudios de postgrado. A todos mis amigos y compañeros de la Unidad de Gestión Manejo del Fuego de Conaf, por su permanente comprensión y apoyo brindado a lo largo del desarrollo de esta tesis. Particularmente a mi colega Don Juan Atienza H., quien colaboró en aspectos claves para el buen término de esta investigación.

Al Propietario del Predio Agroecológico Santa Cecilia Don Emilio Fernández O. y a su Administrador Don Eduardo Pizzagalli, por apoyar esta iniciativa y facilitar el acceso al Predio Santa Cecilia.

A Don Homero Gallardo C., por su ayuda en el análisis florístico de terreno. Al profesor Don Fernando Maldonado P., por su colaboración en la traducción algunos textos, a Don Herbert Haltenhoff D., por facilitar algunas ilustraciones sobre silvicultura preventiva y a la Sra. Ema Pizarro, por su colaboración en el análisis estadístico de la tesis.

He dejado para el final una mención especial para mi esposa Katty y mis hijos Pablo y Alejandro, que me dieron las fuerzas necesarias para terminar esta tesis. En las largas jornadas en que estuve ausente, conté con ellos permanentemente y tuve la tranquilidad necesaria para trabajar. Gracias familia, por el amor incondicional entregado.

INDICE DE MATERIAS

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEORICO	3
2.1. El Fuego y su relación dinámica con el Paisaje.	3
2.2. Algunas consideraciones sobre el Comportamiento del Fuego.	9
2.3. Acción Ecológica del Fuego.	10
2.4. Los Incendios Forestales en el Ámbito Regional.	11
2.5. La Prevención de Incendios Forestales.	19
2.6. Silvicultura Preventiva. Métodos y Medios para su Ejecución.	22
2.7. Fundamentos de la Agroecología.	33
3. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA	44
4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	46
5. OBJETIVOS	47
5.1. Objetivo General.	47
5.2. Objetivo Específico.	47
6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	48
6.1. Caracterización del Sistema natural de la Comuna de Casablanca.	48
6.2. Caracterización del Sistema Cultural de la Comuna de Casablanca.	55
6.3. Predio Agroecológico Santa Cecilia.	62

7. METODO	67
7.1. Recopilación de Información Bibliográfica, Estadística y Cartográfica para la comprobación de la Hipótesis de Investigación.	67
7.2. Análisis y Selección de Incendios Forestales para el Procedimiento de Comprobación de la Hipótesis de Investigación.	69
7.3. Análisis del Paisaje en el Ámbito Predial.	80
7.4. Análisis del Efecto de Intervenciones de Silvicultura Preventiva.	87
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	88
8.1. Cobertura Espacial de Estaciones Meteorológicas.	88
8.2. Validación de Registros de Incendios.	90
8.3. Creación de grupos de Comparación.	92
8.4. Análisis Estadístico de los registros de Incendios Forestales.	94
8.5. Análisis de Paisaje en el Ámbito Predial (Zonificación) y Proposición de Silvicultura Preventiva para el Predio Agroecológico Santa Cecilia.	97
9. CONCLUSIONES	112
10. BIBLIOGRAFÍA	115
11. ANEXOS	122

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Incendios Forestales y Superficie Afectada en Chile. Temporadas 1980/81 a 2005/06.	4
Cuadro 2: Resumen de Ocurrencia y Daño Regional, por provincia, temporadas 2000/01 a 2005/06.	12
Cuadro 3: Distribución de Ocurrencia y Daño, Provincia de Valparaíso, por comuna, promedio temporadas 2000/01 a 2005/06.	13
Cuadro 4: Distribución de la Ocurrencia en Valparaíso Metropolitano, según Causa Origen, promedio temporadas 2003/04 a 2005/06.	14
Cuadro 5: Contenido de Humedad de la vegetación, según estado de desarrollo.	24
Cuadro 6: Distribución de superficies, por clase de Capacidad de Uso, para la Comuna de Casablanca.	52
Cuadro 7: Número de habitantes de la Comuna de Casablanca, por sexo y área. Censo 2002.	56
Cuadro 8: Distribución en dólares del PGB según provincia, comuna y sector económico.	57
Cuadro 9: Superficies Forestales de la Provincia de Valparaíso, por comunidades (ha).	60
Cuadro 10: Listado Florístico de especies presentes en el Predio Agroecológico Santa Cecilia. Comuna de Casablanca.	65
Cuadro 11: Valores establecidos para la determinación de Categorías de Índice de Riesgo.	73
Cuadro 12: Puntajes Normalizados para la Ocurrencia Histórica.	83
Cuadro 13: Puntajes Normalizados para la Densidad Poblacional.	83
Cuadro 14: Puntajes Normalizados para Faenas Agrícolas.	84
Cuadro 15: Puntajes Normalizados para el Potencial de Propagación.	84
Cuadro 16: Puntajes Normalizados para la Resistencia al Control.	84
Cuadro 17: Puntajes Normalizados para la Pendiente.	85
Cuadro 18: Puntajes Normalizados para la Importancia del Recurso.	85

Cuadro 19: Rangos de Puntajes y Superficies.	86
Cuadro 20: Clases de Prioridad.	87
Cuadro 21: Estadísticos descriptivos de ambos Grupos de comparación. Con y sin Prevención.	94
Cuadro 22: Rangos Promedio de las Observaciones sin Prevención.	95
Cuadro 23: Estadísticos de Contraste sin Prevención.	95
Cuadro 24: Rangos Promedio de las Observaciones con Prevención.	96
Cuadro 25: Estadísticos de Contraste con Prevención.	96
Cuadro 26: Distribución porcentual de los elementos paisajísticos.	97
Cuadro 27: Zonificación de acuerdo a las Clases de Prioridad.	99
Cuadro 28: Condiciones Topográficas y dimensiones para la construcción de Fajas Cortacombustibles.	103
Cuadro 29: Resumen de las Actividades de Silvicultura Preventiva.	110

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Daños de Incendios Forestales sobre cultivos pequeños en propiedades particulares. Incendio “Loma Negra”, Comuna de Viña del Mar. Año 2004.	5
Figura 2: Daños Sociales y de Orden Interno de los Incendios Forestales.	5
Figura 3: Efectos Socioeconómicos de los Incendios Forestales.	6
Figura 4: Efectos Ambientales de los Incendios Forestales.	7
Figura 5: Los Factores del Comportamiento del Fuego.	9
Figura 6: Ubicación de los Incendios Forestales en las áreas de mayor concentración.	16
Figura 7: Aspecto parcial del área periurbana de Valparaíso.	17
Figura 8: Situación del los emplazamiento urbanos en Valparaíso Metropolitano.	17
Figura 9: Situación de daño a viviendas en un Incendio Forestal.	18
Figura 10: Destrucción de Infraestructura Poblacional a causa de un Incendio Forestal.	18
Figura 11: Actividad de Difusión (contacto cara a cara) en la Comuna de Viña del Mar.	20
Figura 12: Eventos de carácter masivo como herramienta de prevención.	20
Figura 13: Construcción de un cortafuego alrededor de un sector poblacional.	21
Figura 14: Compromiso comunitario para la construcción de cortafuegos.	21
Figura 15: Aspecto de una plantación manejada con silvicultura preventiva.	25
Figura 16: Eliminación del sotobosque a través de medios mecanizados.	25
Figura 17: Aspecto de un piso sombrío en una plantación manejada con silvicultura preventiva.	25
Figura 18: Continuidad Horizontal del Combustible Forestal.	26

Figura 19: Continuidad Vertical del Combustible Forestal.	26
Figura 20: Algunos ejemplos de manejo de combustibles cercano a caminos.	32
Figura 21: La Comuna de Casablanca.	49
Figura 22: Los Climas Mediterráneos en el mundo.	51
Figura 23: Predio Agroecológico Santa Cecilia.	64
Figura 24: Sistema GEOREF, utilizado por la Corporación Nacional Forestal.	68
Figura 25: Cobertura de Estaciones Meteorológicas y la Ubicación Espacial de los Incendios Forestales.	70
Figura 26: Áreas de Cobertura Efectiva de Estaciones Meteorológicas de la Región de Valparaíso.	71
Figura 27: Acciones de reducción de combustibles para evitar daño por incendios forestales.	76
Figura 28: Muestra de la efectividad de los cortafuegos en el área periurbana de Valparaíso Metropolitano.	77
Figura 29: Discontinuidad de la vegetación en el borde de las ciudades.	77
Figura 30: Continuidad de la vegetación en zonas rurales.	78
Figura 31: Infraestructura caminera como barreras artificiales que impiden la propagación del fuego.	78
Figura 32: Caminos secundarios que facilitan el acceso hacia los lugares afectados.	78
Figura 33: Cortafuego en plantaciones de eucalipto.	79
Figura 34: Acciones de Silvicultura Preventiva con doble propósito.	79
Figura 35: Celdas cuadrículadas para el análisis del Paisaje Predial.	81
Figura 36: Área de Cobertura Efectiva de Estaciones Meteorológicas y sus respectivos Incendios Forestales.	89
Figura 37: Incendios Forestales Homologados.	91
Figura 38: Concentración Geográfica de los Grupos de Incendios Forestales.	93

Figura 39: Los diferentes Elementos Paisajísticos del Predio Agroecológico Santa Cecilia.	98
Figura 40: Las Prioridades de Protección y su localización en el Predio Agroecológico Santa Cecilia.	100
Figura 41: Ejemplo de Cortacombustible Fuerte.	103
Figura 42: Ejemplo de Cortacombustible Suave.	104
Figura 43: Contraste de dos sectores, con y sin intervenciones Silviculturales.	106
Figura 44: Contraste de dos sectores residenciales, con y sin intervenciones Silviculturales.	108
Figura 45: Ejemplo de una intervención silvicultural adecuada en una zona residencial.	109
Figura 46: Mapa resumen de la Intervenciones de Manejo de Combustible en el Predio Agroecológico Santa Cecilia.	111

RESUMEN

Se estudia la efectividad de las intervenciones de Silvicultura Preventiva con relación a los daños y efectos producidos por incendios forestales en la Región de Valparaíso, entre los años 1998 y 2006. Como estudio de caso, se realizó una propuesta de Silvicultura Preventiva para el Predio Agroecológico Santa Cecilia, ubicado en la Comuna de Casablanca, Zona Mediterránea Costera de Chile.

Para lo anterior se plantea, como hipótesis central, que la aplicación de adecuadas prácticas silvícolas a modo de acción preventiva en áreas rurales, contribuye a disminuir la susceptibilidad de la vegetación a la propagación de incendios forestales y a una disminución en la intensidad de los mismos.

La comprobación de dicha hipótesis, implicó seleccionar y analizar incendios forestales en similares condiciones ambientales y de combate inicial, lo que llevó definitivamente a considerar como representativos y confiables a 57 eventos, los que se clasificaron en dos grupos de comparación: i) Incendios que se propagaron en terrenos que poseían previamente aplicadas medidas de silvicultura preventiva (23 casos), e ii) Incendios que se desarrollaron en sectores a los cuales no se evidenciaron intervenciones preventivas en la vegetación (34 casos). La comparación de los dos grupos de incendios demostró estadísticamente diferencias significativas entre ellos, comprobándose claramente la efectividad de las medidas de silvicultura preventiva respecto a la reducción de los daños resultantes, con ello se comprueba la hipótesis central.

Respecto a la propuesta de Silvicultura Preventiva, entre las recomendaciones principales se destaca la construcción de un cortafuego perimetral que rodee la totalidad del Predio, el cual debiera complementarse con fajas cortacombustibles adyacentes a ambos lados de dicho cortafuego.

En los sectores de prioridad baja la recomendación consiste en la instalación de un sendero de penetración, localizado a media ladera desde el límite este-oeste del Predio hasta la quebrada ubicada en su zona sur. La misma recomendación se plantea para los sectores de prioridad media, pero reforzados con dos fajas cortacombustibles situadas a ambos lados del sendero de penetración.

Por otra parte, en los sectores de primera prioridad, junto a las recomendaciones descritas precedentemente, se propone la realización de un desmalezado manual en las interlíneas de la zona de cultivo de manzanos, y una faja cortacombustible en los límites de esa plantación que se encuentren cubiertas con vegetación nativa. Además, para los conjuntos residenciales del Predio correspondería instalar cortafuegos verdes como medida de prevención.

Finalmente se propone la implementación de medidas de silvicultura preventiva, similares a las descritas, en la mayor cantidad posible de terrenos del Valle de Lo Orozco, de manera de evitar el aislamiento del Predio y lograr de ese modo la máxima protección a la cuenca principal.

SUMMARY

The effectiveness of fuel management, related with damages and effects of forest fires in the Valparaíso Region, between 1998 and 2006, is analyzed in this document. Furthermore, as a case of study, fuel management works are proposed for an agricultural and ecologic farm, denominated Santa Cecilia and located in the Casablanca County, in the Mediterranean Coast of Chile.

As main hypothesis, related with the objective of this work, it is established that fuel management contributes to reduce the flammability of fuels as well as the fire spread and fireline intensity.

For confirming the hypothesis 57 previous forest fires, spreading under similar initial attack and environmental conditions, were selected according two criteria: i) forest fires spreading in land with same previous fuel management (23 cases) and ii) forests fires in land without previous fuel management (34 cases). The comparison between both situations demonstrated that fuel management is effective to reduce fire damages, because of which the hypothesis is confirmed.

Between the principal recommendations of the proposal for fuel management in the farm Santa Cecilia, it is emphasizes a perimetral firebreak for the entire land, with fuelbreak in both sides.

In the sectors with low priority of protection of the farm it is recomendated a penetration strip, running at middle slope from the E-W limit to the south ravine. The same recommendation is suggested for the medium priority sectors, but with the penetration strip complemented with fuelbreaks at both sides.

Moreover, in the first priority sectors of the farm it is proposed to clear the land of underbrush in the apple orchard and to built a fuelbreak in the border of the orchard, when underbrush is present. Around the houses and other facilities within the farm a green firebreak would be necessary as a preventive precaution.

Finally, measures for fuel management, similar to the proposal for the farm Santa Cecilia, are recommended for the Lo Orozco Valley, as possible for the entire land, in order to increase the protection against forest fire in the main watershed.

1. INTRODUCCIÓN

A pesar de todos los avances tecnológicos y productivos que ha experimentado la agricultura a partir de la segunda mitad del siglo 20, en la actualidad existe un relativo consenso en que la pobreza, la escasez de alimentos, el deterioro de la salud y la degradación ambiental, continúan siendo problemas de amplia distribución a escala mundial, especialmente en los países en desarrollo.

En muchos países, el incremento de la agricultura intensiva ha estado acompañado de un notable aumento en el uso de agroquímicos, además de la proliferación amplias zonas de monocultivos y de la sustitución de ecosistemas forestales, entre otros problemas. Desde el punto de vista del sistema natural, los efectos en la intensificación del uso de la tierra, se traducen en la erosión del suelo, la desertificación, la contaminación de acuíferos y la pérdida de biodiversidad. Por otra parte, el sistema cultural (ambiente humano) se ve afectado notablemente por la falta de oportunidades en el campo, lo que provoca una fuerte migración hacia las ciudades, producto de la fragmentación de la cultura campesina y un estancamiento en el desarrollo rural, obligando a los habitantes de estas áreas a desplazarse hacia los centros urbanos en busca de mejores oportunidades de trabajo, situación que por lo general no se produce, forzando al campesino a vivir en las zonas marginales de las grandes metrópolis, acentuando el fenómeno de segregación social y geográfica.

A pesar que las nuevas tecnologías de cultivo (riego tecnificado y biotecnología principalmente) han permitido aumentar los rendimientos vegetales y a la vez han incorporado nuevas superficies de suelo al ámbito productivo, no está claro aún el efecto a mediano y largo plazo que esto producirá en el ecosistema forestal y el medio ambiente en general.

La Agroecología, se presenta como un estado intermedio entre la agricultura tradicional y los ecosistemas naturales. Esta práctica resulta de la combinación de factores ecológicos-agrícolas y consideraciones de tipo política, social y económicas del entorno cultural, con el propósito de lograr un rendimiento sustentable de la producción. A pesar que no representa una proporción importante de la superficie agrícola mundial, la Agroecología está distribuida ampliamente en muchos países, particularmente en aquellos en vías de desarrollo. En Chile existen experiencias Agroecológicas que han resultado bastante exitosas, tanto económica como ecológicamente.

Precisamente para el caso particular de un predio ubicado en la comuna de Casablanca, Región de Valparaíso, donde se practica esta disciplina, la presente investigación propondrá un diseño de Silvicultura Preventiva, para minimizar los daños y efectos que probables incendios forestales pudieran ocasionar. Se pretende que esta proposición sea incorporada como un componente más en la planificación predial.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. El Fuego y su relación dinámica con el Paisaje

El fuego ha prevalecido en la evolución de la humanidad como un agente de cambios sobre el paisaje y los numerosos ecosistemas que cohabitan en el planeta (evolución o mantenimiento). La mayoría de los antropólogos calcula que el ser humano es capaz de producir fuego desde hace 20.000 años (Vélez, 2006). Cuando se produce en forma natural, especialmente en períodos de sequedad por tormentas eléctricas y erupciones volcánicas, el fuego es un regulador de algunos ecosistemas.

En forma artificial, el fuego cumple un doble rol, como una herramienta indispensable en las actividades agrícolas y forestales, facilitando las labores de eliminación de desechos y de habilitación de terrenos para plantar (quemadas controladas) y como un factor de deterioro ambiental (incendios forestales). Efectivamente, para el caso de la Zona Mediterránea Costera en la Región de Valparaíso, Chile, los incendios forestales afectan anualmente 6.000 hectáreas de vegetación (equivalente, por ejemplo, a la superficie de una ciudad de tamaño mediano), ocasionando serios daños y efectos, más que cualquier otra actividad humana en esta zona. Según Julio (1995), las pérdidas que ocasionan los incendios forestales y las quemadas son frecuentemente de consideración.

De acuerdo con el Sistema Estadístico de Conaf, en Chile, como promedio ocurren entre 5 y 6 mil incendios por temporada, que involucran superficies de más de 52 mil hectáreas dañadas, y valores directos anuales estimados en 50 millones de dólares (cuadro 1).

Cuadro 1
Incendios Forestales y Superficie Afectada en Chile. Temporadas
1980/81 a 2005/06

Temporada	Ocurrencia (N° de Incendios)	Superficie (ha)
1980 – 1981	4.197	32.056
1981 – 1982	4.520	26.842
1982 – 1983	4.782	45.748
1983 – 1984	6.252	80.191
1984 – 1985	5.223	47.572
1985 – 1986	5.429	62.754
1986 – 1987	5.144	90.011
1987 – 1988	5.207	68.735
1988 – 1989	5.241	88.062
1989 – 1990	4.114	25.545
1990 – 1991	5.193	50.274
1991 – 1992	4.786	24.224
1992 – 1993	6.114	49.981
1993 – 1994	6.210	65.606
1994 – 1995	5.354	26.174
1995 – 1996	5.886	40.082
1996 – 1997	5.487	43.595
1997 – 1998	5.329	90.888
1998 – 1999	6.830	101.691
1999 – 2000	5.252	17.183
2000 – 2001	5.374	10.918
2001 – 2002	6.701	90.089
2002 – 2003	7.572	41.987
2003 – 2004	6.430	50.687
2004 – 2005	6.653	65.300
2005 – 2006	5.398	19.292
Promedio	5.564	52.134

Fuente: Sistema Estadístico Conaf

Por otra parte, son incalculables los daños indirectos o intangibles, referidos a aspectos tales como la pérdida de recursos hídricos, descenso del nivel de fertilidad de los suelos, alteraciones en los ecosistemas, deterioro de la belleza escénica y la calidad ambiental, además de otros efectos negativos que repercuten en el desarrollo de la población humana y su entorno (Julio, 1995). Este mismo autor definió Daños y Efectos producidos por el fuego (incendios forestales o quemas mal aplicadas).

Los Daños están referidos al monto o valor del perjuicio, pudiendo ser estos de carácter **directos** o bien **indirectos**, en donde los primeros son todos aquellos bienes tangibles, transables 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.

Los segundos corresponden a las pérdidas de carácter intangible, difíciles de identificar y evaluar, incluso a veces en el mediano plazo, con efectos que generalmente se manifiestan en valores que no estuvieron directamente afectados por la acción del fuego. Cabe aquí destacar a la pérdida de fertilidad de los suelos, los procesos erosivos, el embancamiento de cursos de agua, las alteraciones en el equilibrio biológico y en los ecosistemas, el deterioro de la belleza escénica y la higiene ambiental e incluso problemas económicos y sociales que se originan en comunidades cuyo sustento se basa principalmente en el aprovechamiento de los recursos forestales (Julio, 1995).



Figura 2: Daños Sociales y de Orden Interno de los Incendios Forestales. En muchas ocasiones, en la región de Valparaíso, estos siniestros destruyen viviendas y vidas humanas.

Figura 1: Daños de incendios forestales sobre cultivos pequeños en propiedades particulares. Incendio “Loma Negra”, Comuna de Viña del Mar. 2004.



Los Efectos del fuego están referidos a la calidad de los daños ó 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 y social.

En términos generales, se pueden identificar dos grandes grupos de efectos: **Socioeconómicos y Ecológicos ó Ambientales**. En el primer grupo (Socioeconómicos), se identifican los efectos sobre la Salud Pública (contaminación de suelos, aguas y atmósfera, deterioro del paisaje o belleza escénica, limitaciones para la recreación, esparcimiento y prácticas deportivas, etc.) y el Desarrollo Comunitario (daños a la propiedad, deterioro o detención de procesos productivos, reducción de fuentes de trabajo, limitaciones al desarrollo rural y al comercio local, deterioro del turismo, pérdida de valores culturales e históricos, perjuicios a obras públicas e infraestructuras de comunicaciones, etc.).



Figura 3: Efectos Socioeconómicos de los Incendios Forestales. Se pueden expresar en la destrucción de las viviendas y el aumento de los niveles de pobreza y marginalidad.

En el segundo grupo (Ecológicos o Ambientales), se pueden mencionar los efectos en el Clima (cambios en los regímenes de vientos, disminución de la humedad ambiental, incremento de la temperatura ambiental, aumento de la radiación solar, incremento de la luminosidad, reducción de la evapotranspiración, disminución de la disponibilidad de oxígeno, etc.). Efectos sobre el Suelo (deterioro de las propiedades físicas del suelo, alteración de los ciclos hídrico e hidrológico, cambio de las propiedades químicas del suelo, con pérdida frecuente de los nutrientes, pérdida de las propiedades biológicas del suelo, destrucción del estrato de material orgánico no incorporado al suelo mineral, etc.).

Efectos en la Vida Silvestre (destrucción de formaciones vegetacionales o alteraciones en la composición de las especies, migraciones de animales mayores, aves e insectos y desequilibrios ecológicos). Efectos sobre los Árboles (muerte de los tejidos vegetales, daños a sus órganos, con alteraciones fisiológicas y deformaciones en el crecimiento del árbol, deterioro en las propiedades físicas de la madera, problemas biológicos y sanitarios, etc.).



Figura 4: Efectos Ambientales de los Incendios Forestales. Luego de ocurrido un incendio, el suelo queda expuesto a efectos erosivos extremos (remoción en masa). Sector “El Salto”, comuna de Viña del Mar, año 2001.

Estos Daños y Efectos del fuego se pueden definir como procesos de disturbios de los ecosistemas, al presentarse como eventos relativamente discretos que irrumpen en la estructura del mismo (Castillo, 2006). Estos disturbios crean patrones espaciales de comportamiento de la vegetación y un mosaico de estados de la misma denominado mosaico-paisaje (Daigle, 1996; Parminter, 1996 Turner *et.al.*, 2003). Según Matteucci (1998), la estructura del paisaje o de la región, resulta de interacciones complejas entre fuerzas físicas, bióticas y sociales y, a su vez, el patrón del paisaje influye en los procesos ecológicos y sociales. Los variados fenómenos naturales y la actividad antrópica contribuye a la modificación de aquellos paisajes, en particular, los incendios forestales se presentan como un fenómeno alterador de los elementos físicos, bióticos y sociales de estos paisajes.

En este ámbito Castillo (2006), cita variados fenómenos naturales como disturbios en los ecosistemas, como huracanes e incendios forestales, los que son responsables de la sucesión natural de muchas especies y de la generación de mosaicos dinámicos en el paisaje.

Claramente, la intensidad y magnitud de los incendios forestales, dependerá de la variabilidad de los elementos físicos del paisaje, tales como las variables topográficas, elevación, forma local del terreno, pendiente y exposición orográficas (Castillo, 2006).

Castillo (2006), enfatiza que en muchos casos es posible determinar patrones espaciales típicos por magnitudes de incendios y tipos de paisajes. Por ejemplo, grandes incendios forestales como el de Yellowstone en 1988, han permitido demostrar que la influencia topográfica en el acentuamiento de disturbios, son junto al viento, factores que condicionan fuertemente los cambios transitorios en el paisaje, cuyos efectos pueden manifestarse desde unos pocos meses hasta decenas de años (Cardille *et.al.*, 2001).

En el caso particular del fuego como factor de alteración del paisaje, el comportamiento humano es un agente decisivo en la generación y recurrencia de este fenómeno, especialmente en aquellos ecosistemas en que el fuego no forma parte de cambios naturales del paisaje. Resulta muy frecuente encontrar paisajes constantemente afectados por incendios, en las mismas localizaciones, provocando un notable desgaste en la capacidad de recuperación natural de sus especies vegetales originales.

Ejemplos de la acción humana sobre el paisaje hay muchos. Al respecto Cardille *et.al.*, (2001) analizaron los efectos de los incendios forestales en el centro-oeste de los Estados Unidos, durante un período de diez años (1985-1995). Se estudiaron cerca de 18 mil eventos, evidenciándose que la mayor proporción de éstos, coincidió con los períodos de máxima ocupación del territorio y en épocas de mayor actividad en el desarrollo de proyectos de infraestructura. Se determinó también que la mayor ocurrencia de incendios se concentra en las cercanías de sectores densamente poblados y en forma decreciente desde los bordes de caminos hacia el interior de los bosques.

2.2. Algunas consideraciones sobre el Comportamiento del Fuego

El comportamiento del fuego se define básicamente como lo que hace el fuego cuando se desplaza libremente a través de la vegetación, vale decir, en qué forma se expande, a qué velocidad avanzan sus diferentes frentes, el dinamismo que observa la columna de convección, la cantidad de energía que se transfiere al ambiente, la longitud de las llamas, entre otras características. Conceptualmente corresponde al "conjunto de efectos, principalmente de carácter físico-mecánicos y químicos, que se observan en el ambiente afectado por la propagación del fuego" (Julio, 1995).

El comportamiento del fuego depende esencialmente de las características del lugar o terreno afectado, que son representadas por la topografía, el estado atmosférico y la vegetación combustible, cada uno de ellos provoca efectos diferentes en el fuego

Julio, 1995, destaca que en el análisis del comportamiento del fuego, es importante referirse a variables y factores del comportamiento. Las variables corresponden a las características propias del fenómeno (Combustión, Propagación, Liberación Calórica, Llama, Columna de Convección, Columna de Humo y Transferencia del Calor) y los factores indican las condiciones ambientales que estuvieron presentes al momento de producirse el fuego (Topografía, Estado Atmosférico y Combustibles).

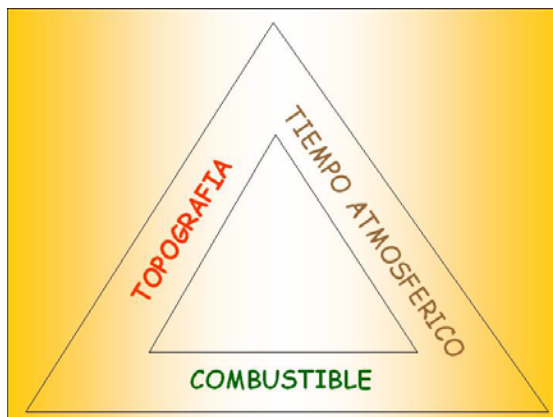


Figura 5: Los factores del Comportamiento del Fuego.

Cuando se interrumpe o interviene cualquiera de los lados de este triángulo, se modifica el comportamiento del fuego, llegando a detenerse por completo.

Esta línea argumental teórica, avala el hecho que, mundialmente, las acciones de combate del fuego se centran exclusivamente a la modificación del combustible (sean para cortar su continuidad o para enfriarlo con agua), dado que los otros dos factores (topografía y tiempo atmosférico) no son factibles de ser modificados por el ser humano. Lo mismo se puede aseverar sobre las acciones de silvicultura preventiva, ya que en este caso, el objetivo es modificar la masa forestal, de tal modo de eliminar la continuidad de la misma.

2.3. Acción Ecológica del Fuego

La extensión y el grado de los cambios determinados por el fuego en las poblaciones animales y vegetales, así como en el ecotopo y microclima, están condicionados por el tipo y la densidad de la cubierta vegetal, los productos combustibles acumulados en la superficie del suelo, la topografía, la humedad, el viento y otros (Altieri y Rodríguez, 1974). Los mismos autores expresan además, que el fuego actúa como agente de descomposición ya que acelera el reciclaje de los elementos, liberando grandes cantidades de nutrientes acumulados en la capa superficial del suelo y que, debido a su alto grado de fijación y sequedad no pueden ser descompuestos e incorporados al ciclo biogeoquímico, por la acción de los microorganismos. Según Komarek (1963), la ecología del fuego puede definirse como el estudio del fuego y sus efectos en el ambiente físico y las interrelaciones bióticas allí existentes.

Un aspecto importante en el estudio de la acción del fuego sobre el medio ambiente natural, es sin duda, la respuesta de la vegetación, por el desarrollo de adaptaciones que le permite sobrevivir a eventos de carácter catastrófico. A su vez, las poblaciones, entendidas como un conjunto de individuos, se han adaptado a estas intervenciones. Quintanilla (1998), demuestra este hecho al estudiar el efecto de los incendios en el Cordón Costero de Chile Central, identificando sucesiones vegetacionales que han reemplazado a antiguas formaciones vegetacionales existentes en el área. Lo anterior tiene consecuencias directas sobre el suelo (erosión).

La vegetación natural remanente post-incendio, es rápidamente acompañada de especies alóctonas, favorecidas por la propagación por semillas y propágulos. La zarzamora (*Rubus ulmifolius* Schott), el coligüe (*Chusquea cumingii* Ness) y Corontillo (*Escallonia pulverulenta* (R ET P). Pers.), son claros ejemplos de especies invasoras en climas mediterráneos de la Zona Central del país.

La respuesta de la vegetación es indudablemente favorable cuando los efectos del fuego corresponden solamente a la ocurrencia de incendios aislados o poco frecuentes. La destrucción de la vegetación es significativa y grave en sectores afectados por incendios recurrentes, que conducen a cambios drásticos en la composición vegetacional, con pérdida de especies nativas y erosión por la desprotección de suelo.

Las opiniones de los académicos expertos en ecología del fuego son variadas. Por ejemplo Peña (1995), en su estudio sobre los efectos del las quemas controladas en el suelo, indica que cuando esta práctica se aplica correctamente, los efectos en el suelo son mínimos.

2.4. Los Incendios Forestales en el Ámbito Regional

El término "**Incendio Forestal**" normalmente se utiliza para calificar a todo fuego que se propaga quemando vegetación en forma libre y descontrolada, en zonas rurales, cualquiera que sea el origen o causa que lo haya provocado (Julio, 1995). Constituye un fenómeno que provoca innumerables perjuicios al medio ambiente en general y a la población humana circundante, por esto los Gobiernos de los países deben implementar medidas tendientes al control de este problema.

En la Región de Valparaíso los incendios forestales son un serio problema, tanto por el número de siniestros que ocurren, como por el daño que éstos provocan. Para caracterizar el problema a nivel regional, a continuación se presentan antecedentes que permiten dimensionarlo y acotarlo espacialmente.

2.4.1. Distribución Espacial de la Ocurrencia y Daño Regional

En promedio, en el período 2001-2006, se produjeron anualmente 1.024 incendios forestales, que afectaron una superficie de 7.357,6 ha.

A continuación se presenta un cuadro que resume la estadística registrada, como promedio, en las últimas seis temporadas por provincia.

Cuadro 2
Resumen de Ocurrencia y Daño Regional, por provincia, temporadas 2000/01 a 2005/06

Provincia	Ocurrencia		Daño	
	Nº Incendios	% Incidencia	Sup. Afect. Promedio (ha)	% Incidencia
Petorca	48	4,7	506,01	6,8
San Felipe	1	0,1	12,67	0,2
Quillota	56	5,5	1.193,08	16,2
San Antonio	295	28,8	2.302,33	31,3
Valparaíso	623	60,8	3.336,88	45,4
Los Andes	1	0,1	6,67	0,1
Total Promedio	1024	100,0	7.357,64	100,0

Fuente: Sistema Estadístico Conaf.

Considerando los antecedentes expuestos, es posible deducir que el problema de los incendios forestales, se concentra en forma marcada en la provincia de Valparaíso, con un 60,8% de incidencia en la ocurrencia y un 45,4% en el daño. Le siguen en orden decreciente, las provincias de San Antonio y Quillota, respectivamente.

Por otra parte, al analizar la ocurrencia, en la provincia de Valparaíso, queda de manifiesto que el problema se concentra mayoritariamente en lo que se denomina “Valparaíso Metropolitano”, es decir, toda el área que comprende las comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Villa Alemana. (Cuadro 3).

Cuadro 3

Distribución de Ocurrencia y Daño, Provincia de Valparaíso, por comuna, promedio temporadas 2000/01 a 2005/06

Comuna	Ocurrencia		Daño	
	Nº Incendios	% Incidencia	Sup. Afect. Promedio (ha)	% Incidencia
Valparaíso	212	34,0	582,3	17,4
Viña del Mar	131	21,0	357,8	10,7
Quintero	9	1,4	67,0	2,0
Quilpué	94	15,0	359,0	10,7
Villa Alemana	128	20,6	636,8	19,1
Casablanca	31	5,0	1.196,7	35,9
Puchuncaví	2	0,4	125,2	3,8
J. Fernández	0	0	0	0
Con-Con	16	2,6	12,1	0,4
Total	623	100,0	3.336,9	100,0

Fuente: Sistema Estadístico Conaf.

Concretamente, comparando la información presentada en los Cuadros 2 y 3, Valparaíso Metropolitano, presenta una incidencia regional de 55,2% y 26,31% con relación a la ocurrencia y al daño, respectivamente.

2.4.2. Origen de la Ocurrencia en las Áreas de Mayor Concentración

En Chile y en la Región de Valparaíso, prácticamente la totalidad de los incendios forestales se originan por alguna acción del ser humano. El cuadro 4, presenta la distribución de la causalidad de la ocurrencia en Valparaíso Metropolitano, según causa origen, promedio últimas tres temporadas.

Cuadro 4
Distribución de la Ocurrencia en Valparaíso Metropolitano, según Causa Origen,
promedio temporadas 2003/04 a 2005/06

Grupo	Causa General	Causa Específica	Nº de Incendios	% de Incidencia
<i>Accidentales</i>	Faenas Forestales		6	0,6
	Faenas Agrícolas y Pecuarias		10	1,0
	Confección y/o Extracción de Productos del Bosque		1	0,1
	Actividades Recreativas		246	25,7
	Actividades Extinción de Incendios Forestales u Otro		3	0,3
	Tránsito de Personal, Vehículos o Aeronaves		417	43,5
	Quema de Desechos		55	5,7
	Accidentes Eléctricos		9	0,9
	Otras Actividades		6	0,6
<i>Intencionales</i>	Incendios Intencionales	Pirómano	53	5,5
		Influencia del Alcohol	3	0,3
		Atentado Incendiario por Conflicto	1	0,1
		Conflicto Territorial o Patrimonial	0	0,0
		Personas Enfermas	0	0,0
		Beneficios Económicos	1	0,1
		Vandalismo	7	0,7
		Terrorismo	0	0,0
		Obs. Operaciones de Combate	78	8,1
		Otros	22	2,3
<i>Naturales</i>	Incendios Naturales		0	0,0
<i>Desconocidas</i>	Incendios de Causa Desconocida		41	4,3
Total			959	100

Fuente: Sistema Estadístico Conaf.

De los antecedentes precedentemente expuestos se desprende que las Causa General "Tránsito de Personas, Vehículos o Aeronaves" es la que tiene mayor incidencia en el origen de la ocurrencia de los incendios en la Región, con un 43,5%. Le siguen las causas "Actividades Recreativas" y "Observar Operaciones de Combate", con un 25,7% y un 8,1% respectivamente.

Cabe destacar que estas dos últimas causas son las que corresponden casi en su totalidad a la antigua causa “Juegos de Niños”.

2.4.3. Distribución Espacial de los Incendios Forestales en las Áreas de Mayor Ocurrencia

De los antecedentes expuestos se puede concluir que las áreas de mayor concentración de incendios forestales, a nivel regional, están dadas por las comunas que conforman el Valparaíso Metropolitano, con una incidencia de un 55,2%.

La explicación a este fenómeno, así como la ubicación de los incendios forestales, está en la no existencia de una zona de transición que aisle o separe el sector poblacional del sector vegetacional, de manera de impedir el libre tránsito de personas en uno u otro sentido y de esta forma evitar la ocurrencia de este tipo de siniestros, que como es sabido, en nuestro país, prácticamente en un 100% se deben a alguna acción humana.

Por el contrario en las provincias del interior de la región, los valles agrícolas conforman una barrera que separa el sector poblacional del sector forestal, disminuyendo con ello significativamente la ocurrencia, tal como las estadísticas al respecto lo demuestran.



Figura 7: Aspecto parcial del área periurbana de Valparaíso. Se aprecia que las casas están en pleno contacto con el ecosistema forestal.

Figura 8: Situación de los emplazamientos urbanos en Valparaíso Metropolitano. En estas ciudades no existe un espacio de transición entre el ecosistema forestal y las viviendas.



2.4.4. Distribución Espacial del Daño por Incendios Forestales en las Áreas de Mayor Ocurrencia

La alta concentración de incendios forestales en los sectores periurbanos de las ciudades de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Villa Alemana implica una amenaza inmediata a estos centros poblados, constituyendo los incendios forestales que ahí se producen no sólo un problema forestal, toda vez que se ven afectados recursos vegetacionales, sino que también pueden transformarse en un problema de índole social, al existir la probabilidad de ser afectados recursos tales como: instalaciones públicas y privadas, viviendas y en casos extremos, vidas humanas (Figura 9 y 10).

Con respecto a esto último se puede mencionar, a modo de ejemplo: En el mes de Diciembre del año 1994, a raíz de un incendio forestal ubicado en el sector de Rodelillo se vieron afectadas 63 viviendas, 3 vehículos y fallecieron 2 personas. El 23 de Enero del 2003, en dos incendios ocurridos (Valparaíso y Viña del Mar), se destruyeron un total de 51 viviendas.



Figura 9: Situación de daños a viviendas en un Incendio Forestal.



Figura 10: Destrucción de Infraestructura Poblacional a causa de un Incendio Forestal. En Chile, el Estado es responsable de la protección del patrimonio forestal, incluyéndose en este ámbito, la prevención y combate de estos siniestros.

2.5. La Prevención de Incendios Forestales

Según Brown y Davis (1973), corresponde a todas las medidas tendientes a evitar que se produzcan o propaguen los incendios forestales (en el último caso, previamente a la ocurrencia). Por su parte, Julio (2005), también la define como la actividad que contempla las acciones dirigidas a 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 del ser humano, ya sea a través de acciones negligentes como también premeditadas o intencionales. En otros países, como los ubicados en las zonas septentrionales, en el hemisferio norte, la provocación de incendios por efecto de tormentas eléctricas, constituye el factor de riesgo de mayor importancia (Julio, 2005).

En cambio, el **Peligro** está referido a la conflictividad que puede alcanzar el comportamiento del fuego en un incendio una vez que inicia su propagación y, por lo tanto, 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, en la prevención de incendios forestales el peligro pasa a estar esencialmente representado por la vegetación (Julio, 2005).

Las medidas o acciones dirigidas a prevenir el riesgo y peligro de incendios forestales, de acuerdo a lo señalado por la mayoría de los especialistas en la materia, debe consistir esencialmente en:

Educación y Difusión. Se ejecutan a través de Campañas de Prevención, con el propósito de crear conciencia respecto al valor que representan los recursos naturales renovables y, promover su protección de la acción destructiva de los incendios forestales, a través del cambio de actitud de las personas agentes de riesgo.



Figura 11: *Actividad de difusión (contacto cara a cara) en la Comuna de Viña del Mar. Aquí los niños (población objetivo) tienen contacto directo con el símbolo Forestín.*

Figura 12: *Los eventos de carácter masivo también son una buena oportunidad para transmitir cualquier mensaje preventivo.*



Legislación y Reglamentación. Son normas de carácter jurídico o reglamentario, tanto de ámbito público como privado, 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.

Manejo de Combustibles. También conocido como **Silvicultura Preventiva**, corresponden a aquellas intervenciones de la vegetación, ejecutadas previamente a la ocurrencia, a fin de evitar la propagación del incendio, o al menos reducir la conflictividad potencial del comportamiento del fuego. Por lo tanto, constituye esencialmente una medida de control del peligro.



Figuras 13: La silvicultura preventiva es una labor que se puede realizar a través de labores comunitarias. Se puede observar la construcción de un cortafuego alrededor de un sector poblacional.



Figura 14: En la medida que estas acciones sean asumidas como un compromiso de la población, el impacto será más significativo.

2.6. Silvicultura Preventiva. Métodos y Medios para su Ejecución

La Silvicultura Preventiva corresponden a un conjunto de reglas y procedimientos que se incluyen en la Silvicultura General, con el propósito de establecer estructuras de masa vegetacional con un menor grado de combustibilidad, vale decir, con una mayor resistencia a la propagación del fuego (Vélez, 2000).

Por su parte, la Silvicultura General se puede definir como la aplicación del conocimiento de la Ecología Forestal en el tratamiento de un bosque, o bien, como aquella parte de la ciencia forestal que trata de la creación, desarrollo y regeneración de los bosques. En la Silvicultura Aplicada se estudian los tratamientos que se deben usar en un bosque o terreno forestal para mantener y aumentar su productividad, de tal modo que proporcionen el máximo de beneficios (productos maderables y sus derivados, papel, leña, agua, vida silvestre, recreación, etc.) en un período dado (Vita, 1978).

La Silvicultura Preventiva, tiene como propósito controlar el peligro o la susceptibilidad de la vegetación a la ignición y propagación del fuego, a través del reordenamiento, reducción o corte de la continuidad de los materiales leñosos. Su aplicación puede ser llevada a cabo por medio de una amplia gama de acciones, cuyas prescripciones, localización, diseño operacional y oportunidad de ejecución, varían de acuerdo a las condiciones del terreno a proteger, especialmente en lo que respecta al riesgo y al peligro de incendios forestales (Julio, 1995).

La Silvicultura Preventiva o Manejo de Combustibles, además de su propósito de prevenir incendios forestales, representa un importante apoyo en la presupresión¹ y el combate de incendios forestales, porque facilita la ejecución de diversas operaciones, tales como la vigilancia y acceso rápido a los lugares afectados, la instalación de líneas de control, el anclaje para la aplicación de contrafuegos y otras.

¹ *Actividades realizadas con anterioridad a la ocurrencia de incendios forestales y tienen por finalidad prepara las condiciones para un buen desempeño en el combate.*

Referente a sus características propias, existen dos enfoques para estudiar la resistencia de la vegetación al fuego: El primero es el concepto de resistencia al fuego de las especies forestales como individuos y, el segundo es la resistencia a la propagación del incendio en la vegetación forestal como conjunto.

En general, las especies forestales resisten al fuego de dos maneras: Por las cortezas gruesas que protegen el cámbium o por la presencia de yemas en latencia que se activan luego de ocurrido el fuego (caso de la gran mayoría de las especies del tipo forestal esclerófilo) y, por las intensas diseminaciones de semillas luego de ocurrido un incendio, en este caso se puede citar al pino radiata, como un buen ejemplo. Estimaciones prácticas han observado en terreno, que luego de dos a tres meses de ocurrido un incendio forestal, existe una abundante proliferación de plántulas de pino, impidiendo la aparición de otras especies de rápido crecimiento (malezas).

La resistencia de las especies vegetales al fuego también se puede analizar considerando su capacidad de ignición² e inflamabilidad³, es decir la facilidad con que encienden y continúan ardiendo. Lo anterior depende básicamente del contenido de humedad de los tejidos, que varía según el período vegetativo para las partes vivas y, de acuerdo a las condiciones ambientales prevalecientes (humedad relativa) para la hojarasca, ramillas y demás combustibles muertos. El cuadro 5 muestra diferentes niveles de contenido de humedad de la vegetación, con respecto a su estado de desarrollo.

² *Corresponde al es el momento en que aparece la llama, que se produce cuando el ambiente donde fluyen los gases combustibles liberados por la combustión alcanza una temperatura de alrededor de 340° C. También se le conoce con el término de Encendido (Julio, 1995).*

³ *Es la capacidad de un combustible de seguir ardiendo, con posterioridad a la ignición, hasta consumirse completamente, sin la presencia o adición de energía calórica exterior (Julio, 1995).*

Cuadro 5
Contenido de Humedad de la Vegetación, según estado de desarrollo

Estado de Desarrollo de la Vegetación	Contenido de Agua % sobre Peso Seco
Follaje tierno, plantas anuales desarrollándose al principio del ciclo de crecimiento	300
Follaje madurando, todavía en desarrollo, con turgencia plena	200
Follaje maduro, nuevo crecimiento completo y comparable al follaje perenne antiguo	100
Comienzo del reposo vegetativo y del cambio de color, y algunas hojas se pueden haber caído del tallo	50
Completamente seco	Menos de 30, considerado como combustible muerto

Fuente: “La Defensa Contra Incendios Forestales”, Vélez, 2000.

Vélez (2000), asevera que la resistencia a la propagación de los incendios es un tema de estructura de la masa vegetal y da algunos ejemplos a modo de ilustración:

Una Plantación joven, en la que se ha trabajado el suelo, eliminando toda la vegetación que puede hacerle competencia, es resistente a la propagación mientras el suelo se conserve limpio y las plantas jóvenes sean permanezcan pequeñas y separadas.

En un monte bajo de encinas en el que hay numerosos brotes de cepa la propagación es fácil. En un monte adulto, cuando los árboles tengan gruesos troncos y amplias copas que sombrean el suelo y limitan la regeneración del sotobosque, por falta de combustible la propagación del fuego será mucho más lenta.



Figura 15: Aspecto de una plantación manejada con silvicultura preventiva, en este caso se eliminó todo el combustible del sotobosque.



Figura 16: Eliminación del sotobosque a través de medios mecanizados (Desbrozado).



Figura 17: Un monte adulto y denso de pinos da mucha sombra y carece de sotobosque, por lo que la propagación del fuego será difícil.

Un monte abierto de pinos u otras latifoliadas, permitirá gran insolación del suelo y el nacimiento de numerosas especies heliófitas⁴, que formarán un denso sotobosque, en el que fácilmente se iniciará y se propagará un incendio forestal.

⁴ Plantas con poca tolerancia a la sombra y que necesitan el sol directo para crecer satisfactoriamente

Por lo anterior, se deduce que la resistencia de la vegetación a la propagación de los incendios forestales tiene relación con la continuidad vertical y horizontal de los combustibles (Vélez, 2000).



Figura 18: En este esquema se puede apreciar la Continuidad Horizontal del Combustible Forestal.

Fuente: Haltenhoff, 2006.



Figura 19: En este esquema se puede apreciar la Continuidad Vertical del Combustible Forestal.

Fuente: Haltenhoff, 2006.

De acuerdo a lo anterior, es posible formular algunos principios:

- El objetivo de la silvicultura preventiva es modificar la estructura de la masa forestal para dificultar la propagación del fuego.
- Este objetivo se consigue mediante diversificación de la masa, estableciendo discontinuidades lineales en el perímetro de la misma y a lo largo de caminos, quebradas, cursos de aguas y divisorias, así como conservando o favoreciendo la alternancia de especies.
- La diversificación debe hacerse respetando el paisaje y el carácter de la zona, así como los hábitats de la vida silvestre incluidos en ella.

2.6.1. Situaciones que requieren ser apoyadas con Manejo de Combustibles ó Silvicultura Preventiva

En general, y de acuerdo a lo descrito anteriormente, Julio (2005) señala que las situaciones más difíciles desde el punto de vista del peligro en el control de incendios forestales, se observan cuando los materiales vegetales se encuentran bajo una condición de sequedad, acompañada de algunos de los siguientes elementos:

- Elevada carga o peso por unidad de superficie.
- Alta continuidad en los estratos aéreo, superficial y vertical.
- Compactación media a baja.
- Fuerte proporción de partículas finas y muy finas.
- Partículas con constitutivos químicos de elevado potencial de ignición e inflamabilidad.
- Presencia de desechos de intervenciones silvícolas u otros materiales vegetales muertos.

Estas situaciones pueden ser reguladas por medio del manejo de combustibles, que contribuye a reducir, por un lado, la probable iniciación y propagación de incendios forestales y, por otra parte, a disminuir el nivel de conflictividad que pueda observar el comportamiento del fuego. Julio (2005) recomienda que las aplicaciones de manejo de combustibles deben orientarse a controlar preferentemente situaciones como las que se indican a continuación:

- Sectores con coberturas de vegetación demasiado extensas, sin cortes suficientes de la continuidad en los estratos horizontales, en los cuales sean altas las probabilidades de propagación de incendios en una gran superficie.
- Rodales muy sucios, que no hayan sido sometidos a prácticas de manejo forestal, o con intervenciones cuyos desechos permanezcan en su interior, donde, en ambos casos, la iniciación de cualquier foco represente la posibilidad de generar un incendio con un elevado dinamismo conveccional.
- La periferia de rodales con una alta susceptibilidad a la propagación del fuego, a objeto de impedir o retardar el avance hacia el interior, especialmente en sectores con un alto tránsito.
- Los alrededores de zonas de alto riesgo (centros poblados, áreas de recreación, sectores con faenas agrícolas y forestales, etc.), en los cuales pueda generarse con frecuencia focos que se propaguen hacia terrenos vecinos, con vegetación de alta combustibilidad.
- La periferia de sectores de interés ecológico o social que requieran ser preservados, que se encuentren rodeadas de terrenos con vegetación que favorezca el desarrollo de incendios y, la consecuente posibilidad de afectar a los valores señalados.
- En general, todos los sectores de alta prioridad de protección, por el valor de los recursos contenidos y que, por lo tanto, sea de interés la aplicación de medidas para evitar la iniciación o propagación de incendios.

2.6.2. Técnicas de Manejo de Combustibles

Los propósitos del manejo de combustibles pueden lograrse con la aplicación de diversas técnicas, cuya elección, para un caso dado, va a depender del tipo de problemas que se desee controlar y de las condiciones del terreno. Entre las técnicas más comunes, cabe mencionar a: Cortafuegos, Cortacombustibles, Líneas de Penetración y Reducción de Combustibles (Julio, 1995).

Las técnicas recién indicadas pueden aplicarse a través de diversas operaciones o medios: Intervenciones Silviculturales, Equipos Mecanizados Pesados, Astilladoras, Hornos, Quemadas Prescritas, Productos Químicos, Silvopastoreo, Establecimiento de Barreras con Vegetación de baja combustibilidad, por mencionar a los más conocidos (Brown y Davis, 1973).

a) Cortafuegos

Maldonado (1977) describe a los cortafuegos como "barreras naturales o artificiales, construidas antes del incendio o en el momento de su propagación, limpias parcial o totalmente de vegetación, empleadas con el objeto de cortar la continuidad de los combustibles y, también, para facilitar el acceso y ejecución (anclaje) de los trabajos de combate del fuego".

b) Cortacombustibles

Corresponden a una modalidad del manejo de combustibles, que puede aplicarse como una forma auxiliar o de apoyo a los cortafuegos y, también, como una medida preventiva única en determinados sectores boscosos. Pueden definirse como "fajas de terreno con la vegetación parcialmente removida, con el objeto de modificar el comportamiento del fuego de un incendio que eventualmente pueda iniciar y propagarse" (Julio, 2005).

Por lo general, en estas fajas se elimina la totalidad del combustible pesado (árboles, arbustos y desechos gruesos) y se reduce la altura del sotobosque (hierbas, pastos, renuevos). En algunos casos, la remoción de los árboles puede consistir en un raleo fuerte (unos 200 pies por ha), complementado de una poda alta (de 4 a 6 metros) en los ejemplares que permanezcan en el terreno.

Como medida de apoyo a los cortafuegos, los cortacombustibles se instalan adyacentes y paralelamente a ambos lados, como fajas que pueden tener una anchura de 5 a 30 metros. Cuando se aplican como medida única, pueden alcanzar anchuras de hasta 100 metros, dependiendo ello del tipo de vegetación existente y de la extensión del bosque bajo protección. También pueden incluir en su interior una o varias líneas de contención, consistentes en fajas raspadas hasta el suelo mineral, de uno a tres metros de ancho.

La instalación de un sistema de cortacombustibles, además del rol preventivo que cumple, puede representar un importante componente del preataque, por la sectorización que se establece en la zona intervenida, además de diversos beneficios que se logran para el desarrollo del combate de incendios.

c) Líneas de Penetración

Julio (2005) las califica como cortafuegos auxiliares o secundarios, porque cortan la continuidad de la vegetación en terrenos boscosos y, facilitan el acceso y la ejecución de las operaciones de combate. Las líneas de penetración se aplican normalmente en rodales sometidos a intervenciones silviculturales intensas, que presenten una gran cantidad de desechos sobre el piso (como es el caso de raleos a desecho en plantaciones de coníferas).

Consisten en fajas de 1 a 3 metros de ancho, en donde la vegetación se elimina completamente, con un raspado hasta el suelo mineral. Se establecen en forma de una malla, con separaciones entre las líneas de 200 a 300 metros, para encerrar bloques de vegetación continua de 4 a 9 ha.

La instalación de las líneas de penetración, al igual que en el caso de los cortafuegos, debe efectuarse aprovechando al máximo los accidentes topográficos, senderos, cursos de agua y otros sectores sin vegetación, a fin de reducir sus costos de instalación y mantención.

También deben considerarse como un componente importante de los esquemas de preataque. En este sentido, un importante beneficio que representan es que, en gran medida, el control de los incendios que puedan originarse ya está efectuado, y que en la mayoría de los casos, constituyen el anclaje necesario para la liquidación del fuego.

d) Reducción de Combustibles

Dentro de estas medidas se consideran todas aquellas dirigidas a eliminar total o parcialmente los materiales combustibles dispuestos en el interior del bosque, de fácil combustibilidad y que faciliten la propagación del fuego en cualquiera de los estratos de continuidad. Con la reducción de los combustibles se pretende, por un lado, evitar futuras situaciones de comportamiento extremo y, por otra parte, tratar que los focos potenciales se propaguen, en lo posible, sólo por el estrato superficial y con una baja liberación de energía calórica (Julio, 2005).

El mismo autor indica que, mediante la reducción de combustibles se pretende mantener al rodal limpio, en condiciones tales que se facilite el tránsito del personal de combate, como asimismo, la ejecución de las operaciones de control y liquidación del fuego. Por otra parte, las intervenciones silviculturales normales, como podas y raleos, podrían calificarse como medidas de reducción de combustibles, porque a través de ellas se establecen cortes en la continuidad de la vegetación.

Los mayores requerimientos de reducción de combustibles se presentan en rodales con un peligro muy alto, como consecuencia de intervenciones silviculturales, temporales de viento o ataques de plagas y enfermedades. En estos casos, puede existir en el rodal una gran cantidad de vegetación seca en pie y/o desechos abundantes sobre el piso. Esta misma situación es posible encontrarla en bosques adultos sin manejo, especialmente cuando se trata de plantaciones de coníferas. Todo el material combustible seco debe ser, en lo posible, eliminado del rodal, y para tal propósito pueden emplearse diversos medios o modalidades.

Todas las modalidades de reducción de combustibles indicadas, no pueden aplicarse a la totalidad de las condiciones existentes en los bosques que requieren ser tratados. En algunos casos, por la topografía y accesibilidad presentes (el empleo de hornos y astilladoras, por ejemplo) y, en otros, por los riesgos que puedan ocasionarse (empleo de fuego bajo dosel). En general, la recomendación es emplear todos los medios disponibles para eliminar los combustibles peligrosos, sin descuidar las medidas de seguridad correspondientes.

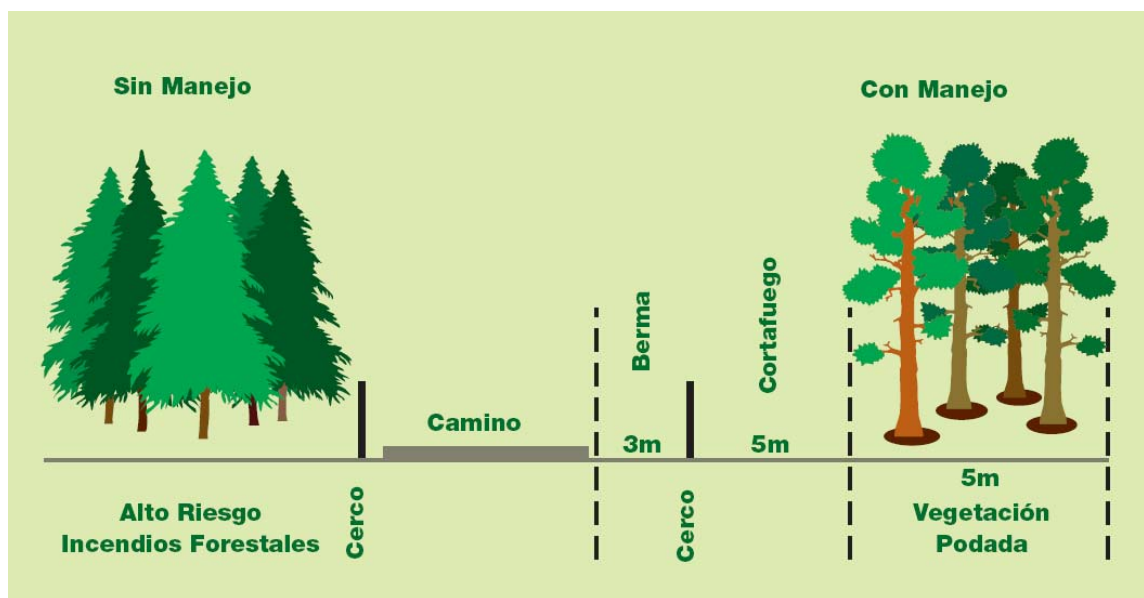


Figura 20: Algunos ejemplos de manejo de combustible cercano a caminos (Haltenhoff, 2006).

2.7. Fundamentos de la Agroecología

La Agroecología es tal vez una de las herramientas que ofrece mayores alternativas al uso de la tierra, va más allá de una visión unidimensional de los Agroecosistemas (su genética, su agronomía o su edafología), para abarcar un conocimiento de los niveles de coevolución, estructura y función ecológicos y sociales. La idea general consiste en desarrollar sistemas con dependencia mínima en agroquímicos e insumos energéticos, haciendo énfasis en los sistemas agrícolas complejos, en los cuales, las interacciones ecológicas y las sinergias entre los componentes biológicos proporcionan los mecanismos para que los sistemas agroecológicos subsidien su propia fertilidad del suelo, productividad y la producción de cultivo (Altieri, 1995).

El concepto central consiste en un ecosistema, el cual exhibe patrones definidos de reciclaje de nutriente, regulación de poblaciones, equilibrio dinámico y flujos de energía. Aunque las manipulaciones humanas de los ecosistemas para la producción agrícola han introducido varias diferencias básicas con los ecosistemas naturales, estos procesos operan aún en los Agroecosistemas, pero en una forma más alterada. La magnitud de las diferencias entre los sistemas naturales y agrícolas, depende de la intensidad de manejo y de los niveles de modificación (Altieri, 2005).

Altieri (2005), señala que tradicionalmente lo que les ha interesado a los investigadores agrícolas, no han sido tanto las relaciones entre suelos, animales, plantas y métodos de cultivo, sino el efecto de cada uno de éstos sobre un cultivo determinado, manteniendo una visión simplista y orientada a sus respectivas disciplinas. Por lo mismo, muchas de las recomendaciones, se basan en consideraciones de aspectos específicos (por ejemplo, plagas, deficiencia de algún nutriente, salinidad, etc.) y no considerando en forma integrada otros componentes o factores del sistema agrícola.

La sostenibilidad de los Agroecosistemas, depende del balance adecuado entre cultivos, suelos, nutrientes, luz solar, agua y los organismos coexistentes. En ellos la biodiversificación es el principio más importante para asegurar la autorregulación y sostenibilidad. Cuando la biodiversidad se reestablece en un Agroecosistema, una cantidad considerable de interacciones complejas surge entre el suelo, plantas y animales. Este proceso de explotación de interacciones y sinergias depende en gran medida de la vegetación circundante al cultivo Agroecológico y cuyos servicios ambientales se consideran como parte del sistema total (Altieri, 1995).

La concepción teórica, conceptual y filosófica de la Agroecología, considera la autoprotección del sistema contra plagas y enfermedades, sin embargo, esta práctica no incluye la protección contra incendios forestales. La destrucción de la vegetación producto de los incendios se ha constituido en un problema de alto impacto desde el punto de vista de los daños y efectos ocasionados por el fuego.

Estos incendios, además de eliminar la vegetación (nativa o exótica) que sustenta el agroecosistema, ocasiona graves daños al suelo (erosión principalmente) y a la fauna local, sin contar los efectos negativos al ambiente y a la salud de las personas. Un agroecosistema se diferencia de un sistema natural, al responder y reflejar presiones socioeconómicas.

En cuanto a sus bases científicas, la Agroecología conceptualmente es diferente a la de las ciencias agrícolas convencionales, es holística, en tanto que las ciencias convencionales son reduccionistas (Altieri, 1995).

Con la agricultura convencional, el hombre ha simplificado esencialmente la estructura del medio ambiente en vastas áreas, sustituyendo la diversidad del medio ambiente natural por un medio relativamente pequeño de plantas cultivadas y animales domesticados. Este proceso de simplificación alcanza su forma más extrema en los monocultivos. El objeto de esta simplificación es aumentar la proporción de energía solar fijada por las comunidades de vegetales que es directamente aprovechada por el hombre. El resultado neto es un ecosistema artificial que requiere una constante intervención humana para su operación. La reparación de almacigueras comerciales, la plantación y la siembra mecanizada, reemplazan a los mecanismos naturales de dispersión de semillas; los pesticidas químicos reemplazan a los controles naturales sobre las poblaciones de malezas, insectos y patógenos; y la manipulación genética reemplaza a los procesos naturales de evolución y selección de la planta. Hasta el ciclo descomponedor es alterado ya que las plantas son cosechadas y la fertilidad del suelo mantenida, no mediante reciclaje natural de las sustancias nutritivas, sino mediante la aplicación de fertilizantes. Aunque los sistemas agrícolas convencionales han demostrado ser capaces de alimentar a una población creciente, existen considerables pruebas de que el equilibrio ecológico en estos sistemas tan artificiales es muy frágil, ya que permite la proliferación rápida de patógenos sin restricciones.

Según Altieri (1995), para diseñar y establecer un Agroecosistema, se requiere de implementar pautas generales para generar sistemas equilibrados y bien adaptados, a través de cuatro fuentes principales de información “natural”, las que son:

- **Producción Primaria:** Depende de los factores climáticos y edáficos de cada área y se refiere a la capacidad natural de producción de biomasa.
- **Capacidad de Uso de la Tierra:** Referida a la clasificación internacional de uso de la tierra, que está dividida en 8 categorías. Según esta clasificación los suelos clase I y II tienen gran fertilidad natural, buena textura y permeabilidad, son profundos y resistentes a la erosión y aptos para todo tipo de cultivo. En la medida que aumenta las clases, estas son más restrictivas desde el punto de vista de la elección del cultivo.
- **Patrones Vegetacionales:** La vegetación de un ecosistema natural se puede usar como un modelo arquitectónico y botánico para diseñar y estructurar un agroecosistema que lo reemplace. El estudio de la productividad, la composición de especies, la eficiencia en el uso de los recursos, la resistencia a las plagas, etc., en las comunidades vegetales es importante para construir agroecosistemas que imiten la estructura y el funcionamiento de ecosistemas naturales sucesionales.
- **Conocimiento de las Prácticas Agrícolas Locales:** En la mayoría de las zonas rurales, los agricultores tradicionales (no modernos) han estado cultivando durante siglos, algunos han fracasado y otros han tenido éxitos al desarrollar sus propios sistemas de cultivos adaptados. Por ejemplo, en algunas granjas pequeñas del trópico, los agricultores han minimizado con éxito los riesgos y maximizado los rendimientos mediante cultivos intercalados, usando niveles bajos de tecnología y recursos. Investigaciones recientes sobre policultivos, indican que poseen muchas características superiores a los monocultivos. Por lo general, los policultivos son más productivos, utilizan con más eficiencia los recursos del suelo y la radiación fotosintética activa, resisten mejor a las plagas, fitopatógenos y malezas, además de producir alimentos más variados y nutritivos.

2.7.1. Algunos Sistemas de Agricultura Ecológica

a) Agricultura Tradicional

Alrededor del 60% de la tierra cultivada en el mundo se trabaja todavía con métodos tradicionales y de subsistencia (Ruthenberg, 1976). Este tipo de agricultura tiene la ventaja de siglos de evolución cultural y biológica, que la ha adaptado bien a las condiciones locales (Egger, 1981). De este modo los agricultores tradicionales han heredado y/o desarrollado sistemas agrícolas complejos, que les ha permitido satisfacer sus necesidades de subsistencia durante siglos, aún en condiciones ambientales adversas sin depender de la mecanización o de los pesticidas y fertilizantes químicos modernos (Altieri, 1995).

b) Sistemas Agrícolas de pequeña escala

Cultivo tradicional de arroz

Agricultura de roce, tumba y quema

Agricultura andina

Sistemas agrícolas tradicionales de Chile Mediterráneo

Sistemas modulares en las tierras bajas de Tabasco

c) Agricultura Orgánica

Según el informe del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1980), la Agricultura Orgánica es un sistema de producción que se apoya, hasta donde le es posible, en las rotaciones de cultivos, residuos de cultivos, abonos animales, leguminosas, abonos verdes, desechos orgánicos provenientes de afuera del predio, labranza mecánica, rocas minerales y aspectos de control biológico de plagas para mantener la productividad y fertilidad del suelo, y controlar los insectos, malezas y enfermedades. Los agricultores orgánicos evitan o restringen en gran medida los fertilizantes y pesticidas químicos sintéticos y los aditivos al forraje del ganado (Altieri, 1995).

2.7.2. Sistemas Alternativos de Producción

a) Sistema de policultivos

Los policultivos son un componente importante en la agricultura tradicional en muchos países en vías de desarrollo. Se definen como sistemas en los cuales dos ó más especies de plantas se plantan con suficiente proximidad espacial para dar como resultado una competencia inter-específica y/o complementación. Estas interacciones pueden tener efectos inhibidores o estimulantes en los rendimientos (Hart, 1974).

b) Sistemas Agroforestales

Agroforestería se refiere a sistemas y tecnologías de uso del suelo en los cuales las especies leñosas perennes (árboles, arbustos, palmas, etc.) se utilizan deliberadamente en el mismo sistema de manejo con cultivos agrícolas y/o producción animal, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal (ICRAF, 1982; Nair, 1993). En los sistemas agroforestales existen interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes. El propósito es lograr un sinergismo entre los componentes el cual conduce a mejoras netas en uno o más rango de características, tales como productividad y sostenibilidad, así como también diversos beneficios ambientales y no-comerciales. Como ciencia, es multidisciplinaria y a menudo involucra, o debe involucrar, la participación de campesinos o agricultores en la identificación, diseño y ejecución de las actividades de investigación.

Si bien son varias las definiciones de Agroforestería o de Sistemas Agroforestales, todas ellas propenden a un manejo integrado de todos los recursos productivos que existen en una unidad de terreno. Los sistemas agroforestales se orientan a permitir actividades productivas en condiciones de alta fragilidad, con recursos naturales degradados, mediante una gestión económica eficiente, alterando al mínimo la estabilidad ecológica, lo cual contribuye a alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción y, como consecuencia, mejorar el nivel de vida de la población rural (Altieri, 1995).

En consecuencia, persiguen objetivos tanto ecológicos como económicos y sociales. (Sayous, A.R. et al., 1977). La característica principal de los Sistemas Agroforestales es su capacidad de optimizar la producción del territorio (unidad predial) a través de una explotación diversificada, en la que los árboles cumplen un rol fundamental. Este rol se ve reflejado en que los árboles pueden proveer muchos productos tales como madera, alimento, forraje, leña, postes, materia orgánica, medicina, cosméticos, aceites y resinas entre otras. Altieri (1995), explica algunos modelos agroforestales:

Silvopastoreo: En este sistema se combinan árboles y/o arbustos, ganado y pradera en un mismo sitio. De los árboles se puede obtener madera para usos industriales y para usos domésticos (construcciones, leña, carbón, frutos, hojas y otros) y, además, protección y albergue para el ganado como también para el suelo y cursos de agua. El ganado generará un ingreso para el agricultor mientras crecen los árboles, de los cuales se podrán obtener carne, y otros productos como leche, lana y cueros, los que pueden ser destinados para venta o autoconsumo. Producto de la escasez de alimento para el ganado, en algunas zonas del norte de nuestro país, se pueden utilizar árboles o arbustos forrajeros como Acacia saligna, Atriplex, Tagasaste y otros.

Agrosilvicultura: En estos sistemas se combinan árboles y/o arbustos con cultivos agrícolas, en la misma unidad predial. En este caso se pueden asociar cultivos agrícolas en forma de callejones entre las hileras de árboles. Los espacios entre árboles para incluir cultivos, pueden variar (por ejemplo entre 6 a 21 metros) dependiendo de los tipos de árboles a usar (Alamo, Castaño, Encino, Cerezo, Nogal u otros) y los cultivos agrícolas (Maíz, Porotos, Trigo, Arvejas u otros).

Agrosilvopastoral: En este sistema se combinan árboles y/o arbustos con cultivos y ganado en forma simultánea o en forma secuencial. Este tipo de sistema puede ser usado por propietarios por necesidades de alimento, madera y energía, y por problemas de espacio o por la fragilidad de los suelos (erosión). Se puede combinar con el uso de cortinas cortaviento o cercos vivos.

Cortinas Cortavientos: Este tipo de sistema está diseñado para la protección de los cultivos agrícolas, ganado, infraestructura y de los recursos naturales, especialmente del suelo. Consiste en el establecimiento de una o más hileras de árboles, en forma perpendicular al viento, como una barrera para detener el viento o para reducir su intensidad. Otros beneficios de las cortinas es que pueden ser utilizadas como deslindes de predios, cercos y, con un adecuado manejo de los árboles, se pueden obtener productos maderables y/o madera para combustible.

Aplicaciones Especiales: Otros usos de la Agroforestería, es su aplicación en zonas de protección de riberas de ríos, esteros y lagos. En este caso se utilizan árboles, junto con arbustos y pastos, estableciéndolos en la ribera del curso de agua. Esta vegetación ayuda a reducir la erosión, atrapa contaminantes (herbicidas, fertilizantes, y otros) para evitar que lleguen a los cursos de agua, mejora el hábitat para la fauna y aumenta la biodiversidad. También se pueden utilizar para aislar vertederos, como también comunidades urbanas del ruido de carreteras e industrias y, para mejorar la belleza escénica.

c) Cultivos de cobertura

Estos sistemas consisten en la siembra de plantas herbáceas anuales o perennes, para cubrir durante parte del año el suelo cultivado. Las plantas pueden ser incorporadas al suelo por medio de la labranza, como un sistema de cobertura estacional, o pueden ser mantenidas durante un o varias estaciones (Altieri, 1995).

d) Cubiertas o Mulches vivos

El uso de leguminosas como cultivos de cobertura en sistemas y rotaciones de cultivos anuales, ofrece un gran potencial para una producción autosostenida de cultivos y para la autosuficiencia de nutrientes del suelo. Los cultivos de leguminosas usados como cubiertas asociadas a cultivos anuales, se denominan Cubiertas o Mulches Vivos (Altieri, 1995). La mayoría de las investigaciones sobre estos tipos de sistemas, ha sido llevada a cabo en maíz, poroto, soya y hortalizas (Miller y Bell, 1982)

e) Sistema de Labranza Mínima

La labranza mínima (denominada también labranza cero o labranza de conservación), es todo sistema de labranza que disminuye la pérdida del suelo y conserva su humedad. Para satisfacer este criterio, el sistema de labranza debe dejar sin incorporar los residuos de plantas, dejando así la superficie del suelo lo más áspera posible (Altieri, 1995).

2.7.3. Establecimiento de una Agricultura Autosostenida

A pesar de los incrementos indiscutibles en la productividad agrícola moderna, los procesos han degradado severamente el ambiente natural (erosión del suelo; contaminación con pesticidas, salinización, etc.), además de provocar problemas sociales y un uso excesivo de los recursos naturales. Así la agricultura moderna se ha convertido en una actividad compleja, en que las ganancias en el rendimiento de los cultivos, dependen del manejo intensivo y de la disponibilidad interrumpida de energía y recursos suplementarios, que son contaminantes en su producción y consumo. Por esto, se debería tender a la aplicación de técnicas agrícolas que sean eficientes en el uso de la energía, económicamente viable y socialmente aceptable.

De todas las complejidades que pudiera implicar el desarrollo y la adopción de la Agroecología, se destacan los problemas de tipo biológico-ecológicos y los de tipo sociales (créditos, tecnología, educación, apoyo político y acceso al servicio público) (Altieri, 1995). Es probable que estos últimos sean las barreras más fuertes contra cualquier transición desde sistemas de producción de altos requerimientos de capital/energía, hacia sistemas agrícolas con uso intensivo de mano de obra pero con bajo consumo de energía.

El cambio de una agricultura convencional hacia un agroecosistema, no consiste sólo en la modificación de las técnicas tradicionales de producción, sino que implica la creación de nuevos diseños agroecológicos, que integren el manejo con la base de recursos al nivel de granja, con las limitaciones ambientales existentes. La elección de los tipos de cultivo, rotaciones y otras variables de interés, tendrán que acomodarse a las circunstancias impuestas por las necesidades de conservación de energía, la calidad ambiental, la salud pública y un desarrollo socioeconómico equitativo.

2.7.4. La Agroecología en Ecosistemas Forestales

Cuando se habla de bosque, por lo general sólo se piensa en los árboles que componen la comunidad forestal. Sobre esta base se han hecho clasificaciones convencionales como los tipos forestales, que se basan en los árboles dominantes que están presentes en un área determinada y están referidas a los bienes maderables que puedan obtenerse. Por ejemplo tipo forestal Araucaria, tipo forestal Roble-Raulí-Coigue o tipo forestal Esclerófilo (Donoso, 1990).

Pero el bosque es mucho más que la presencia de árboles dominante, ya que implica todo un conjunto de interrelaciones entre esos árboles y otros organismos como hierbas o arbustos, o árboles intermedios o subdominantes, es más, comprende una asociación biológica (biocenosis⁵) entre plantas y animales, que además viven en un ambiente físico común. Esto se conoce comúnmente como comunidad o asociación forestal (biogeocenosis⁶) y más comúnmente como ecosistema, que en este caso particular es un ecosistema forestal (conjunto de organismos y factores físicos que interactúan dentro de límites definidos). Armesto *et al* (1996), señaló que estos límites pueden ser definidos de manera práctica a través de la cuenca hidrográfica⁷, en la que es posible estimar balances hidrológico e ingreso y egreso de elementos.

⁵ Relación existente entre dos seres biológicos

⁶ Relación entre los seres biológicos y su ambiente circundante

⁷ Corresponde a una unidad cerrada en donde las aguas confluyen hacia un punto en común

De acuerdo al diagnóstico realizado por Conaf al sector forestal chileno (Conaf, 2004), se indica que los ecosistemas forestales generan tanto bienes como servicios. Los bienes tienen que ver con productos maderables (madera pulpable, madera aserrada, postes, polines, etc.) y no maderables (extractos, aceites esenciales, miel, forraje, medicinas, entre otros). Los servicios se relacionan básicamente con protección de la biodiversidad, protección del recurso hídrico, protección del suelo, control de plagas y enfermedades, conservación de la belleza escénica, captura de carbono, ecoturismo y educación ambiental por mencionar los principales (servicios ambientales).

De esta manera, la vegetación asociada a los agroecosistemas, sea natural o artificial, forma parte del recurso forestal, dado que cuenta con los mismos atributos (bienes y servicios) descritos en los párrafos precedentes. Estos beneficios adquieren mayor valor cuando forman parte de otros sistemas, potenciando a su vez las sinergias y adquiriendo propiedades emergentes.

3. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

En la Comuna de Casablanca, la actividad silvoagropecuaria ha significado un aporte sustancial al desarrollo regional. En este ámbito se destaca el importante crecimiento del sector vitivinícola en los últimos años, así como también otras áreas relacionadas con los recursos naturales renovables, como es el aprovechamiento forestal. Paralelo a lo anterior, el ordenamiento y la gestión territorial se presentan como temas relevantes para la toma de decisiones a nivel comunal, procurando asignar a cada actividad el espacio de terreno correspondiente. Por otra parte, basta un pequeño recorrido por las áreas de agricultura tradicional de la comuna para constatar que las principales prácticas agronómicas relacionadas con la conservación corresponden a la Agricultura Orgánica y la Agroecología, sin embargo, ambas actividades están poco representadas territorialmente, limitándose a pequeñas experiencias derivadas de la voluntad de algunos propietarios privados.

A pesar de esto, las opiniones de los productores referidas a la importancia que posee el recurso forestal en los rendimientos y las productividades agrícolas son variadas, principalmente por lo dificultoso que resulta la valoración económica de los bienes y servicios generados por la utilización de este recurso. Por consiguiente, tampoco existe un consenso sobre la manera de protegerlo, permitiéndose elevadas tasas de explotación, que en algunos casos sobrepasa la capacidad de resiliencia o recuperación natural de ellos.

A un nivel de percepción territorial aún más detallada, es posible caracterizar las prácticas Agroecológicas a nivel predial, siempre utilizando los componentes de los ecosistemas forestales. Sin embargo, estos aspectos no contemplan la protección frente a la ocurrencia de eventos perturbadores del sistema natural, principalmente los daños y efectos producidos por los incendios forestales, que son recurrentes en la zona Mediterránea Costera de la Región de Valparaíso y que se verifican con un alto grado de severidad, sobre todo en períodos estivales.

En estos casos la vegetación que pertenece al Agroecosistema es destruida, imposibilitando la generación de servicios ecológicos, con el consiguiente perjuicio ambiental, económico y social que ello significa. Este hecho específico justifica la necesidad de estudiar y proponer un sistema de Silvicultura Preventiva alternativo al tradicional, que minimice los daños y efectos de los incendios forestales y que a su vez no provoque mayores impactos sobre la composición vegetacional del área.

4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Se plantea como hipótesis central, que la aplicación de adecuadas prácticas silvícolas a modo de acción preventiva en áreas rurales, contribuye a disminuir la susceptibilidad de la vegetación a la propagación de incendios forestales y a una disminución en la intensidad de los mismos.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General: Formular una propuesta de Silvicultura Preventiva para una Unidad Agroecológica en la Comuna de Casablanca Región de Valparaíso

5.2. Objetivos específicos:

- Estudiar la relación existente entre los incendios forestales ocurridos en la Región de Valparaíso y la conformación del medio ambiente natural y cultural (paisaje natural y artificial), para un período de 9 años (1997/1998 a 2005/2006).
- Evaluar el comportamiento del fuego de los incendios forestales ocurridos en la región, a través de la determinación de las velocidades de propagación correspondientes (m^2/min).
- Comparar las velocidades de propagación de dos grupos de incendios forestales homologados (las mismas condiciones ambientales y de tiempos de ataque inicial), en diferentes condiciones vegetacionales.
- Analizar los resultados y efectos de las intervenciones en la vegetación sobre el comportamiento y daños de los incendios forestales.
- Proponer un diseño de Silvicultura Preventiva para una Unidad Agroecológica, específicamente el Predio Santa Cecilia de Casablanca.

6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

6.1. Caracterización del Sistema Natural de la Comuna de Casablanca

Los antecedentes que a continuación se presentan, fueron extraídos en su mayoría del documento “Memoria Explicativa, Plan Regulador Comunal de Casablanca”, confeccionado en el año 1997 por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

6.1.1. Localización Espacial

La Comuna de Casablanca se localiza en la Región de Valparaíso y ocupa la parte meridional de ésta. Limita al Norte con las Comunas de Valparaíso y Quilpué, al Sur y Este con la Región Metropolitana y al Oeste con la Comuna de Algarrobo y con el Mar Chileno (figura 20). Sus coordenadas geográficas básicas son: 33° 15' sur y 71°30' oeste. Posee una superficie de 108.022 ha y una altitud promedio de 240 msnm.

6.1.2. Geología

Desde el punto de vista estructural, la comuna está dominada por una gran cuenca (Casablanca-Los Perales de Tapihue, Lo Orozco, Lo Ovalle) y otras menores (Lo Orrego, Lagunillas, El Rosario) que han sido rellenadas con material sedimentario de variada procedencia. La Cuenca de Casablanca es una depresión tectónica asimétrica, cuyo eje mayor se orienta de sureste a noroeste, con tres prolongaciones hacia el noreste. Aunque los bordes montañosos están muy erosionados y no conservan elementos estructurales originales, el conjunto mantiene las características de una fosa tectónica (PUCV, 1997).

6.1.3. Geomorfología

La comuna está integrada por la gran cuenca de Casablanca-Vinilla, con sus prolongaciones septentrionales en Los Perales de Tapihue, Lo Orozco y Lo Ovalle, y otras menores localizadas hacia el suroeste de la principal, en las planicies litorales: Lo Orrego, Lagunillas y El Rosario. Se identifican cumbres importantes en la divisoria oriental de la hoya, tales como los cerros Montenegro (978 m), Palmilla (1.116 m), La Bandera (1.083 m), Marcilla (1.114 m), El Peumo (1090 m). La cumbre más alta corresponde al cerro Mauco de Viñilla (1.421 m).

La Cuenca de Casablanca se prolonga hacia el nordeste y norte en algunas subcuencas: La Viñilla, Los Perales de Tapihue, Lo Orozco, Lo Ovalle, Pitama. Hacia el sur y suroeste se contacta, a través de pequeños umbrales topográficos, con tres subcuencas: Lo Orrego, Lagunillas, El Rosario (PUCV, 1997).

6.1.4. Clima

La Comuna de Casablanca se localiza en la región de los Climas Templados de Tendencia Semiárida, caracterizándose por la alternancia de inviernos cortos y relativamente lluviosos, con veranos largos que presentan sequías prolongadas, de 8 a 9 meses de duración (Santibáñez, 1990). La situación geográfica de la comuna, gran parte de ella al interior de una cuenca, determina características fuertemente continentalizadas debido a la altura y masividad que presenta el colinaje costero, provocando notables desequilibrios térmicos diarios y estacionales. Hacia la costa se encuentra la prolongación de las condiciones climáticas con influencia marítima directa.

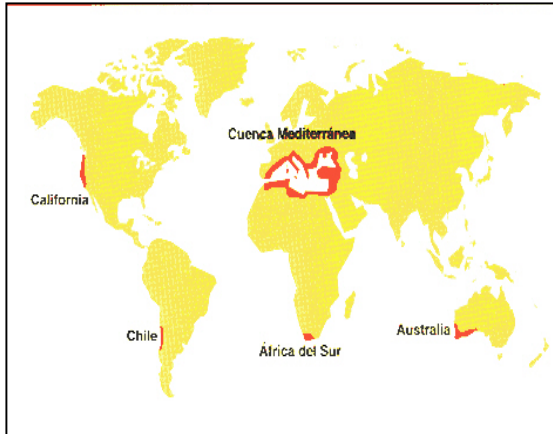


Figura 22: Los climas Mediterráneos en el mundo. Chile es parte de los cinco lugares a nivel mundial que cuentan con esta privilegiada situación

Esta condición climática de Casablanca única y privilegiada, se repite sólo en San Francisco (EEUU), Gibraltar y Costa Azul, en el Mediterráneo Europeo; Ciudad del

Cabo, en Sudáfrica; Perth y Adelaida en Australia del Sur y la costa noroccidental de Nueva Zelandia (Conaf, 2004).

En cuanto a las precipitaciones, la distribución anual muestra un predominio de éstas durante los meses invernales, Julio y Agosto, en donde se concentran entre el 60 a 70% de las lluvias de origen frontal. Por su parte los meses estivales presentan un déficit de éstas, situación que se prolonga entre Septiembre y Abril. Los totales anuales exhiben una notable variabilidad, desde valores cercanos a 700 mm/año hasta otros concentrados en torno a los 100 mm/año, con déficit marcados asociados a fuertes sequías, como la del año 1968. El promedio para una serie de 50 años alcanza a 320,6 mm/año.

6.1.5. Hidrografía

El sistema hidrográfico principal de la hoya es el Estero Casablanca con sus numerosos tributarios, de sur a norte: Los Sauces, Los Perales de Tapihue, Lo Ovalle, La Playa, Pitama, Motero, los cuales drenan subcuencas de diversa magnitud:

La red de drenaje de la hoya del Estero Casablanca es de tipo dendrítico, caracterizada por la ramificación irregular de los ríos tributarios en muchas direcciones y en cualquier ángulo. Las rocas graníticas sobre las cuales el estero ha profundizado su lecho presentan gran uniformidad en su textura, composición y comportamiento frente a los agentes erosivos.

6.1.6. Formaciones Superficiales y Suelos

Las laderas de los cerros están formadas por afloramientos de rocas graníticas con un horizonte de alteritas que presentan enriquecimiento de óxidos en la parte superior. La textura es arenosa y arcillosa, el color es pardo rojizo y posee escaso contenido orgánico.

Los suelos de fondo de valle habrían evolucionado en un ambiente más húmedo que el actual, son arcillosos, densos, de color gris oscuro a pardo claro, textura bastante fina por el contenido de abundante arena cuarcífera, estructura en bloques angulares en seco, plásticos y adhesivos cuando están húmedos. Son de permeabilidad lenta y espesor entre 50 y 140 cm. Su pH varía de 6,0 a 6,8, con deficiencia de nitrógeno, por lo que la fertilidad es media. Cuando predomina el contenido de arenas no son plásticos ni adhesivos. El espesor es otra cualidad fluctuante según los lugares, siendo más grueso en la parte central del valle, en las terrazas altas del estero y delgados hacia el contacto con la montaña. La distribución de los suelos en la cuenca según su capacidad de uso indica una predominancia del régimen de secano y de menor porcentaje sometido a riego (PUCV, 1997).

Cuadro 6
Distribución de superficies, por clases de Capacidad de Uso, para la Comuna de Casablanca

Clase	Superficie (ha)	Incidencia (%)
I	467,1	0,43
II	1.290,6	1,19
III	10.681,4	9,89
IV	12.467,6	11,54
V	83,7	0,08
VI	13.486,7	12,49
VII	68.798	63,69
VIII	747,2	0,69
Total	108.223	100

Fuente: I. Municipalidad de Casablanca

6.1.7. Vegetación y Fauna

La Comuna de Casablanca se encuentra localizada en la región biogeográfica del Matorral y del Bosque Esclerófilo, debido a que presenta en sus características morfológicas y climáticas, factores determinantes en esta categoría. Dentro de esta región de ambientes vegetacionales, es posible identificar además, una serie de subregiones, dentro de las cuales se identifican las siguientes (Gajardo, 1994):

Sub-Región del Matorral Estepario

Sub-Región del Matorral y del Bosque Espinoso

Sub-Región del Bosque Esclerófilo

La Comuna de Casablanca está inserta en la Sub-Región del Bosque Esclerófilo y se encuentra ligada directamente con el Bosque de tipo Esclerófilo, el cual presenta alteraciones significativas, mostrando la presencia de diferentes estados regenerativos. En la composición de este estrato vegetacional es posible identificar más de 17 formaciones y asociaciones vegetacionales, como por ejemplo:

- **Peumo - Molle:** Especies Representativas : Peumo, Boldo, Molle. Especies Acompañantes : Litre, Quillay. Especies Comunes : Colliguay Macho, Lilén, Quila, Corontillo, Rarán, Mitique, Parrilla Blanca, Mayú, Quilloiquilloi, Trebo.
- **Palma - Litre:** Especies Representativas: Palma Chilena, Litre. Especies Acompañantes: Colliguay, Quilo, Chagual, Huingán, Trebo, Quisco. Especies Comunes: Palhuén, Romerillo, Quila, Boldo, Mitique, Huañil, Quillay.
- **Litre - Boldo :**Especies Representativas : Litre, Boldo. Especies Acompañantes : Peumo, Coironcillo, Quillay, Oreganillo, Trebo. Especies Comunes : Lirio del Campo, Romerillo, Palqui, Corontillo, Mitique, Chagual, Pasto Fino.

- **Peumo - Chequén** : Especies Representativas : Peumo, Chequén. Especies Acompañantes : Palqui, Ñipa, Flor de la Culebra, Ortiga Brava, Maitén. Especies Comunes : Lirio del Campo, Barbón, Lengua de Gato, Core-core, Quilloiquilloi. Especies Ocasionales : Maqui, Lilén.
- **Boldo - Trevo** : Especies Representativas : Boldo, Trevo. Especies Acompañantes : Teatina, Romerillo, Yerba el Chanco, Litre, Trébol. Especies Comunes : Tembladera, Huasita, Salvia Macho, Ballica Italiana, Quilo, Coironcillo, Mitique.
- **Trevo - Colliguay** : Especies Representativas : Colliguay, Trevo. Especies Acompañantes : Litre. Especies Comunes : Romerillo, Pasto Largo, Cuerdecilla, Alfilerillo, Incienso, Lengua de Gato, Póquil, Chagual, Quisco.
- **Espino - Maitén** : Especies Representativas : Espino. Especies Acompañantes : Maitén, Huañil. Especies Comunes : Romerillo, Pasto Largo, Palqui, Hualputra, Quilo, Pasto Fino.

En relación con la fauna presente en la Comuna de Casablanca, las aves son las más numerosas, su hábitat común es el de los ambientes boscosos y arbustivos. Una recopilación parcial de antecedentes, entrega la siguiente lista de especies de aves y mamíferos: Pato Jergón Chico, Pato Real, Pato Gargantillo, Becacina Pintada, Torcaza, Pato Jergón Grande, Pato Colorado, Pimpollo, Blanquillo, Huala- Perdiz, Queltehue, Pitío, Bandurrilla, Loica, Chirigue, Diuca, Jilguero, Choroy, Codorniz, Tagua, Tagua Chica, Perdiz y Yeco, entre otros.

Entre los mamíferos y anfibios, se destacan: Ratoncito Oliváceo, Elefante Marino del Sur, Lobo Marino de un Pelo, Lauchón Orejudo, Cururo, Zorro Chilla, Sapo, Quique, Rana Chilena, Chingue, Guiña, Yaca, Zorro Culpeo y Vizcacha

6.2. Caracterización del Sistema Cultural de la Comuna de Casablanca

Los antecedentes que a continuación se presentan, fueron extraídos en su mayoría del documento “Memoria Explicativa, Plan Regulador Comunal de Casablanca”, confeccionado en el año 1997 por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

6.2.1. Características Socioeconómicas

La Comuna de Casablanca, posee una proporción de población pobre del orden del 48,3%, el doble de las restantes comunas del Gran Valparaíso . Sin embargo, esta proporción de población pobre es similar a las comunas con que limita en la Provincia de San Antonio (cuyos índices de pobreza abarcan un rango de 39% a 49% de población comunal pobre).

Debido a la reducida población, ocupa el último lugar entre las comunas del Gran Valparaíso, en cuanto a capital de los sectores servicio (0,12%), comercio (1,8%) y el penúltimo lugar en cuanto a capital del sector industrial (4,5%). Las actividades económicas corresponden apenas al 2,1% de las actividades económicas del Gran Valparaíso.

6.2.2. Características Demográficas

La población es un factor importante en el dinamismo en un territorio, en sus vías de comunicación, en su crecimiento y en el aporte a la actividad económica. De acuerdo al último censo de población y vivienda, la Comuna de Casablanca posee 21.874 habitantes, el 69,5% vive en las ciudades y el 30,55% lo hace en las áreas rurales.

Cuadro 7

Número de habitantes de la Comuna de Casablanca, por sexo y área. Censo 2002

División Político-Administrativa y Área Urbano-Rural	Sexo		
	Ambos sexos	Hombres	Mujeres
Casablanca	21.874	11.127	10.747
Urbana	15.209	7.537	7.672
Rural	6.665	3.590	3.075

Fuente: INE

La Comuna de Casablanca ha tenido un crecimiento progresivo y continuo de su población urbana. Así, en 1970 la población urbana correspondía a un 45,5%, es decir, aproximadamente 5.600 habitantes de un total de 12.307 de la población comunal total. Según el Censo de 1992, el 62,1% corresponde a población urbana dentro de la comuna. El censo del año 2002 confirmó esta tendencia (cuadro 7).

6.2.3. Actividades Económicas

Los antecedentes ponderados de producción según actividad económica en la Comuna de Casablanca, revelan la importancia que posee el sector económico primario y secundario. Estos sectores unidos, corresponden al 77,3% de la producción geográfica bruta de la Comuna, en cambio los sectores de servicios, más vinculados a las actividades urbanas representan la proporción restante.

La participación comunal en los sectores económicos, revela la importancia de Casablanca, tanto en Agricultura y Pesca como en Industria (US\$ 28.942) , con una participación de un 6% y un 9%, en el ámbito regional y provincial, respectivamente (cuadro 8).

Cuadro 8
Distribución en dólares del PGB según provincia, comuna y sector económico

Sector Económico	Región de Valparaíso	Provincia de Valparaíso	Casablanca
Agricultura y Pesca	68265	10893	4266
Minas y Canteras	113549	36335,7	0
Industria	374268	267109,7	24676
Electricidad Agua y Gas	30890	17995,7	374
Construcción	62176	41151,7	865
Comercio	119076	74668,7	1525
Turismo	18803	11789,5	18
Transporte	185947	124948	2551
Servicios Financieros	45802	36417	744
Serv. Sociales y Cmtarios.	198406	139837	2905
Total	1217182	761143	37924

MOP. 1991.

A continuación se explican algunas de las principales actividades económicas comunales

a) Actividad Agrícola

El factor más restrictivo y limitante para el desarrollo de este sector económico, es la disponibilidad del recurso agua. La escasez de este vital elemento le otorga a la Comuna de Casablanca un carácter de seco, lo que determina mayoritariamente los productos agrícolas que se cultivan en este sector. Sin embargo, actualmente, las nuevas tecnologías de riego tecnificado, han permitido maximizar el uso de este elemento y agregar nuevos terrenos a la producción agrícola. Los principales cultivos son: cereales, fruticultura, vitivinicultura, chacarería y horticultura.

La Comuna de Casablanca posee un total de 108.022 ha físicas, con un mayor porcentaje de tierras no arables con un 76,95 %, mientras que las tierras arables corresponden sólo al 23,05 %. Con respecto a los suelos arables, se aprecia que la mayor proporción corresponde a las clases III y IV, juntos suman un porcentaje de alrededor del 20% de la superficie total de la comuna. Los mejores suelos para la actividad agrícola, clase I y II ocupan solo un 1,5% de la superficie total. Con relación a los suelos no arables, los de la clase VII poseen el mayor porcentaje con un 63,69 %.

b) Actividad Ganadera

La actividad ganadera es de gran importancia en Casablanca, gracias al aprovechamiento que se realiza de la gran superficie destinada a las praderas artificiales y a las empastadas naturales. Esta actividad, principalmente, es de dos tipos: bovina y ovina.

En la producción de ganado bovino el rubro más importante es la lechería. Se comercializan hacia Santiago un total de 68.000 litros de leche diarios, de los cuales 47.000 lts son comercializados por la Cooperativa Agrícola y Lechera de Casablanca y los otros 21.000 lts por productores particulares.

Otro rubro desarrollado bastante, dentro de la actividad ganadera, durante los últimos años, es la avícola. En la comuna se ha instalado un importante número de planteles avícolas dedicados a la crianza y comercialización de pollos. Entre los existentes en la comuna, destaca la instalada por SOPRAVAL en el Fundo la Vega, en el sector de La Palma, distrito de Los Maitenes-Lagunillas.

c) Pesca

La actividad pesquera en la comuna de Casablanca, se concentra en el litoral, específicamente en la localidad de Quintay y, en menor grado, en Tunquén.

Quintay, es una caleta de pescadores que hasta 1965, constituyó el soporte del faenamiento industrial de la ballena, a través de la empresa INDUS con sede en Valparaíso. Actualmente, además de las capturas de peces y otras especies, cuya finalidad es el consumo especialmente local, constituye también el entorno socioespacial del proyecto turístico - inmobiliario Santa Augusta.

La actividad permanente, desde el punto de vista económico, es la pesca de tipo artesanal.

d) Silvicultura

El recurso forestal está representado por el bosque nativo, las plantaciones artificiales, los suelos de aptitud forestal y las áreas silvestres protegidas. Los principales problemas que afectan los recursos forestales son la explotación irracional, el mal manejo, la erosión y los incendios.

La superficie de plantación forestal y bosque nativo en Casablanca corresponde a 431,55 Km², es decir, un 45,3% de la superficie comunal y equivale al 43,2% de la superficie de plantación forestal y bosque nativo del Gran Valparaíso. Comparativamente con las comunas de la Provincia de San Antonio, la superficie del recurso forestal en Casablanca es 1,5 veces mayor.

Casablanca se localiza en el límite norte del área agroclimática que posibilita la explotación comercial de plantaciones de árboles introducidos de mayor demanda mundial, el *Pinus radiata* y el *Eucalyptus globulus*. El secano costero es especialmente apto para la plantación forestal, es por ello que se prolonga su explotación hacia la Provincia de San Antonio y el sur del país.

Cuadro 9
Superficies Forestales de la Provincia de Valparaíso, por comunas (ha)

Región; Provincia; Comuna	Bosques no Explotados	Bosques y Plantaciones Explotadas	Total	Plantaciones Forestales	Bosque Nativo
Región de Valparaíso	106989.5	47444.7	154434. 2	23939.8	130494.4
Provincia de Valparaíso	40485.9	21949.2	62435.1	12353.8	50081.3
Valparaíso	5326.8	11696.5	17023.3	6528.5	10494.8
Casablanca	11855.7	6149.4	18005.1	3972.7	14.032.4
Viña del Mar	3002.3	1396.5	4398.8	1118.3	3280.5
Quilpué	16258.3	1302.4	17560.7	191.7	17369.0
Puchuncaví	2055.7	742.7	2798.4	164.9	2633.5
Villa Alemana	734.5	387.1	1121.6	105.2	1016.4
Quintero	1252.6	274.6	1527.2	272.5	1254.7

Fuente: CONAF. 1990.

La comuna de Casablanca representa el 11,7% de la superficie de recursos forestales de la Región de Valparaíso y el 16,6% de la superficie de plantaciones forestales, propiamente tal. En comparación con la Provincia de Valparaíso, la comuna de Casablanca posee el 60,6% de la superficie total de plantaciones forestales, ratificando la potencialidad silvícola de la economía comunal, sobretudo en el sector costero (Quintay y Tunquén).

Los productos forestales principales están representados por la madera aserrada, postes, maderas impregnadas, astillas, tableros y chapas. El principal riesgo para los recursos forestales de Casablanca son los incendios forestales, a pesar que los niveles de ocurrencia en la comuna no son significativamente altos (3% del total regional), el daño producido por esos incendios, significa un 16,3% de la superficie total afectada en la región.

e) Minería

Actualmente, la actividad minera en la Comuna está representada por la explotación de Oro, Plata, Cobre, Plomo y óxidos, en la minería metálica, y Baritina, como producto no metálico. En 1988 existían 1150 ha en concesión de pertenencias mineras y la no despreciable suma de 75 pertenencias solicitadas por oro y otras pastas metálicas.

f) Actividad Industrial

Considerando comparativamente los ingresos de las industrias, se destaca la Comuna de Casablanca en el tercer lugar a escala provincial (con el 9.2% de participación) y regional (un 7.9% de participación) en el año 1991, luego de Puchuncaví y Viña del Mar.

Las industrias catastradas en la Comuna, corresponden principalmente a los rubros tabaco, alimentos y bebidas, derivados de la leche, panaderías y productos químicos. Destacándose la gran industria, con más del 85% del capital industrial de la comuna, la mayoría localizada en el Área de Estudio.

6.2.4. Vivienda

Las proyecciones para los próximos 30 años en demanda por viviendas indican que serán de 66,44 viviendas anuales aproximadamente, con una tasa de crecimiento poblacional de 1,019,% urbano y 0,995 % rural. Por lo tanto, la demanda de suelo urbanizado será de 47,2 ha.

6.2.5. Desarrollo Redes Estructurantes

Los principales impactos territoriales que experimentó la comuna a comienzos del siglo XX, fueron el inicio de la construcción, por parte del Estado, de los grandes embalses al oriente de Casablanca y la construcción (rectificado y acondicionamiento) de la carretera de Valparaíso a Santiago.

En la segunda mitad del siglo XX, se verificaron intensas inversiones en obras públicas, que favoreció las comunicaciones interregionales, desfavoreciendo el desarrollo de las aglomeraciones comunales (entidades pobladas), y constituyéndose la comuna en un espacio corredor. Ésto se reflejó en que los continuos rectificandos de la antigua carretera de 1930, y la construcción del túnel de Zapata (1943) , terminaron por apartar la ciudad de Casablanca y las localidades ribereñas de La Playa, Lo Vásquez, Paso Hondo, La Viñilla (PUCV, 1997).

En este período también se habilitó una serie de caminos locales y secundarios, como el de Casablanca a Algarrobo, el camino de Lagunillas, al camino de Lagunillas a Lo Abarca, el camino La Playa y el camino Peñuelas-Quintay, entre otros (PUCV, 1997).

6.3. Predio Agroecológico Santa Cecilia

Este predio, inscrito en el Conservador de Bienes Raíces como “*Hijuela B, Fundo La Viña de Orozco*”, se encuentra ubicado en la Comuna de Casablanca, Región de Valparaíso. Su propietario es *Agrícola e Inversiones Santa Cecilia Ltda.* Su Rol de Avalúo es 177-116.

De acuerdo a mediciones derivadas del presente estudio, la superficie predial es de 146,01 ha. Este predio está situado en la sección este del valle Lo Orozco, correspondiente a una formación geográfica alargada, cuyo elemento hidrográfico central es el estero Lo Orozco, complementado con numerosos tranques artificiales, que permiten sustentar la actividad agrícola del sector. El acceso predio Santa Cecilia está georeferenciado por las coordenadas UTM 6.325,1 km norte y 279,6 km este. La vía de acceso principal es el denominado camino Lo Orozco, internándose por éste hacia la ciudad de Villa Alemana aproximadamente 12,5 km (Meza, 1999).

Su geomorfología e hidrografía se componen de una quebrada principal y una serie de microcuencas secundarias, las cuales están rodeadas de un sistema de lomajes suaves a medianamente suaves. De acuerdo a la clasificación de clase de uso de suelos, el predio posee mayoritariamente suelos de clase VII, que corresponden a categoría de aptitud preferentemente forestal, encontrándose una proporción menor de suelos clase II (agrícola), en la cual está establecido el cultivo de manzanas. En general, los suelos del predio son derivados de rocas graníticas, con textura franco arcillosa arenosa en superficie y más arcillosa en profundidad. Los materiales se encuentran bien estructurados en los primeros 50 cm y en profundidad no poseen estructura (Meza, 1999).

De acuerdo a lo investigado, el valle de Lo Orozco, ha sufrido la ocurrencia de un sinnúmero de incendios forestales, particularmente en el predio Santa Cecilia, se pudo constatar vestigios de 2 incendio antiguos y uno reciente (año 2005), que dañó aproximadamente 92 ha (63% de la superficie total predial)

Respecto a los componentes físicos del paisaje, se aprecia un claro predominio de la vegetación natural en casi la totalidad de la superficie del predio. Se identificó un área de cultivo de manzanos, un sector de viviendas y un tranque pequeño de abastecimiento para riego.

Con respecto a los elementos florísticos del paisaje vegetal, en gran parte de su territorio alberga una relativamente buena representatividad de la Región del Matorral y del Bosque Esclerófilo, Subregión del Bosque Esclerófilo, formación vegetal Bosque Esclerófilo Costero (Gajardo,1994).

A medida que se va internando en las quebradas interiores del predio, se pudo visualizar, las siguientes especies de flora:

Cuadro 10
Listado Florístico de especies presentes en el Predio Agroecológico Santa Cecilia.
Comuna de Casablanca

Familia	Especie		Forma de vida	Estado de conservación
	Nombre científico	Nombre vulgar		
Mimosaceae	<i>Acacia caven</i>	Espino	Fanerófito	
Fabaceae	<i>Adesmia loudonia</i>	Adesmia		
Adiantaceae	<i>Adiantum sp.</i>	Palito negro	Geófito	
Scrophulariaceae	<i>Alonsoa meridionalis</i>	Ajicillo		
Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria sp.</i> ⁶	Altromeria	Geófito	Fuera de Peligro
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia chilensis</i>	Oreja de zorro		
Elaeocarpaceae	<i>Aristolochia chilensis</i>	Maqui	Macrofanerófito	
Flacourtiaceae	<i>Azara sp.</i>	Lilén	Macrofanerófito	
Asteraceae	<i>Baccharis concava</i>	Vautro	Nanofanerófito	
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Chilca	Nanofanerófito	
Blechnaceae	<i>Blechnum sp.</i>		Hemicriptófito	
Scrophulariaceae	<i>Calceolaria sp.</i>	Capachito	Nanofanerófito	
Orchidaceae	<i>Chloraea crysantha</i>	Lengua de Loro	Geófito	
Poaceae	<i>Chusquea cumingii</i>	Colihue		
Euphorbiaceae	<i>Colliguaja odorifera</i>	Colliguay		
Lauraceae	<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo	Macrofanerófito ⁷	
Cuscutaceae ⁸	<i>Cuscuta chilensis</i>	Cabello de ángel		
Winteraceae	<i>Drimys winteri</i>	Canelo	Macrofanerófito	
Papaveraceae	<i>Eschscholzia californica</i> ⁹	Dedal de oro		

⁶ En etapa vegetativa, no presenta flores aún a la fecha. Por la ubicación geográfica en que se encuentran estos primores vegetativos, debería ser *A. ligtu spp. simsii*.

⁷ *Fanerófito*: conjunto de formas vegetales en que las yemas de reemplazo se elevan en el aire a más de 25 cm del suelo. Hay *fanerófitas herbáceas*, *fanerófitas leñosas* según su máximo crecimiento, como *macrofanerófitas* (30 – 8 m), *microfanerófitas* (8 – 2 m) y *nanofanerófitas*, éstas últimas de menos de 2 m de altura.

⁸ Según Catálogo de la Flora Vascular de Chile, de Marticorena C y M. Quezada. En: Gayana Botánica, Vol. 42, N°s 1 y 2; sin embargo en Flora de la Reserva Nacional Río Clarillo, Guía de Identificación de Especies, de Sebastián Tellier et al., está bajo la Familia Convolvulaceae.

Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> ¹⁰	Eucalipto	Macrofanerófita	
Asteraceae	<i>Flourensia thurifera</i>	Maravilla del campo	Nanofanerófita	
Alliaceae	<i>Leucocoryne ixioides</i>	Huilli	Geófita	Vulnerable ¹¹
Anacardiaceae	<i>Lithrea caustica</i>	Litre	Macrofanerófita	
Loasaceae	<i>Loasa tricolor</i>	Ortiga caballuna		
Loasaceae	<i>Loasa triloba</i>	Ortiga caballuna		
Campanulaceae	<i>Lobelia sp.</i>	Tupa	Nanofanerófita	
Asteraceae	<i>Mutisia sp.</i>	Clavel del campo		
Cactaceae	<i>Neoperteria sp.</i>	Cacto rojo		
Fabaceae	<i>Otholobium glandulosum</i>	Culén		
Hemerocallidaceae	<i>Pasithea caerulea</i>	Azulillo		
Monimiaceae	<i>Peumus boldus</i>	Boldo	Macrofanerófita	
Asteraceae	<i>Podanthus mitiqui</i>	Mitique		
Bromeliaceae	<i>Puya berteroniana</i>	Chagual		Vulnerable ¹²
Rosaceae	<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay	Macrofanerófita	
Rhamnaceae	<i>Retanilla trinervia</i>	Tevo		
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i> ¹³	Zarzamora	Hemocriptófita	
Solanaceae	<i>Salpiglossis sinuata</i>	Panza de burro		
Lamiaceae	<i>Satureja gilliesii</i>	Oreganillo		
Anacardiaceae	<i>Schinus latifolius</i>	Molle	Macrofanerófita	
Solanaceae	<i>Schizanthus hookeri</i>	Mariposita		
Iridaceae	<i>Sisyrinchium striatum</i>	Huilmo		
Fabaceae	<i>Sophora macrocarpa</i>	Mayu		
Caryophyllaceae	<i>Stellaria chilensis</i>	Quilloy-quilloy		
Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum tricolor</i>	Soldadito	Hierba trepadora	
Scrophulariaceae	<i>Verbascum virgatum</i> ¹⁴	Mitrún	Hemocriptófita	

⁹ Introducida

¹⁰ Introducida

¹¹ Según propuesta de Adriana Hoffmann "Sinopsis taxonómica de las geófitas monocotiledóneas chilenas y su estado de conservación", en Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile, Benoit I., 1989.

¹² Según artículo "El estado de conservación de las plantas suculentas chilenas: una evaluación preliminar" de Adriana Hoffmann & Ana Flores, Fundación Claudio Gay, Santiago. En: Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile, Benoit I., 1989.

¹³ Introducida

¹⁴ Introducida

7. MÉTODO

Respecto a la toma de antecedentes, el trabajo desarrollado consideró dos líneas acción. Por una parte, se recopiló y analizó información de tipo bibliográfica, estadística y cartográfica, lo que posibilitó el proceso de comprobación de la hipótesis de trabajo. Por otro lado, se efectuaron diversas visitas a terreno con el propósito de recabar antecedentes sobre las características ambientales, florísticas y agroecológicas del Predio Santa Cecilia de Casablanca, que permitieron posteriormente elaborar la propuesta de diseño de Silvicultura Preventiva.

7.1. Recopilación de Información Bibliográfica, Estadística y Cartográfica para la comprobación de la Hipótesis de Investigación

Para la comprobación de la hipótesis de investigación: *“la aplicación de adecuadas prácticas silvícolas a modo de acción preventiva en áreas rurales, contribuye a disminuir la susceptibilidad de la vegetación a la propagación de incendios, y a una disminución en la intensidad de los mismos”*, se aplicó un procedimiento estadístico no experimental, empleando para tales efectos la base de datos de registro de incendios forestales de CONAF-Región de Valparaíso.

La señalada base de datos individualiza a cada incendio forestal con un número correlativo y registra todos los antecedentes que lo caracterizan, incluyendo su ubicación geográfica y sus coordenadas UTM, así como también la celdilla involucrada del Sistema GEOREF. Este último sistema es usado por la CONAF para almacenar la información espacialmente en unidades homogéneas (celdas) de 400 ha, las que a su vez se subdividen en celdillas de 100 ha (figura 24).

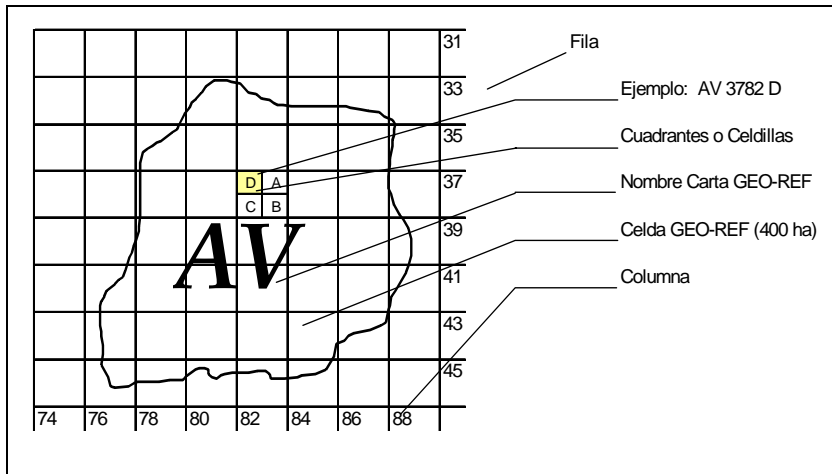


Figura 24: Sistema GEOREF, Utilizado por la Corporación Nacional Forestal

Sobre la base cartográfica recién descrita, se consideraron los antecedentes de los incendios forestales ocurridos entre los años 1988 y 2006, inclusive, lo que significó un total de 21.505 eventos registrados.

Por último, se revisaron publicaciones especializadas respecto al tema, con el propósito de validar el marco teórico definido y, también, establecer la adecuada referencia para el análisis y discusión de los resultados.

7.2. Análisis y Selección de Incendios Forestales para el Procedimiento de Comprobación de la Hipótesis de Investigación

7.2.1. Depuración de la Base de Datos

Además de la ubicación geográfica para cada incendio forestal, el *Sistema Estadístico de CONAF* contiene diversos antecedentes, entre los cuales cabe destacar: *Fecha y Hora de Inicio; Tiempo de Ataque Inicial; Superficie al Ataque Inicial; Tipo de combustible Afectado, Superficie Total; Condiciones Topográficas; Condiciones Atmosféricas* al inicio y transcurso del siniestro.

Como primer paso, se procedió a eliminar aquellos registros con antecedentes incompletos, quedando la base de datos compuesta por 5.527 archivos de incendios forestales (período 1998-2006).

7.2.2. Análisis Espacial

El análisis espacial consistió en localizar los incendios forestales de la base de datos ya depurada, en las respectivas áreas de influencia de las seis estaciones meteorológicas, definidas por Correa (1998), para la Zona Costera Central de la Región de Valparaíso (Figuras 25 y 26). Este autor determinó que los datos meteorológicos registrados por cada estación, son válidos y representativos sólo para el área de cobertura correspondiente.

El análisis espacial se realizó utilizando un SIG (Arcview 3.0), lo que permitió localizar geográficamente cada incendio forestal en su respectiva área de cobertura meteorológica.

A continuación se eligieron las mejores estaciones meteorológicas para realizar el análisis estadístico. De las seis identificadas, sólo dos estaciones tenían datos meteorológicos en la ficha de registro de incendios forestales de CONAF, por lo que se procedió a excluir el resto de las estaciones, dado que no presentaron registros en la correspondiente ficha.

7.2.3. Homologación de Incendios

Luego del procedimiento anterior, la base de datos quedó conformada por 625 registros, con los cuales comenzó el trabajo de homologación de los incendios bajo los siguientes criterios:

- a) **Incendios con el mismo tiempo de ataque inicial:** Para este caso, se seleccionaron incendios cuyo tiempo de ataque inicial fue entre 10 y 25 minutos. El ataque inicial se refiere a la primera acción de combate sobre el fuego. Este tiempo fue determinado basándose en un estudio realizado por Atienza y Pizarro (2000), donde estos autores establecieron que sobre este rango de tiempo, el fuego produce efectos colaterales significativos, propios de su comportamiento (cambios en la dirección y velocidad del viento local, aumento de la temperatura del aire circundante, desecación prematura y violenta de la vegetación aledaña al fuego).

- b) **Incendios producidos con el mismo Rango de Grado de Peligro del Índice de Riesgo utilizado por CONAF:** Se acostumbra definir al **Grado de Peligro** como "la combinación de factores fijos y variables que determinan la probabilidad de ocurrencia, el comportamiento del fuego en los momentos iniciales del incendio, el potencial de propagación, el esfuerzo de control y, los daños que presumiblemente se pueden originar" (Julio, 1995).

Los factores fijos (estáticos o estructurales) son todos aquellos que no experimentan una variación significativa en el transcurso de una temporada. Los principales son la topografía, las propiedades físicas de los modelos de combustibles y el riesgo que representan los centros poblados.

Por su parte, los factores variables (dinámicos o coyunturales), son los que varían una manera apreciable en el transcurso de una temporada, incluso en un día o desde un momento a otro. Esencialmente están representados por la condición de la vegetación, los agentes de riesgo variables (comportamiento humano) y los factores meteorológicos. El siguiente cuadro muestra los rangos de grado de peligro, de acuerdo a la escala de Índice de Riesgo.

Cuadro 11
Valores establecidos para la determinación de Categorías de Índice de Riesgo

Valor Índice	Categoría				
	Nulo	Bajo	Medio	Alto	Extremo
	0-30	31-50	51-65	66-80	81-100

Fuente: Julio, 1990

De acuerdo a esto, se eligieron todos los incendios con Índice de Riesgo MEDIO, dado que este valor representa las condiciones ambientales más frecuentes con que se producen los incendios forestales. Además en este rango, se registró la mayor cantidad de estos siniestros.

c) Incendios con Combustible Similar: Desde el punto de vista del control de incendios forestales, la vegetación constituye un factor de gran importancia, dado que existe la posibilidad de intervenirla silviculturalmente como apoyo a la prevención y el combate. En cambio, para los otros factores del comportamiento (topografía y estado atmosférico) las acciones del hombre son prácticamente nulas. Los combustibles forestales se pueden describir de acuerdo a sus características, que son: Propiedades Físicas, Calidad, Condición de la Vegetación y Resistencia al Control. Para este caso se eligieron incendios que afectaron sólo a asociaciones de pastizales y matorrales, vale decir, combustibles de carácter liviano.

d) Incendios registrados con iguales condiciones Topográficas: Las condiciones ambientales en que se desarrollan los incendios forestales vienen dadas por la **Exposición**, o posición de las laderas de las montañas con respecto a la radiación solar, que tiene un efecto importante en el desarrollo de la vegetación y en la condición de humedad de los materiales combustibles, y la **Pendiente**, que corresponde al factor topográfico de mayor importancia en el comportamiento. Se caracteriza esta última por la influencia que ejerce en el desarrollo de la columna de convección y, por el hecho que, mientras más inclinadas se presenten las laderas, mayores serán las velocidades de propagación de los incendios que ascienden por ellas. En este caso se seleccionaron incendios con topografía abrupta, con lo que se consiguió un mayor volumen de datos. La escala utilizada por CONAF para calificar a la topografía, es la siguiente: Suave (0% a 15%); Irregular (16% a 50%) y Abrupta (51% y más).

e) Rangos de Velocidades de Propagación de los Incendios Forestales:

Finalizado el proceso anterior (puntos a al d), la base de datos quedó constituida por 56 incendios, cada uno de ellos registrado bajo las condiciones de similitud antes descritas. En cada uno de los casos, se procedió posteriormente a determinar la velocidad de propagación en superficie, antes del ataque inicial. Para esto, se utilizaron dos variables: El Tiempo de Ataque Inicial (minutos), y la Superficie al Ataque Inicial (m^2). Con estos datos, se determinó la propagación del incendio por unidad de tiempo (m^2/min). Si se toma como ejemplo un incendio forestal que comenzó a las 13:00 hrs., cuyo ataque inicial fue efectuado a las 13:15 hrs., con una superficie de $1.500 m^2$, la velocidad de propagación en superficie antes del ataque inicial, será de $100 m^2/min$.

La velocidad de propagación en superficie se consideró como estimador del comportamiento del fuego y se calculó con el propósito comparar dos grupos de incendios, con y sin intervenciones silviculturales. La conformación de dichos grupos, así como también el método de comparación, se explican a continuación.

7.2.4. Creación y Análisis de Grupos de Comparación

Luego de concluido el proceso de homologación y con el fin de facilitar el procedimiento de comparación de las velocidades de propagación, cada incendio forestal se localizó geográficamente, en una de las dos siguientes categorías:

- a) Dentro del perímetro urbano, específicamente en las áreas donde las viviendas están cercanas a la vegetación, existen evidencias claras de la aplicación de medidas de silvicultura preventiva, a través de la construcción de cortafuegos perimetrales y la limpieza de pastizales (Figuras 27 y 28). Se debe considerar además, que la propia actividad humana modifica indirectamente la estructura vegetal del sector; por ejemplo, los senderos de tránsito, los caminos y las vías de comunicación, interrumpen la continuidad del combustible forestal e impiden, por lo tanto, la propagación del fuego, actuando como elementos de carácter preventivo. Por estas razones, todos los incendios registrados dentro de la zona urbana, fueron identificados como *“Incendios con Silvicultura Preventiva”*



Figuras 27: Como se puede apreciar, las acciones de reducción de combustibles son efectivas para evitar el daño por incendios forestales.



Figura 28: Nótese que el fuego se detuvo evitando que las viviendas de material ligero se quemaran.

- b) En contraposición, en los lugares alejados del perímetro urbano no se constató evidencias de acciones de silvicultura preventiva. Por lo tanto, todos aquellos incendios que sucedieron en esas zonas se calificaron como *“Incendios sin Silvicultura Preventiva”*



Figura 29: Se puede observar claramente la discontinuidad de la vegetación en el borde de las ciudades.



Figura 30: En zonas rurales, alejadas de la influencia de las ciudades, la vegetación se presenta con mayor grado de continuidad, lo que facilita la propagación del fuego y dificulta las labores de combate del fuego.

A estos dos grupos de incendios, se les comparó la velocidad de propagación, a través de una prueba estadística.

Las siguientes figuras muestran la efectividad de algunos métodos de silvicultura preventiva y de barreras artificiales que no fueron construidas para esos fines, pero de todas maneras contribuye a detener en avance del fuego.



Figura 31: Se puede observar que la infraestructura caminera, sirve como barrera artificial que impide la propagación del fuego.

Figura 32: Los caminos secundarios, además de detener el avance del fuego, facilita las labores de combate, ofreciendo facilidad de acceso hacia los lugares afectados.





Figura 33: Vista Parcial de un cortafuego en una plantación de Eucalipto. Se puede observar que el fuego se detuvo por completo al llegar a esta estructura.



Figura 34: Las acciones de silvicultura preventiva, además de modificar el comportamiento del fuego, deteniendo el avance de las llamas, permiten un desplazamiento seguro de las fuerzas de combate terrestre.

Son frecuentes los cortafuegos al interior de la plantaciones de eucalipto. Además de detener la propagación del fuego, facilitan las labores de combate y vigilancia.

7.3. Análisis del Paisaje en el Ámbito Predial

Para esta fase se utilizaron las cartas topográficas IGM, escala 1:50.000 y 1:25.000, para obtener información de tipo general, como ubicación de la Comuna de Casablanca y referencia del predio Agroecológico Santa Cecilia, A nivel predial, se trabajó con fotos aéreas escala 1:10.000, derivadas de fotografía SAF 1994 N° 024179 (escala 1:20.000), un Plan de Manejo y un plano de los límites de la propiedad.

Inicialmente, se identificaron los diferentes elementos del paisaje predial y que fueron agrupados como unidades homogéneas. Al respecto se destaca las áreas residenciales, áreas de cultivos, vegetación nativa densa, menos densa y liviana. Incluyó también un catastro vegetacional, realizado a través de un transecto lineal de Este a Oeste (figura 35).

Este análisis del paisaje permitió luego realizar una determinación de prioridades de protección, efectuada de acuerdo a un método propuesto por Julio (1992), que se basa en la asignación de puntajes normalizados a unidades homogéneas de terreno, con el propósito de compararlas y establecer un relación entre ellas. Inicialmente se cuadrículó el terreno en 679 celdas de 0,25 ha cada una, tal como lo muestra la figura 35.

7.3.1. Identificación y Ponderación de las Variables para la determinación de Prioridades de Protección

La determinación de Prioridades de Protección es un procedimiento que normalmente pueden ser utilizado tanto a nivel regional como en ámbitos prediales. Tiene por objetivo establecer diferentes niveles de necesidades de protección respecto a un área geográfica determinada. Con esto es posible focalizar y maximizar los recursos de combate y las acciones preventivas.

Para llevar a cabo este método, es necesario identificar y ponderar ciertas variables, que para el caso de estudio (predio Santa Cecilia), fueron las siguientes:

a) Análisis de Riesgo (30%)

- Ocurrencia Histórica (5%)
- Densidad Poblacional (10%)
- Faenas Agrícolas (15%)

b) Análisis de Peligro (40%)

- Potencial de Propagación (20%)
- Resistencia al Control (10%)
- Pendiente (10%)

c) Análisis de Daño Potencial (30%)

- Importancia del Recurso (30%)

7.3.2. Cálculo de Puntajes Normalizados

a) Análisis de Riesgo

Ocurrencia Histórica

A esta variable se le asignó un 5% de importancia, dado que sólo se han registrado dos incendios dentro del predio. Estos antecedentes permitieron elaborar la tabla de puntajes normalizados para la ocurrencia histórica (cuadro 12).

Cuadro 12

Puntajes Normalizados para la Ocurrencia Histórica

<i>Cantidad de Incendios Registrados</i>	<i>Puntaje Normalizado</i>
0 incendios por celda	0
1 incendio por celda	1

Densidad Poblacional

Por tratarse de un análisis predial, la densidad poblacional se encuentra poco representada, solamente se identificaron dos áreas residenciales. Mientras más cercano se esté de estas áreas, el riesgo de incendios forestales será mayor, por lo que la asignación de puntajes se realizó como sigue:

Cuadro 13

Puntajes Normalizados para la Densidad Poblacional

<i>Áreas Residenciales</i>	<i>Puntaje Normalizado</i>
Celdas con áreas residenciales	10
Celdas adyacentes a áreas residenciales	5
Sin Áreas Residenciales	0

Faenas Agrícolas

Tradicionalmente, las faenas agrícolas constituyen una fuente de riesgo, dado que esta actividad implica el desplazamiento de personas y maquinarias, con la consiguiente posibilidad de que se genere un incendio forestal. La tabla de puntajes normalizados para las faenas agrícolas quedó como sigue:

Cuadro 14
Puntajes Normalizados para las Faenas Agrícolas

Faenas Agrícolas	Puntaje Normalizado
Áreas Agrícolas	10
Celdas adyacentes a Áreas Agrícolas	5
Sin Áreas Agrícolas	0

b) Análisis de Peligro

Potencial de Propagación

El potencial de propagación tienen directa relación con el tamaño del combustible vegetal, así por ejemplo un incendio en vegetación liviana presentará una velocidad de propagación mayor que en masas vegetacionales más densa. La tabla de puntajes en este ámbito quedó como sigue:

Cuadro 15
Puntajes Normalizados para el Potencial de Propagación

Vegetación	Puntaje Normalizado
Liviana	8
Menos Densa	4
Densa	2
Sin Vegetación	0

Resistencia al Control

Al contrario de la variable anterior, la resistencia al control es inversamente proporcional al tamaño de la vegetación. Por lo tanto a la vegetación se le asignó el máximo puntaje, el cuadro muestra la distribución de puntajes

Cuadro 16
Puntajes Normalizados para la Resistencia al Control

Vegetación	Puntaje Normalizado
Densa	8
Menos Densa	4
Liviana	2
Sin Vegetación	0

Pendiente

La velocidad de propagación de un incendio forestal es directamente proporcional con la inclinación del terreno. Para esta variable, la asignación de puntajes normalizado fue de la siguiente manera:

Cuadro 17
Puntajes Normalizados para la Pendiente

Pendiente	Puntaje Normalizado
De 0 a 1 curva de nivel por celda	1
2 y más curvas de nivel por celda	4

c) Análisis de Daño Potencia

Importancia del Recurso

Para los efectos de asignación de puntajes, se dividió el predio en dos sectores, el primero correspondió a la plantación de manzanas y área residencial y el otro a la vegetación nativa.

Cuadro 18
Puntajes Normalizados para la Importancia del Recurso

Sector	Puntaje Normalizado
Plantación y área residencial	3
Bosque Nativo	4

7.3.3. Determinación de Prioridades de Protección

La sumatoria de los puntajes normalizados de todas las variables permitió conocer los puntajes totales de cada celda (cuadro 19).

Cuadro 19
Rangos de Puntajes y Superficies

<i>Rango de Puntajes Normalizados</i>	<i>Número de Celdas</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>%</i>
1,00-1,3	24	6	3,53460972
1,31-1,5	7	1,75	1,03092784
1,51-1,8	19	4,75	2,7982327
1,81-2,0	0	0	0
2,01-2,3	6	1,5	0,88365243
2,31-2,5	83	20,75	12,2238586
2,51-2,8	198	49,5	29,1605302
2,81-3,0	13	3,25	1,91458027
3,01-3,3	105	26,25	15,4639175
3,31-3,5	171	42,75	25,1840943
3,51-3,8	19	4,75	2,7982327
3,81-4,0	9	2,25	1,32547865
4,01-4,3	11	2,75	1,62002946
4,31-4,5	3	0,75	0,44182622
4,51-4,8	4	1	0,58910162
4,81-5,0	1	0,25	0,14727541
5,01-5,3	5	1,25	0,73637703
5,31-5,5	0	0	0
5,51-5,8	1	0,25	0,14727541
Total	679	169,75	100

Según Julio (1992) los límites de los puntajes normalizados totales para identificar a las categorías de prioridad son subjetivos, debiendo ser determinados para cada caso en particular, sin embargo, lo normal es basarse en que la superficie de la primera prioridad corresponda a la mitad de la de segunda y esta última también a la mitad de la tercera (1/7, 2/7 y 4/7).

El criterio descrito anteriormente y la tabla de frecuencia de los puntajes normalizados fundamentaron la definición de los límites de las clases de prioridad de protección, que se exponen a continuación

Cuadro 20
Clases de Prioridad

Clase de Prioridad	Rango de Puntajes Normalizados	Número de celdas	%
Alta	3,51-5,8	53	7,80559647
Media	3,31-3,5	171	25,1840943
Baja	1,00-3,3	455	67,0103093
Total		679	100,0

Tomando como base estas clases de prioridad, se dividió en predio entres grandes grupos (zonificación), donde se propuso distintas actividades de silvicultura preventiva, correspondientes a cada área de prioridad, que se detallarán en el capítulo de resultados.

7.4. Análisis del Efecto de Intervenciones de Silvicultura Preventiva

Como se explicó anteriormente, el comportamiento del fuego está determinado por tres factores principales: Tiempo Atmosférico, Topografía y Combustible, siendo este último, modificable por el ser humano.

Para la evaluación de las intervenciones silviculturales en la vegetación, respecto a los daños y efectos de los incendios forestales, se tomaron en consideración todas las medidas de Silvicultura Preventiva existentes en el terreno, entre las que se destacaron: Cortafuegos Perimetrales, Reducción de Combustible, Podas, Eliminación de Combustible Muerto, Desmalezamiento y Limpieza de Sotobosque. También se consideraron algunos elementos de infraestructura poblacional, como: Calles, Caminos y Senderos, principalmente.

En cada caso se constató la presencia o ausencia de las medidas antes mencionadas, para luego comparar el comportamiento de de cada incendio, en cuanto a su velocidad de propagación en superficie.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del procedimiento de recopilación, depuración de información y análisis espacial de incendios forestales, se expone a continuación:

Como ya se mencionó, luego del proceso de depuración de la base de datos, vale decir, la eliminación de todos aquellos registros con datos faltantes, se trabajó con 5.527 incendios forestales, a los cuales se les realizó un análisis espacial, con el propósito de determinar que estaciones meteorológicas son más confiables y cuales son aquellas que ofrecen la mayor cantidad de datos históricos posibles.

8.1. Cobertura Espacial de Estaciones Meteorológicas

Como se explicó anteriormente, se trabajó finalmente con dos estaciones meteorológicas, Rodelillo y Torquemada (ubicadas en Valparaíso y Viña del Mar respectivamente). La figura 36 muestra el área de cobertura efectiva de cada estación y los incendios incluidos en ellas.

8.2. Validación de Registros de Incendios

Como se explicó anteriormente, el sistema de homologación de incendios forestales consistió en seleccionar incendios con idénticas condiciones ambientales y de tiempos de ataque inicial, de manera tal de comparar las velocidades de propagación para dos grupos de registros, uno con medidas de prevención y otro sin esas consideraciones.

Al respecto, quedaron seleccionados finalmente 57 incendios, cifra considerablemente más baja que el número inicial. Este hecho se debe a la gran cantidad de condiciones restrictivas que se impusieron para la homologación. Sin embargo, este proceso asegura que estos 57 eventos se presentaron en iguales condiciones y son factibles de comparar. A continuación se muestra una figura con los incendios y las áreas de cobertura efectiva de las estaciones meteorológicas

8.3. Creación de Grupos de Comparación

La calificación de los incendios en las categorías con y sin Silvicultura Preventiva, permitió disponer de dos grupos de comparación. Los incendios que ocuparon la categoría de “con prevención” fueron aquellos que se localizaron dentro del perímetro urbano. Cabe destacar que dada la especial configuración geográfica de las ciudades de Valparaíso y Viña del Mar, existen áreas de vegetación dentro del perímetro urbano, por lo que es factible que allí se produzcan incendios forestales. Este grupo quedó constituido por 23 registros. En contraposición, los incendios “sin prevención” fueron aquellos que se produjeron fuera del ámbito urbano, que en total suman 34 siniestros (figura 35).

El listado con los antecedentes de los dos grupos de incendios forestales, se exponen en los anexos 1 y 2

8.4. Análisis Estadístico de los Registros de Incendios Forestales

De acuerdo a los antecedentes proporcionados en los cuadros anteriores, es factible plantear la siguiente hipótesis de trabajo.

Hipótesis nula: Los incendios forestales, en cada uno de los grupos de comparación, presentan similares velocidades de propagación, dado que tienen las mismas condiciones ambientales y fueron combatidos en un rango similar (tiempo de ataque anexos 1 y 2).

Hipótesis alternativa: Los incendios forestales, en cada uno de los grupos de comparación, presentan velocidades de propagación distintas, al estar en condiciones diferentes de estado de la vegetación (presencia de cortafuegos, senderos, caminos, vías de comunicación, etc).

A continuación se exponen los antecedentes generales de ambas muestras.

Cuadro 21

Estadísticos descriptivos de ambos Grupos de Comparación. Con y Sin Prevención

Estadísticos Descriptivos	Grupos de Comparación	
	Con Prevención	Sin Prevención
Número de Incendios	23	34
Velocidad de Propagación Mínima (m ² /min)	4,55	4,35
Velocidad de Propagación Máxima (m ² /min)	107,14	1250,00
Velocidad de Propagación Media (m ² /min)	20,9566	162,2266
Desviación Típica	23,67114	261,85318

La prueba de distribución de normalidad de los datos realizada, se basó en el contraste paramétrico de media y varianza poblacional de Kolmogorov-Smirnov para una muestra. El resultado indicó que no existen evidencias estadísticas para afirmar que los datos siguen una distribución normal, por lo tanto al no cumplirse esta condición, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para muestra independientes. Corresponde al procedimiento alternativo a la prueba F del análisis de la varianza.

A continuación se presentan los resultados de la aplicación de esta prueba.

Cuadro 22
Rangos Promedio de las Observaciones sin Prevención

Valores de Velocidad de Propagación, sin Prevención (m²/min)	Número de Observaciones	Rango Numérico promedio
4,00	1	15,00
8,00	3	10,83
10,00	1	10,00
12,00	1	22,00
15,00	1	21,00
16,00	1	20,00
18,00	1	16,00
21,00	1	5,00
23,00	2	9,00
41,00	1	10,00
44,00	1	18,00
83,00	1	14,00
153,00	1	5,00
250,00	1	1,00
260,00	1	17,00
416,00	1	19,00
421,00	1	3,00
454,00	1	12,00
600,00	1	10,00
1250,00	1	7,50
Total	23	

Cuadro 23
Estadísticos de Contraste sin Prevención (a,b)

	Con Prevención
Chi-cuadrado	16,122
gl	19
Sig. asintót.	0,649

a Prueba de Kruskal-Wallis

b Variable de agrupación: Sin Prevención

Cuadro 24
Rangos Promedio de las Observaciones con Prevención

Valores de Velocidad de Propagación, con Prevención (m²/min)	Número de Observaciones	Rango Numérico promedio
4,00	2	9,75
5,00	4	14,38
6,00	2	12,75
7,00	4	15,25
12,00	1	11,50
14,00	1	15,00
16,00	1	1,00
23,00	1	9,00
29,00	1	18,00
35,00	1	14,00
40,00	1	19,00
41,00	1	8,00
43,00	2	6,50
107,00	1	4,00
Total	23	

Cuadro 25
Estadísticos de Contraste con Prevención (a,b)

	Sin Prevención
Chi-cuadrado	9,679
gl	13
Sig. asintót.	,720

a Prueba de Kruskal-Wallis

b Variable de agrupación: Con Prevención

Por cuanto $p > 0.05$, se rechaza la hipótesis de igualdad de medias lo que significa que la prueba es fuertemente significativa al 5%. Por lo tanto queda probado estadísticamente que existen diferencias significativas entre las velocidades de propagación de ambos grupos, constatándose que éstas son mayores en lugares en donde no existen labores de prevención. Por la hipótesis de investigación “la aplicación de adecuadas prácticas silvícolas a modo de acción preventiva en áreas rurales, contribuye a disminuir la susceptibilidad de la vegetación a la propagación de incendios, y a una disminución en la intensidad de los mismos”, queda ratificada.

8.5. Análisis de Paisaje en el Ámbito Predial (Zonificación) y Proposición de Silvicultura Preventiva para el Predio Agroecológico Santa Cecilia

A continuación se presentan los resultados del análisis de paisaje, efectuado en el ámbito predial. También se detalla la propuesta de Silvicultura Preventiva para el predio Agroecológico Santa Cecilia.

8.5.1. Determinación de los Elementos del Paisaje

Con la determinación de los elementos del paisaje, se pudo constatar que mayoritariamente, el paisaje está dominado por vegetación nativa del tipo esclerófilo (ver punto 6.3, descripción del área estudio), que para efectos de la presente investigación, fue clasificada en tres categorías (densa, menos densa y liviana). Otros elementos relevantes en el predio, son: El cultivo de manzanos agroecológicos, las áreas residenciales y un tranque de pequeñas dimensiones. La distribución de superficies por elementos del paisaje se expone a continuación en el cuadro 26.

Cuadro 26

Distribución porcentual de los elementos paisajísticos

<i>Elemento del Paisaje</i>	<i>Superficie ha</i>	<i>Incidencia (%)</i>
Pretil y Cantera	0,91	0,63
Cultivo de Manzanos	9,96	6,84
Residencial	3,22	2,21
Vegetación Densa	50,17	34,47
Vegetación Menos Densa	19,52	13,41
Vegetación Liviana	58,12	39,93
Tranque	1,41	0,97
Incendios Antiguos	2,23	1,53
<i>Total</i>	<i>145,54</i>	<i>100</i>

La figura 39 muestra los diferentes elementos del paisaje predial

8.5.2. Zonificación

Tal como se explicó en el punto 7.3.3, la determinación de prioridades de protección en el predio Santa Cecilia, permitió efectuar posteriormente una zonificación, cuyo resultado son tres áreas perfectamente definidas. Las superficies involucradas y la distribución de las diferentes clases de prioridad se exponen a continuación.

Cuadro 27

Zonificación de acuerdo a las Clases de Prioridad

Clase de Prioridad	Superficie (ha)	Incidencia (%)
Alta	35,51	24,1
Media	46,68	31,6
Baja	65,44	44,3
Total	147,63	100

8.5.3. La propuesta de Silvicultura Preventiva

Luego de la recopilación y análisis de los antecedentes predio, esto es la zonificación y posterior determinación de prioridades de protección, se procedió al diseño de un sistema de modificación del combustible forestal, a modo de silvicultura preventiva, de manera de permitir una mejor protección a todos los elementos ecológicos y paisajísticos existentes en la zona de trabajo.

La propuesta de silvicultura preventiva, fue diseñada para proteger los recursos económicos y ambientales del predio, sin embargo, las acciones recomendables de modificación de combustibles, difieren en extensión e intensidad, dado que no todos los elementos poseen la misma importancia y prioridad.

Es importante destacar que la silvicultura preventiva está destinada preferentemente a la disminución del peligro de incendios forestales, vale decir, a la modificación de la masa forestal para hacerla resistente a la propagación del fuego, independiente de su causalidad. Con esto se logra minimizar o mitigar los daños y efectos que estos siniestros provocan.

Referente al análisis del efecto de las intervenciones de Silvicultura Preventiva, cabe destacar que los elementos preventivos que demostraron mayor efectividad fueron los siguientes: Cortafuego Perimetrales, Fajas Cortacombustibles Auxiliares, Cortafuegos Verdes, Fajas de penetración y Desmalezados. Respecto a los elementos de infraestructura, se destacan los caminos y los senderos como los más efectivos para disminuir el comportamiento del fuego.

Sin perjuicio de lo anterior, idealmente se debe contar con un sistema de combate del fuego, a modo de cuadrilla de ataque rápido, que para el caso del predio en estudio podría ser de 8 a 10 personas correctamente equipadas y movilizadas, con la capacidad de llegar en el menor tiempo posible al lugar amagado y realizar una eficiente tarea de extinción.

A continuación se detallan las acciones de silvicultura preventiva, sus formas de construcción y posterior mantención. La presentación consta de cuatro capítulos, en el primero se realiza una proposición a nivel general que incluye a todo el predio, y en los tres restantes, se recomiendan acciones independientes por cada nivel de prioridad.

8.5.3.1. Confección de un Cortafuego Perimetral y Fajas Auxiliares Cortacombustibles para el Predio

Como se indicó anteriormente, de acuerdo a lo estudiado en la presente investigación, el predio Santa Cecilia tiene una superficie de 146,01 ha, que involucra un perímetro (contorno del límite predial) de 7.058 m.

a) Dimensiones

El cortafuego propuesto deberá seguir el contorno del límite predial, coincidiendo con la divisoria de aguas, servirá además como vía de acceso a la parte alta del predio. De acuerdo a las referencias sobre la materia (bibliografía existente), este cortafuego tendrá una longitud de 6.500 m y un ancho promedio de 5 m para el sector sur del predio, donde existe una vegetación liviana. Para el sector norte se propone un ancho de 3 metros, dado que ya existe un cortafuego en el predio vecino. La pendiente máxima observada fue de 45 a 55%, con esto también se contribuye a mejorar las condiciones de accesibilidad, puesto que un vehículo todo terreno y maquinarias podrán transitar sin inconvenientes.

Como complemento al cortafuego perimetral, se propone la construcción de dos fajas auxiliares de cortacombustibles, una a cada lado de la divisoria de aguas, las que consistirían en remover parcialmente la vegetación para aminorar el comportamiento del fuego, antes que éste llegue al cortafuego mismo. En este caso los anchos son variables, dependiendo de las condiciones que se detallan a continuación:

Cuadro 28
Condiciones Topográficas y dimensiones para la construcción de Fajas Cortacombustibles

Relieve	Faja Cortacombustible		
	Ancho (m)	Longitud (m)	Observación
Divisorias con pendientes superiores al 50% (Figura 38)	60	800	Esta situación se sólo se produce en tres sectores del perímetro (*)
Divisorias con pendiente suaves a ambos lados (20%) (Figura 39)	60-100	5.300	Esta situación se produce en tres sectores de gran longitud (**)
Total		6.100	

Fuente: Elaboración propia

(*): En la figura 41, aparecen identificados los sectores en que se da esta situación topográfica. Se denomina “Cortacombustible Fuerte”

(**): En la figura 42, aparecen identificados los sectores en que se da esta situación topográfica. Se denomina “Cortacombustible Suave”

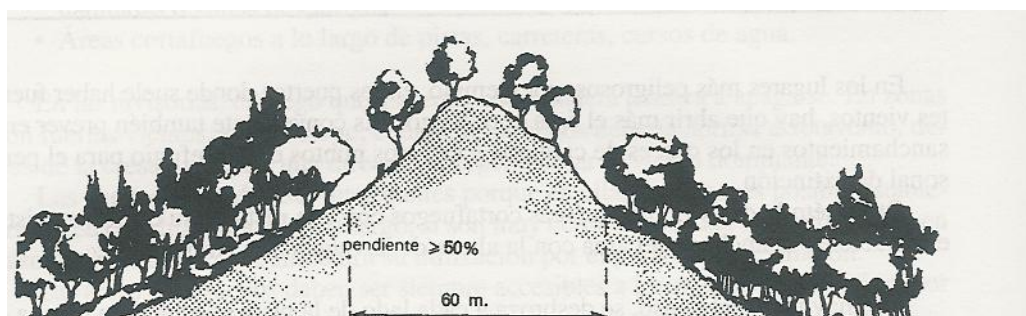


Figura 41. Ejemplo de Cortacombustible Fuerte (Vélez, 2002).

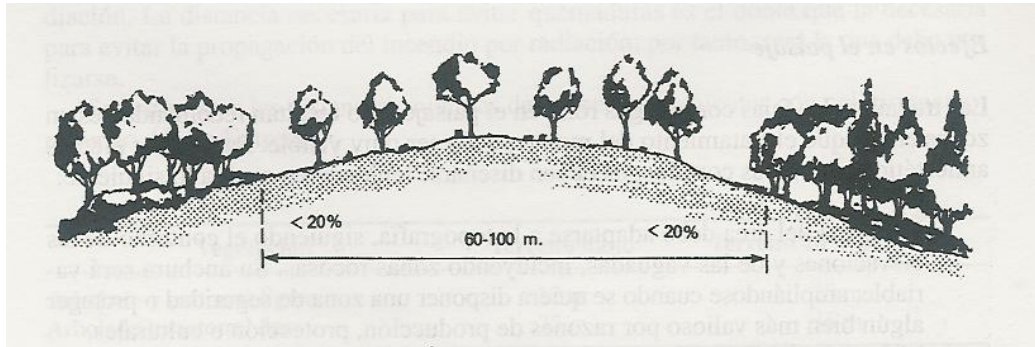


Figura 42. Ejemplo de Cortacombustible Suave (Vélez, 2002).

Por tratarse de intervenciones que deben realizarse a ambos lados de la divisoria de aguas, el propietario o administrador del predio deberá contactarse con los dueños de los predios colindantes, de manera de realizar en conjunto esta actividad (acuerdos, convenios, contratos, etc). Si lo anterior no es posible, se deberá optar por realizar la intervención sólo al interior del predio, con la consiguiente disminución de la efectividad de esta medida preventiva.

El sector del predio adyacente al camino Lo Orozco no presenta problemas de acumulación de combustible, dado que existe un pretil y un área residencial, que actúan como barreras contra probables incendios que pudieran originarse cercanos a la carretera (cigarrillos arrojados por la ventanilla, chispas de tubos de escape, etc). Para conservar la eficacia de estas estructuras, se propone una mantención preventiva, consistente en la eliminación del combustible fino muerto (pastizal seco), por medio de un desbroce mecánico.

Finalmente, para apoyar las labores de combate, se propone la habilitación de tres áreas especiales, que faciliten por un lado el retorno de vehículos, permitan la instalación de fuentes de agua (contenedor especialmente habilitado para los efectos) y posibiliten el despegue y aterrizaje de un helicópteros (helipista para transporte de personal). Estas áreas especiales deberán localizarse en la periferia del predio, no necesariamente coincidirán con el cortafuego, ya que se deben elegir lugares desprovistos de vegetación para aminorar el impacto (50 m de diámetro como mínimo)

b) Método de Construcción

Para la construcción del cortafuego perimetral, se propone la utilización de maquinaria convencional especializada para estos fines. Se debe tomar en consideración que el trazado de este cortafuego, por diseño, siempre coincide con el centro de la divisoria de aguas, sin embargo, esto afectará los predios vecinos. Los residuos vegetales deberán ser astillados y dispuestos en el área de la faja cortacombustibles, para su posterior incorporación al suelo.

Para las fajas auxiliares de cortacombustibles, se propone su construcción a través de un desbroce mecánico. En esta intervención se debe eliminar todas las especies arbustivas y herbáceas altamente inflamables, por ejemplo tebo, coligue y pastizal seco o por secarse. Se trata de eliminar la continuidad vertical hacia los árboles de gran tamaño. Es importante evitar la eliminación de especies que estén en alguna categoría de peligro o que sean particularmente útiles en el sistema Agroecológico. Para lo anterior se propone una prospección intensiva antes de comenzar con la confección misma, así se podrá saber con certeza si existe alguna especie amenazada en el lugar.

Por último, se deberá eliminar los árboles secos y con mal estado sanitario. El resultado final, cuando corresponda, deberá ser un suelo sombreado, para no favorecer el desarrollo de matorral. Todos los residuos, deberán ser astillados y distribuidos en el suelo para su posterior eliminación.

c) Método de Mantención

El cortafuego perimetral deberá ser sometido a mantención preventiva anual, con el propósito de evitar la presencia de pastizales de autosiembra anual, además de reparar las zanjas que la lluvia haya dejado. Para esto se puede aplicar un desbroce mecánico liviano y si la situación lo amerita, es posible usar motoniveladora.

Las fajas de cortacombustibles, serán mantenidas anualmente con sistema de desbroce manual.

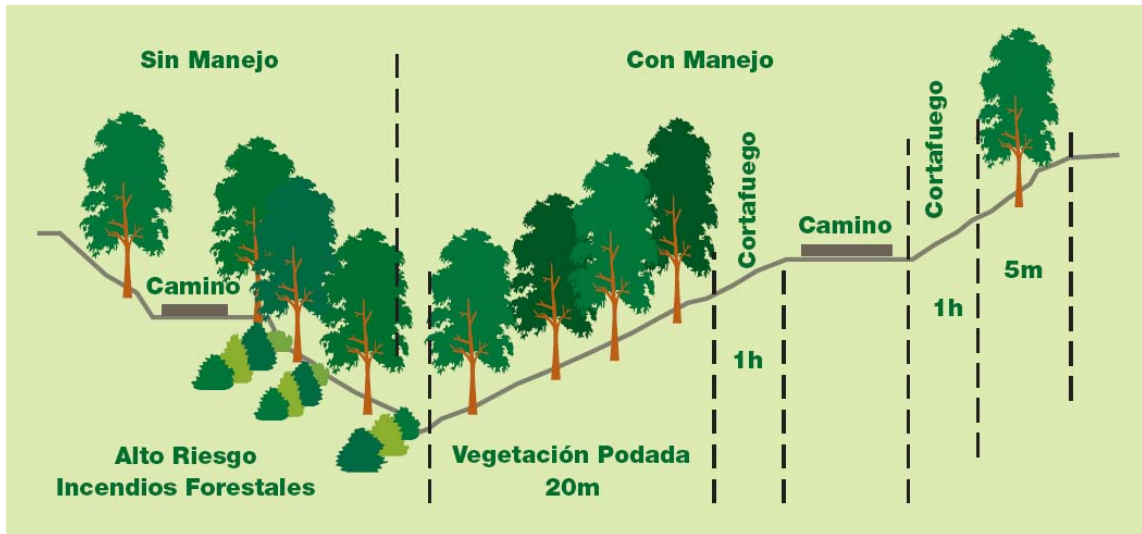


Figura 43: Contraste de dos sectores, con y sin intervenciones silviculturales (Haltenhoff, 2006)

d) Impactos Ecológicos Previstos

Se debe dejar en claro que toda intervención humana a los ecosistemas forestales, generan algún tipo de impacto negativo al sistema ecológico. La propuestas de silvicultura preventiva está diseñada para ocasionar los mínimos impactos, teniendo presente que la relación costo/beneficio siempre será positiva.

8.5.3.2. Diseño de Silvicultura Preventiva en las Áreas de Baja Prioridad

En esta área se debe poner especial énfasis en la conservación de aquella flora que se encuentra en alguna categoría de amenaza (en Peligro, Vulnerable o Rara), puesto que este ecosistema contribuye a mejorar la producción de fruta certificada como orgánica, toda vez que no se permite la aplicación de biocida alguno.

Se construirá una faja ó sendero de penetración, que consiste básicamente en la habilitación de un sendero a media ladera, con orientación este-oeste que comenzaría a continuación de la zona residencial, desplazándose al sur del eje de la quebrada principal. El método de construcción propuesto es el desbroce manual, el ancho del sendero será variable, de 1 a 1,5 m promedio. La vegetación debe ser eliminada también en la proyección vertical del sendero, de modo que sirva de vía de acceso y como línea de control en un eventual incendio. Se propone además eliminar toda la vegetación seca a 2 metros de cada lado del sendero, para aumentar su eficacia. Su longitud se estima en 1.970 m. La mantención deberá ser anual y consistirá en eliminar todos los renuevos y el combustible fino seco. Dado el ancho, la longitud y la disposición del sendero, el impacto visual y ecológico será mínimo.

8.5.3.3. Diseño de Silvicultura Preventiva en las Áreas de Media Prioridad

Consistirá en la construcción de una **faja de penetración** a media ladera, de similares características que la anterior. Comenzará de la zona oeste de esta área y seguirá con dirección este, hasta juntarse con el sendero de baja prioridad. De esta forma se completará un circuito. Se estima que la longitud de este sendero será de 2.000 m. El método y la periodicidad de la mantención será igual que el anterior.

Además de la faja de penetración, se proponen dos cortacombustibles auxiliares. Uno por cada lomo que baja hacia la quebrada principal. La más extensa tendrá una longitud de 1.000 m y la otra de 400 m. El ancho para ambas fajas será de 60 m. El método de construcción y la mantención serán similares a los descritos anteriormente.

8.5.3.4. Diseño de Silvicultura Preventiva en las Áreas de Alta Prioridad

El área de alta prioridad de protección, está compuesta por la zona de cultivo (manzanos), aquí se propone la realización de un desmalezado manual en las interlineas y una faja de cortacombustible en los lugares en que la plantación esté en contacto directo con la vegetación. También forma parte de esta área, la zona residencial (viviendas), para este lugar se propone la confección de un cortafuego perimetral verde, corresponde a una variación del cortafuego tradicional y consiste en sustituir la vegetación existente por alguna cobertura siempreverde, pudiendo cumplir además otras funciones, como recreativas y de jardinería. Para el conjunto residencial mayor, la longitud del cortafuego verde deberá ser de 1.000 m y para la otra área residencial de 200 m. El ancho promedio será de 15 m.

En cuanto a la mantención, esta se podrá realizar con una periodicidad de 4 meses o según la capacidad del propietario.

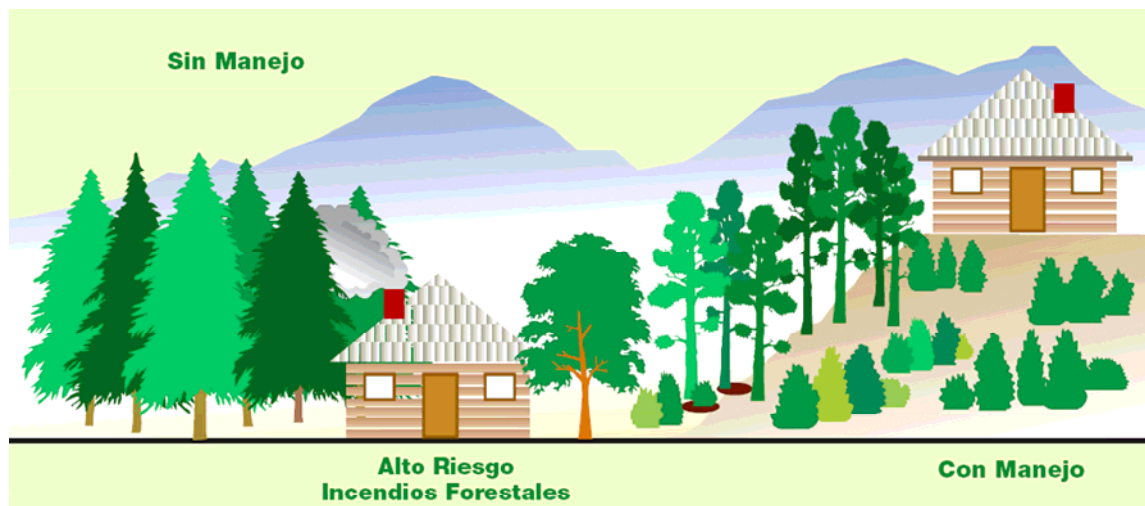


Figura 44: Contraste de dos sectores residenciales, con y sin intervenciones silviculturales (Haltenhoff, 2006)

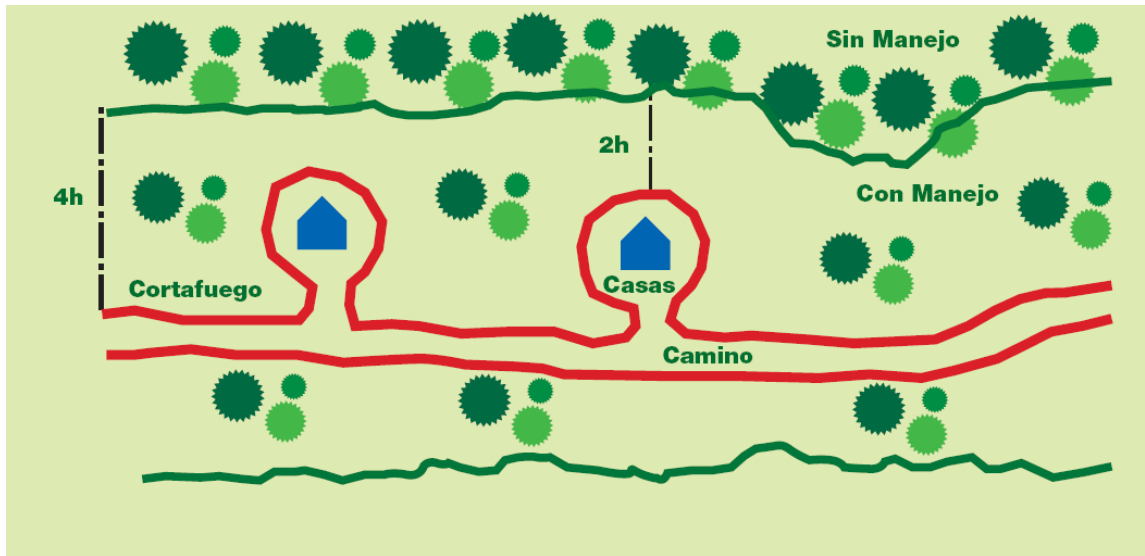


Figura 45: Ejemplo de una intervención silvicultural adecuada en una zona residencial (Haltenhoff, 2006)

8.5.3.5. Resumen de las actividades Propuestas

Cuadro 29

Resumen de las Actividades de Silvicultura Preventiva

<i>Ambito Predial</i>	<i>Actividad</i>	<i>Ancho Promedio (m)</i>	<i>Longitud Promedio (m)</i>	<i>Método de Construcción</i>	<i>Método de Mantenición</i>	<i>Periodicidad Mantenición</i>	<i>Impacto</i>	<i>Función</i>
General	Cortafuego Perimetral	4	6.500	Maquinaria Pesada	Desbroce Mecánico ó motoniveladora	Anual	Medio	S. Preventiva Vía de Acceso
	Áreas Especiales	50 de Diámetro		Desbroce Mecánico y Maquinaria Pesada	Desbroce Mecánico y motoniveladora	Anual	Medio	S. Preventiva Área de Seguridad Acopia de Agua Retorno de Vehículos Helipista
	Cortacombustible	60	6.100	Desbroce Mecánico	Desbroce mecánico	Anual	Bajo	S. Preventiva
Baja Prioridad	Faja de Penetración	1,3	1.970	Desbroce Manual	Desbroce Manual	Anual	Mínimo	S. Preventiva Vía de Acceso Sendero de Interpretación ambiental
Media Prioridad	Faja de Penetración	1,3	2.000	Desbroce Manual	Desbroce Manual	Anual	Mínimo	S. Preventiva Vía de Acceso Sendero de Interpretación Ambiental
	Cortacombustible	60	1.400	Desbroce Mecánico	Desbroce Mecánico	Anual	Bajo	S. Preventiva
Alta Prioridad	Cortafuego Verde	1.200	15	Desbroce Mecánico	Desbroce mecánico y Jardinería	Trimestral	Mínimo	S. Preventiva
	Desamle zado			Manual	Manual	Anual	Mínimo	S. Preventiva Agroecológico

Fuente: Elaboración propia

9. CONCLUSIONES

En relación a los antecedentes, procesamiento de la información y discusión de los resultados del presente estudio, se pueden extraer las siguientes conclusiones principales:

- a) La Región de Valparaíso, en la cual se encuentra ubicado el Predio Santa Cecilia de Casablanca, que ha sido utilizado como caso de estudio, se caracteriza por formaciones vegetales en las que predominan pastizales, matorrales y bosques del tipo esclerófilo, con una alta susceptibilidad a la ocurrencia y propagación de incendios forestales. En efecto, de acuerdo a la información contenida en el Sistema Estadístico de Manejo del Fuego de CONAF, entre los años 1988 y 2006 se registraron 21.505 incendios forestales en la Región, que provocaron severas pérdidas económicas, sociales y ambientales.

- b) La depuración de la información, y los posteriores procesos de selección y homologación de los incendios forestales ocurridos, que permitieron evaluar la zona del Predio Santa Cecilia de acuerdo a los objetivos de la presente Tesis, llevó definitivamente a considerar como representativos y confiables a 57 eventos, los que se clasificaron en dos grupos de comparación: i) Incendios que se propagaron en terrenos que poseían previamente aplicadas medidas de silvicultura preventiva (23 casos), e ii) Incendios que se desarrollaron en sectores a los cuales no se evidenciaron intervenciones preventivas en la vegetación (34 casos).

- c)** La comparación de los dos grupos de incendios, sobre la base de la conflictividad derivada por las velocidades de propagación del fuego, demostró estadísticamente diferencias significativas entre ellos, comprobándose claramente la efectividad de las medidas de silvicultura preventiva respecto a la reducción de los daños resultantes. Con ello se comprueba la hipótesis central de la Tesis que planteaba que “la aplicación de adecuadas prácticas silvícolas a modo de acción preventiva en áreas rurales, contribuye a disminuir la susceptibilidad de la vegetación a la propagación de incendios forestales y a una disminución en la intensidad de los mismos”.
- d)** Con respecto a la efectividad de las medidas de silvicultura preventiva, el análisis de los incendios ocurridos reveló que las acciones que poseen una mayor incidencia en la reducción de la propagación del fuego y la disminución de daños e impactos negativos son: Cortafuegos Perimetrales; Fajas Cortacombustibles Auxiliares; Cortafuegos Verdes; Fajas de Penetración y Desmalezados.
- e)** El empleo del método de determinación de prioridades de protección, con el fin de orientar las recomendaciones sobre intervenciones silvícolas, permitió clasificar la superficie del Predio Santa Cecilia en tres categorías: Alta, Media y Baja, que representaron el 24,1; 31,6 y 44,3% del total, respectivamente. De esta forma se facilita la decisión sobre medidas para prevenir o mitigar el efecto de futuros incendios forestales que, en general son de alto costo. En consecuencia, se logró conocer los sectores donde las acciones de silvicultura preventiva podrían aplicarse con una mayor intensidad, y que corresponden justamente a los que debían representar un mayor interés en proteger desde el punto de vista agroecológico.

- f)** Entre las recomendaciones principales se destaca la construcción de un cortafuego perimetral que rodee la totalidad del Predio, lo que significará un despeje de la vegetación en una longitud aproximada 6.500 metros, y con una anchura de 5 metros en el sector sur, y de 3 metros en el sector norte. Este cortafuego, a su vez, debiera complementarse con fajas cortacombustibles adyacentes a ambos lados del cortafuego perimetral, de una anchura conjunta variable de 60 a 100 metros, que dependerá de la inclinación de la pendiente.
- g)** En los sectores de prioridad baja la recomendación consiste en la instalación de un sendero de penetración de una anchura de 1 a 1,5 metros, localizado a media ladera desde el límite este-oeste del Predio hasta la quebrada ubicada en su zona sur. La misma recomendación se plantea para los sectores de prioridad media, pero reforzados con dos fajas cortacombustibles situadas a ambos lados del sendero de penetración.
- h)** Por otra parte, en los sectores de primera prioridad, junto a las recomendaciones descritas precedentemente, se propone la realización de un desmalezado manual en las interlíneas de la zona de cultivo de manzanos, y una faja cortacombustible en los límites de esa plantación que se encuentren cubiertas con vegetación nativa. Además, para los conjuntos residenciales del Predio correspondería instalar cortafuegos verdes, de un ancho promedio de 15 metros y en una extensión total de 1.200 metros.
- i)** También se propone la implementación de medidas de silvicultura preventiva, similares a las descritas, en la mayor cantidad posible de terrenos del Valle de Lo Orozco, de manera de evitar el aislamiento del predio y lograr de ese modo la máxima protección a la cuenca principal.
- j)** Finalmente, aunque no corresponde a una medida de intervención de la vegetación, es altamente conveniente que se implemente y mantenga una cuadrilla de combate de incendio para ejecutar un ataque inicial rápido, por el alto riesgo que de todas maneras podría significar la eventual propagación de un incendio en el Predio.

10. BIBLIOGRAFIA

1. **ALEJANO, R.; MARTÍNEZ, M.** La Silvicultura Mediterránea en Andalucía. Respuestas Técnicas ante los Objetivos Actuales. Revista Ecosistemas, año XII, N° 3. España. 8 p. 2003.
2. **ALTIERI, M.; RODRÍGUEZ, J.** Acción Ecológica del Fuego en el Matorral Natural Mediterráneo de Chile, en Rinconada de Maipú. Tesis de Agronomía. Facultad de Agronomía. Universidad de Chile. Santiago. 142 p. 1974.
3. **ALTIERI, M.** Agroecología. Bases Científicas de la Agricultura Alternativa. CETAL Ediciones. Santiago. 184 p. 1984.
4. **ALTIERI, M.** Agroecología: Creando Sinergias para una Agricultura Sostenible. Grupo Iberoamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales. Cuadernos de Trabajo 1. I.I.C.A., G.T.Z.. California. 63 p. 1995.
5. **ARMESTO, J.; VILLAGRÁN, C.; KALIN, M.** Ecología de los Bosques Nativos de Chile. Editorial Universitaria. Santiago. 469 p. 1996.
6. **BROWN, A.; DAVIS, K.** Forest Fire: Control and Use. Mc Graw-Hill Series in Forest Resources. Mac Graw-Hill Book Company. 686 p. 1973.
7. **CARDILLE, J.; VENTURA, S.; TURNER, M.** Environmental and social factor influencing wildfire in the Upper Midwest, USA. Ecological Applications, 11:111-127 p. 2001.
8. **CASTILLO, M.; PEDERNERA, P.; PEÑA, E.** Incendios forestales y Medio Ambiente . Una Síntesis Global. En: Ambiente y Desarrollo. Vol. XIX N° 3 y 4: 88-99 p. 2003.

9. **CASTILLO, M.** El Cambio del Paisaje Vegetal Afectado por Incendios en la Zona Mediterránea Costera de la V Región. Tesis de Magíster en Geografía. Facultad de Arquitectura y urbanismo. Escuela de Postgrado. Departamento de Geografía. Santiago. 154 p. 2006.
10. **CONAF.** Libro Rojo del los Sitios prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad Biológica en Chile. Ministerio de Agricultura. 203 p. 1996.
11. **CONAF.** Estrategia de Conaf para el Desarrollo Regional. Corporación Nacional Forestal región de Valparaíso. Viña del Mar. 236 p. 2004.
12. **CONAF.** Programa Integral de Prevención contra incendios Forestales. Plan de Acción 2006. Unidad de gestión Manejo del Fuego. Sección prevención de Incendios Forestales. Viña del Mar. 31 p. 2006.
13. **CORREA, L.** Evaluación del Índice de Riesgo de Incendios Forestales para la Quinta Región del país. Tesis Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago. 98 p. 1998.
14. **CORREA, L.** Análisis y Diagnóstico de la Subregión Cuenca Costera Quintay-Tunquén. Estrategia de desarrollo Ecoturístico Comuna de Casablanca. Magíster en Desarrollo Regional y Medio Ambiente. Escuela de Graduados. Facultad de Arquitectura. Universidad de Valparaíso. Valparaíso. 96 p. 2004a.
15. **CORREA, L.** Ecología Humana Total. Hacia una Simbiosis Agro y Urbano Ecológica. Políticas de Desarrollo Agrícolas y Urbanas en el Mediano Plazo. Escuela de Graduados. Facultad de Arquitectura. Universidad de Valparaíso. Valparaíso. 20 p. 2004b.

16. **DAIGLE, P.** Fire in the Dry Interior Forests of British Columbia. Extension Notes. N° 8, November 1996. Ministry of Forests Research Program. 5 p. 1996.
17. **DONOSO, C.** Ecología Forestal. El Bosque y su Medio Ambiente. Editorial Universitaria. Santiago. 368 p. 1990.
18. **DONOSO, C.; LARA, A.** Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile. Editorial Universitaria. Santiago. 421 p. 1999.
19. **FERNÁNDEZ, X.** Economía, Ecología y Agroecología. Extracto de tesis de Doctorado. Departamento de Economía Aplicada. Facultad de Economía y Empresariales. Universidad de Vigo. Vigo. 27 p. 2000.
20. **GAJARDO, R.** La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. Santiago. 165 p. 1994.
21. **GONZÁLEZ, M.** Agroecología: Bases Teóricas para una Historia Agraria Alternativa. Agroecología y Desarrollo. Revista de CLADES, número especial 4, Diciembre de 1992. Granada. 21 p.
22. **HALTENHOFF, H.** Silvicultura Preventiva. Manual Técnico N° 18. Ministerio de Agricultura. Corporación Nacional Forestal. Santiago. 34 p. 1998.
23. **HALTENHOFF, H.** Silvicultura Preventiva. Silvicultura para la Prevención de Incendios Forestales en plantaciones forestales. Documento de Trabajo N° 452. Ministerio de Agricultura. Corporación Nacional Forestal. Santiago. 38 p. 2006.
24. **IDEAS.** Visión sobre la Agroecología. Centro IDEAS. Perú. 10 p. 2006.

25. **JULIO, G.** Diseño de Índices de Riesgo de Incendios Forestales para Chile. Bosque. Universidad Austral de Chile. 11(2):59-72 p. 1990a.
26. **JULIO, G.** Índice de Ocurrencia de Incendios Forestales. Serie Técnica, Informe Convenio N° 160. Facultad de Ciencias Forestales. Instituto de Manejo Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 37 p. 1990b.
27. **JULIO, G.** Fundamentos de Manejo del Fuego. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Departamento de Manejo de Recursos Forestales. Santiago. 292 p. 1995.
28. **KOMAREK, E.** Fire, Research and Education. En: Proceedings second annual. Tall Timber Fire Ecology Conference. Tallahassee, flo. Tall Timber Research Sta. 181-187 p. 1963.
29. **LÓPEZ, E.; REVILLA, J.** Sistemas Agroforestales mediante Investigación Participativa con Agricultores en la Cuenca del Río Aguaytía. LEISA, Revista de Agroecología. Perú. Pág. 31-34 p. 2005.
30. **MALDONADO, F.** Cortafuegos: Definiciones y Pautas de Aplicación. Publicación Técnica N° 12. Programa de Protección contra Incendios Forestales. Corporación Nacional Forestal. Santiago. 17 p. 1977.
31. **MATTEUCCI, S.; BUZAI, G.** Sistemas Ambientales Complejos: Herramientas de Análisis Espacial. Colección CEA. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Buenos Aires. 19-316 p. 1998.
32. **MATTEUCCI, S.** Ecología Regional, Ecología de Paisajes ó Ecología de Mosaicos. Jornada de presentación del Grupo de Ecología del Paisaje y medio Ambiente (GEPAMA). Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. 2 p. 2003.

33. **MEDELLÍN, P.** A Favor de las Granjas Pequeñas. Entrevista con Peter Rosset de Food First. Diario de San Luis. San Luis De Potosí. 4 p. 2000.
34. **NAVEH, Z.; LIBERMANN, A.** Ecología de Paisajes. Capítulo 4, El Manejo Dinámico de la Conservación de los Paisajes Mediterráneos. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Buenos Aires. 331-411 p. 1993.
35. **PACHECO, O.** El Bosque. Universidad de Viña del Mar. Viña del Mar. 415 p. 2001.
36. **PARMINTER, J.; Daigle, P.** Landscape Ecology and Natural Disturbance: Relationships to Biodiversity. Extension Notes N° 10. July 1997. Ministry of Forests Research Program. 5 p. 1997.
37. **PEÑA, E.** Transferencia de Energía Calórica hacia el Suelo Mineral y los Efectos del Fuego. . Actas Taller Internacional: Prognosis y Gestión en Control de Incendios Forestales. Proyecto FONDEF FI-13. Santiago. 42-51 p. 1995.
38. **PEÑA, E.** Repelencia al Agua Inducida por el Fuego: Una Experiencia en Chile. XIV Jornadas de Evaluación de Programas de Manejo del Fuego en Chile. Frutillar. 8 p. 1997.
39. **PIZARRO, E.; ATIENZA, J.** Determinación de la cantidad y Localización de brigadas de Combate de Incendios Forestales "Valparaíso Metropolitano". Manual Técnico N° 20. Unidad de Estudios, Planificación y Medio Ambiente. Corporación Nacional Forestal, Región de Valparaíso. Viña del Mar. 108 p. 2000.

40. **QUINTANILLA, V.** Los Incendios de vegetación en el cordón Costero de Chile Central. El apoyo de la Cartografía para su Gestión en la Prevención y Análisis. Caso de Estudio. Contribuciones Científicas y Tecnológicas. Área Ingeniería y Tecnología. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad de Santiago. Santiago. 26 p. más mapas. 1998.
41. **RALPH, C.; DAVID, M.** Silvicultura Práctica. Ediciones Omega S.A. Barcelona. 544 p. 1982.
42. **SANTIBÁÑEZ, F.; URIBE, J.** Atlas Agroclimático de Chile. Regiones V y Metropolitana. Universidad de Chile. Santiago. 64 p. 1990.
43. **TURNER, M.; ROMME, W.; REED, R.; TUSKAN, G.** Post-fire aspen seeding recruitmen across the Yellowstone (USA) Landscape. Landscape Ecology, 18:127-140 p. Kluwer Academic publishers. 2003.
44. **UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO.** Proyecto Estudio: Desarrollo Rural Urbano Sustentable en la Comuna de Casablanca. Programa Impreso para el uso interno del Magíster en Desarrollo Regional y Medio Ambiente. Escuela de Graduados. Facultad de Arquitectura, Universidad de Valparaíso. 35 p. 2004.
45. **UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAÍSO.** Memoria Explicativa del Plan Regulador Comunal de Casablanca. Ilustre Municipalidad de Casablanca. Casablanca. 247 p. 1997.
46. **VÉLEZ, R.** Silvicultura Preventiva de Incendios Forestales. 13 reunión del Comité CFA/CFE/CFCO sobre cuestiones forestales del Mediterráneo. Zaragoza. 6 p. 1987.

47. **VÉLEZ, R.** La defensa contra Incendios Forestales. Capítulo 14: Actuación sobre los Combustibles Forestales. Mc Graw-Hill. Madrid. 1021 p. 2002.
48. **VITA, A.** Los Tratamientos Silviculturales. Texto N° 1. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago. 233 p. 1978.
49. **VITA, A.** Ecosistemas de Bosques y Matorrales Mediterráneos y sus Tratamientos Silviculturales en Chile. Corporación Nacional Forestal; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Documento de Trabajo N° 21. Santiago. 243 p. 1989.

11. ANEXOS

Anexo 1

Listado de Incendios Forestales Seleccionados en áreas Sin Intervenciones Silviculturales

Año	UTM_X	UTM_Y	Comuna	Nombre	Tpo Ataque min.	Ind Riesgo	Topografía	Vel m2/min	% Matorral	% Pastizal	Superficie (ha)
1998	267617	6342574	V. del Mar	V. Hermosa	11	Medio	Abrupta	18,1818	0,00	100,00	0,03
1998	267354	6347741	V. del Mar	Reñaca Alto	12	Medio	Abrupta	250,0000	42,86	57,14	0,35
1998	268258	6347326	V. del Mar	La Jarilla	23	Medio	Abrupta	260,8696	25,00	75,00	0,80
1998	268505	6343504	V. del Mar	V. Hermosa	13	Medio	Abrupta	153,8462	66,67	33,33	0,30
1998	268514	6343516	V. del Mar	V. Hermosa	12	Medio	Abrupta	16,6667	0,00	100,00	0,03
1998	265575	6344751	V. del Mar	Achupalla	19	Medio	Abrupta	421,0526	75,00	25,00	2,00
1998	276453	6347500	Limache	T. Limache	24	Medio	Abrupta	416,6667	33,33	66,67	3,00
1998	260490	6339684	Valparaíso	L. La Guía	12	Medio	Abrupta	83,3333	33,33	66,67	0,15
1998	265517	6341500	V. del Mar	C. Beagle	13	Medio	Abrupta	23,0769	25,00	75,00	0,04
1999	268500	6341500	Quilpué	Los Lunes	13	Medio	Abrupta	23,0769	50,00	50,00	0,04
1999	262500	6339500	V. del Mar	P. Montt	22	Medio	Abrupta	454,5455	33,33	66,67	1,50
1999	260500	6339500	Valparaíso	Las Palmas	10	Medio	Abrupta	600,0000	28,57	71,43	0,70
1999	266500	6341500	V. del Mar	JBN	12	Medio	Abrupta	8,3333	50,00	50,00	0,02
1999	262500	6339500	V. del Mar	Ruta 66	12	Medio	Abrupta	41,6667	50,00	50,00	0,20
1999	264500	6340500	V. del Mar	P. Aysén	12	Medio	Abrupta	8,3333	50,00	50,00	0,02
2000	267145	6342698	V. del Mar	El Olivar	16	Medio	Abrupta	12,5000	0,00	100,00	0,03
2001	267495	6342509	V. del Mar	El Olivar	13	Medio	Abrupta	15,3846	33,33	66,67	0,03
2001	260500	6339500	Valparaíso	L. La Guía	14	Medio	Abrupta	21,4286	20,00	80,00	0,05
2001	265500	6342500	V. del Mar	Miraflores	18	Medio	Abrupta	44,4444	14,29	85,71	0,21
2001	265500	6346500	V. del Mar	G. Navales	23	Medio	Abrupta	4,3478	50,00	50,00	0,02
2001	267455	6342459	V. del Mar	El Olivar	23	Medio	Abrupta	8,6957	40,00	60,00	0,05
2001	267500	6350500	Con-Con	RPC	24	Medio	Abrupta	1.250,0	66,67	33,33	6,00
2001	265458	6350233	V. del Mar	los Pinos	19	Medio	Abrupta	10,5263	0,00	100,00	0,05
2002	259356	6337174	Valparaíso	La Isla	11	Medio	Abrupta	27,2727	0,00	100,00	0,03
2002	270500	6348500	V. del Mar	Fdo. Jazmín	17	Medio	Abrupta	588,2353	60,00	40,00	2,50
2002	265678	6342648	V. del Mar	Villa Dulce	17	Medio	Abrupta	5,8824	100,00	0,00	0,02
2003	268804	6342463	Quilpué	Fdo. Rbño	19	Medio	Abrupta	105,2632	42,86	57,14	0,70
2003	265756	6342854	V. del Mar	Villa Dulce	11	Medio	Abrupta	363,6364	37,50	62,50	0,08
2003	268761	6343840	Quilpué	Fdo. Rbño	12	Medio	Abrupta	41,6667	40,00	60,00	1,50
2004	263345	6338436	V. del Mar	P. Aysén	17	Medio	Abrupta	17,6471	40,00	60,00	0,05
2005	260597	6337531	Valparaíso	Lo Andorra	20	Medio	Abrupta	100,0000	50,00	50,00	0,20
2005	265532	6340089	V. del Mar	JBN	19	Medio	Abrupta	15,7895	66,67	33,33	0,03
2005	260564	6339534	Valparaíso	Las Palmas	15	Medio	Abrupta	20,0000	0,00	100,00	0,03
2006	259343	6339372	Valparaíso	Rapa Nui	12	Medio	Abrupta	83,3333	75,00	25,00	0,40

Anexo 2

Listado de Incendios Forestales Seleccionados en áreas con Intervenciones Silviculturales

Temporada	UTM_X	UTM_Y	Comuna	Nombre	Tpo Ataque Min.	Ind Riesgo	Topografía	Vel m2/min	% Matorral	% Pastizal	Superficie (ha)
1998	266545	6343265	V. del Mar	Villa Dulce	21	Medio	Abrupta	23,8095	33,33	66,67	0,06
1998	266135	6346634	V. del Mar	El Olivar	22	Medio	Abrupta	4,5455	0,00	100,00	0,01
1998	267958	6342528	V. del Mar	V. Hermosa	17	Medio	Abrupta	29,4118	0,00	100,00	0,10
1998	268475	6342258	Quilpué	V. Hermosa	17	Medio	Abrupta	5,8824	0,00	100,00	0,02
1998	265403	6347500	V. del Mar	G. Navales	24	Medio	Abrupta	41,6667	20,00	80,00	0,15
1998	267560	6344512	V. del Mar	V. Indep.	20	Medio	Abrupta	5,0000	0,00	100,00	0,01
1998	267952	6342539	V. del Mar	Villa Dulce	25	Medio	Abrupta	40,0000	33,33	66,67	0,15
1998	267512	6342763	V. del Mar	El Olivar	14	Medio	Abrupta	14,2857	33,33	66,67	0,06
1998	266514	6346500	V. del Mar	G. Navales	24	Medio	Abrupta	12,5000	20,00	80,00	0,05
1999	268500	6342500	Quilpué	C. Chacao	17	Medio	Abrupta	5,8824	50,00	50,00	0,02
1999	268066	6342756	V. del Mar	V. Hermosa	13	Medio	Abrupta	7,6923	0,00	100,00	0,02
2000	266758	6342443	V. del Mar	El Olivar	14	Medio	Abrupta	7,1429	0,00	100,00	0,02
2001	266370	6342367	V. del Mar	Villa Dulce	21	Medio	Abrupta	4,7619	33,33	66,67	0,03
2001	266553	6342478	V. del Mar	Villa Dulce	14	Medio	Abrupta	7,1429	0,00	100,00	0,02
2002	259500	6339500	Valparaíso	Hanga Roa	16	Medio	Abrupta	6,2500	0,00	100,00	0,01
2002	268066	6342903	V. del Mar	V. Hermosa	16	Medio	Abrupta	43,7500	28,57	71,43	0,07
2003	260188	6339084	Valparaíso	Rodelillo	23	Medio	Abrupta	43,4783	50,00	50,00	0,20
2003	266510	6347511	V. del Mar	G. Navales	17	Medio	Abrupta	5,8824	0,00	100,00	0,10
2004	260468	6339867	Valparaíso	Las Palmas	14	Medio	Abrupta	35,7143	33,33	66,67	0,15
2004	266432	6342324	V. del Mar	Villa Dulce	12	Medio	Abrupta	16,6667	0,00	100,00	0,03
2004	266434	6342326	V. del Mar	Villa Dulce	14	Medio	Abrupta	107,1429	20,00	80,00	0,25
2005	266503	6342587	V. del Mar	Villa Dulce	16	Medio	Abrupta	6,2500	0,00	100,00	0,02
2005	266513	6342970	V. del Mar	Villa Dulce	14	Medio	Abrupta	7,1429	0,00	100,00	0,03

Donde:

- *Temporada:* Período de tiempo que va desde noviembre de un año hasta abril del siguiente (ejemplo: 1998= noviembre de 1997 a abril de 1998).
- *N° Regional:* Número correlativo que se le da a cada incendio forestal cuando se agrega a la base de datos. Comienzo de 1 con cada temporada.
- *UTM X y UTM Y:* Coordenadas UTM de localización.
- *Comuna:* Comuna donde se registró el inicio del incendio.
- *Nombre:* Denominación que se le asigna a cada incendio forestal, por lo general corresponde a algún hito topográfico, pueblo ó población importante cercana al incendio forestal en cuestión.
- *Tiempo de Ataque inicial:* Corresponde a los minutos transcurridos desde el inicio del incendio hasta el momento del ataque inicial.
- *Índice de Riesgo:* Valor del Grado de Peligro.
- *Topografía:* Referida a la configuración del terreno en que se produjo el incendio forestal.
- *Velocidad de Propagación:* Expresa el incremento de superficie del incendio por unidad de tiempo (m²/min).
- *% Matorral:* Porcentaje de participación de matorral en la superficie total del incendio.
- *% Pastizal:* Porcentaje de participación de pastizal en la superficie total del incendio.
- *Superficie:* Corresponde a la superficie final del incendio, expresada en hectáreas.

Anexo 3
Imágenes del Predio Agroecológica Santa Cecilia
Agosto de 2006
Comuna de Casablanca. Región de Valparaíso



Entrada Principal del Predio Agroecológico Santa Cecilia por el Camino Lo Orozco, Comuna de Casablanca.

El Predio se presenta como una pequeña cuenca, en su parte superior, el Bosque Nativo Esclerófilo se expresa en su máxima expresión.



El cultivo de manzanos está localizado en los sectores de lomajes suaves del Predio (parte baja de la cuenca)



Es usual ver árboles nativos de gran tamaño al interior de la zona de cultivo. Esta situación facilita la incorporación de insectos y otros seres vivos al proceso Agroecológico.

Anexo 4
Imágenes Aéreas del Predio Agroecológica Santa Cecilia
Comuna de Casablanca. Región de Valparaíso
Fuente Google Eearth



En esta imagen aérea se aprecia parte parcial del Predio, específicamente las áreas de cultivos y residenciales

En una escala menos detallada, esta imagen muestra la totalidad del predio. Al observar, se puede identificar el área quemada por un incendio forestal en el año 2005 (capítulo 6.3, página 63).

