



CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION

GERENCIA DE DESARROLLO

**PERSPECTIVAS DE DESARROLLO FORESTAL
DEL AREA SECANO COSTERO
MAIPO - MATAQUITO**

AÑO 1982

AF 82 / 75

INSTITUTO FORESTAL



**CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION
CHILE**

**PERSPECTIVAS DE DESARROLLO FORESTAL
DEL AREA SECANO COSTERO
MAIPO-MATAQUITO**

AÑO 1982

GERENCIA DE DESARROLLO

AF 82/75

El presente estudio fue elaborado por la División Inventarios Forestales del Instituto Forestal, a través de un contrato con la Corporación de Fomento de la Producción.

En la ejecución participaron las siguientes personas :

Autores :

Rolando Bennewitz B.
Nelson Vergara R.

Colaboradores :

Pedro Galli G.
Carlos Martínez I.

Dibujante :

Pedro Galli G.

I N D I C E

	<u>Página</u>
RESUMEN	
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES GENERALES	4
2.1 Ubicación Geográfica	4
2.2 División Administrativa	4
2.3 Vías de Acceso	7
3. MATERIAL Y METODO	10
3.1 Material	10
3.2 Método	12
3.2.1 Delimitación del Area de Estudio	14
3.2.2 Confección de Planos Cartográficos Temáticos	15
3.2.2.1 Plano de Plantaciones Forestales	15
3.2.2.2 Plano de Terrenos de Aptitud Forestal	15
3.2.2.3 Plano de Plantaciones Forestales y Terrenos de Aptitud Forestal	16
3.2.2.4 Plano de la Red Hidrográfica	16
3.2.2.5 Plano de Infraestructura Vial	16
3.2.3 Recopilación de Antecedentes Específicos	17
3.2.3.1 Clima , Relieve y Suelo	17
3.2.3.2 Hidrografía	17
3.2.3.3 Infraestructura Vial	21
3.2.3.4 Aptitud de Uso de los Terrenos del Area	22

	<u>Página</u>
3.2.3.5 Plantaciones Forestales	22
3.2.3.6 Area Potencial para Plantaciones Forestales	23
3.2.4 Muestreo de las Plantaciones de Pino Insigne	24
3.2.5 Procesamiento de la Información de Terreno y - Elaboración de Funciones de Rendimiento	28
3.2.6 Proyección de Superficies de Plantaciones y De terminación de la Oferta futura de Madera en Pie.	38
3.2.6.1 Supuestos utilizados para la cuanti- ficación del volumen en pie	38
3.2.6.1.1 Calidad de sitio	38
3.2.6.1.2 Manejo	40
3.2.6.1.3 Superficie anual de corta y superficie anual de - plantación	43
3.2.6.2 Clasificación de los Volúmenes Obteni- dos en el proceso de proyección	44
4. RESULTADOS	46
4.1 Antecedentes Específicos	46
4.1.1 Clima	46
4.1.2 Relieve	55
4.1.3 Suelos	57
4.1.4 Hidrografía	59
4.1.4.1 Principales Aportes de Agua	59
4.1.4.2 Otros Aportes de Agua	87

	<u>Página</u>
4.1.5 Infraestructura Vial y Portuaria	88
4.1.5.1 Red Ferroviaria	88
4.1.5.2 Puertos	88
4.1.5.3 Red Caminera	89
4.2 Aptitud de Uso de los Terrenos del Area	96
4.3 Plantaciones Forestales	102
4.3.1 Distribución de Superficies de Plantaciones Forestales en el Area de Estudio según Regiones y Provincias.	103
4.3.2 Distribución de Superficies de Plantaciones de <u>Pi</u> no Insigne según Edad.	105
4.4 Area Potencial para Plantaciones Forestales	107
4.5 Proyección de Superficies de Plantaciones y Determinación de la Oferta Futura de Madera en Pie.	109
4.5.1 Volumen aportado por el raleo de las plantaciones	115
4.5.2 Volúmenes cúbicos y aserrables agrupados según disponibilidad.	116
4.5.3 Evolución anual de las superficies forestadas, reforestadas y explotadas.	121
4.5.4 Evolución Anual de la Superficie Total de <u>planta</u> ciones de Pino Insigne.	124
5. PERSPECTIVAS DE DESARROLLO INDUSTRIAL FORESTAL	127
6. CONCLUSIONES	128
7. BIBLIOGRAFIA	134
ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

	<u>Página</u>
CUADRO N° 1. Regiones, provincias y comunas comprendidas en el área de estudio.	6
CUADRO N° 2. Distancias aproximadas (kilómetros) a principales centros consumidores de madera y puertos cercanos.	9
CUADRO N° 3. Detalle de la información obtenida en cada uno de los estratos de edad de la población.	25
CUADRO N° 4. Características cualitativas y cuantitativas de las clases de sitio consideradas.	39
CUADRO N° 5. Características de la operación de raleo según clase de sitio.	40
CUADRO N° 6. Estado del rodal promedio en pie según sitio antes de la intervención.	42
CUADRO N° 7. Estado del rodal promedio en pie según sitio después de la intervención.	43
CUADRO N° 8. Valores de las principales variables bioclimáticas según tipo climático.	49
CUADRO N° 9. Resumen de las precipitaciones registradas en algunas estaciones meteorológicas ubicadas en el área de estudio.	51
CUADRO N° 10. Resumen de caudales medios mensuales (m^3/seg) en La Obra (1914-1956).	62
CUADRO N° 11. Caudales medios mensuales (m^3/seg) del río Maipo en Naltahue (1948-1957).	63
CUADRO N° 12. Medidas aisladas de caudales de los ríos de la cuenca del río Maipo y sus principales afluentes.	64
CUADRO N° 13. Medidas aisladas de caudales de esteros que entregan sus aguas al embalse Rapel.	68

	<u>Página</u>
CUADRO N° 14. Resumen de caudales medios mensuales (m^3/seg) para el río Cachapoal en Coya (1915-1962).	69
CUADRO N° 15. Resumen de caudales medios mensuales (m^3/seg) para el río Tinguiririca en Bajo Junta (1944-1958).	70
CUADRO N° 16. Medidas aisladas de caudales de los ríos Tinguiririca, Cachapoal y sus afluentes.	71
CUADRO N° 17. Resumen de caudales medios mensuales (m^3/seg), río Tenobajo junta con río Claro. (1947-1962).	75
CUADRO N° 18. Resumen de caudales medios mensuales (m^3/seg), río Lon tué bajo junta de río Colorado con río Palos (1941-1961).	76
CUADRO N° 19. Medidas aisladas de caudales de los ríos de la cuenca del Mataquito.	77
CUADRO N° 20. Listado y superficie de cuencas con origen en la cordillera de la Costa.	79
CUADRO N° 21. Resumen de antecedentes básicos de las principales cuencas del área de estudio que nacen en la cordillera de la Costa.	85
CUADRO N° 22. Distancia vía ferrocarril a poblados del área de estudio.	88
CUADRO N° 23. Longitud de la red caminera del área de estudio según calidad de caminos, región y provincia.	90
CUADRO N° 24. Densidad caminera por unidad de superficie del área de estudio según calidad de caminos, región y provincia.	92
CUADRO N° 25. Comparación de la densidad caminera según calidad de caminos, entre el área de estudio y la VIII Región.	93
CUADRO N° 26. Comparación de la densidad caminera según calidad de caminos entre el área de estudio y la provincia de Concepción.	95
CUADRO N° 27. Superficie de los terrenos del área de estudio clasificada en Clases de Capacidad de Uso, según regiones y provincias.	97

		<u>Página</u>
CUADRO N° 28.	Superficie de los suelos del área de estudio según aptitud de uso, región y provincia.	101
CUADRO N° 29.	Superficie de plantaciones forestales en el área estudiada.	102
CUADRO N° 30.	Superficie de plantaciones de pino insigne y eucalipto según región y provincia, a octubre de 1982 (rodales mayores a 5 ha).	103
CUADRO N° 31.	Superficie de plantaciones de pino insigne según edad y región a octubre de 1982 (rodales mayores a 5 ha).	105
CUADRO N° 32.	Estado de ocupación de los terrenos de aptitud forestal en el área de estudio, según regiones y provincias.	109
CUADRO N° 33.	Situación actual y esperada de la superficie y volumen cúbico en pie (m^3 ssc) según edad al final de cada período.	110
CUADRO N° 34.	Distribución del volumen cúbico actual y futuro de las plantaciones según rango de edad y año.	112
CUADRO N° 35.	Volumen cúbico producto del raleo a la edad de 15 años.	115
CUADRO N° 36.	Resumen de los volúmenes cúbicos en pie obtenidos al final de cada período, clasificados según disponibilidad.	116
CUADRO N° 37.	Oferta de volumen aserrable para cada período.	120
CUADRO N° 38.	Superficie plantada y explotada anualmente.	122
CUADRO N° 39.	Evolución anual de la superficie de plantaciones en el área de estudio (a diciembre de cada año).	125

INDICE DE GRAFICOS

	<u>Página</u>
GRAFICO N° 1. Representación de los rendimientos volumétricos según edad y clase de sitio. Plantaciones de pino insigne no manejadas.	36
GRAFICO N° 2. Representación de los rendimientos volumétricos según edad y clase de sitio. Plantaciones de pino insigne sometidas a manejo.	37
GRAFICO N° 3. Diagrama ombrotérmico de Gaussen-Walter de las estaciones meteorológicas de Punta Angeles y Constitución.	52
GRAFICO N° 4. Variación mensual de las temperaturas máximas medias y mínimas medias de las estaciones meteorológicas de Punta Angeles y Constitución.	53
GRAFICO N° 5. Variación mensual de la humedad relativa de las estaciones meteorológicas de Punta Angeles y Constitución.	54
GRAFICO N° 6. Perfiles longitudinales del cauce principal de los esteros más importantes ubicados en el área de estudio.	86
GRAFICO N° 7. Distribución de superficies clasificadas según Clases de Capacidad de Uso, V Región.	98
GRAFICO N° 8. Distribución de superficies clasificadas según Clases de Capacidad de Uso, VI Región.	99
GRAFICO N° 9. Distribución de superficies clasificadas según Clases de Capacidad de Uso, VII Región.	100
GRAFICO N° 10. Representación gráfica de las superficies de plantaciones existentes en el área de estudio según regiones.	104
GRAFICO N° 11. Superficie de plantaciones de pino insigne, según edad. Area costera Maipo-Mataquito.	106

	<u>Página</u>
GRAFICO N° 12. Situación actual y esperada de la superficie, según edad al final de cada período.	112
GRAFICO N° 13. Situación actual y esperada del volumen cúbico en pie (m^3 ssc), según edad al final de cada período.	114
GRAFICO N° 14. Volúmenes cúbicos en pie según disponibilidad al final de cada período.	117
GRAFICO N° 15. Evolución de los volúmenes cúbicos según disponibilidad y período.	119
GRAFICO N° 16. Evolución anual de la superficie plantada y explotada en el área de estudio.	123
GRAFICO N° 17. Evolución anual de la superficie plantada en el área de estudio.	126

INDICE DE FIGURAS

	<u>Página</u>
FIGURA N° 1. División Administrativa del área de estudio.	5
FIGURA N° 2. Ubicación de las principales vías de acceso al área de estudio.	7
FIGURA N° 3. Etapas metodológicas abordadas por el presente estudio.	13
FIGURA N° 4. Sistema de ordenamiento de cauces de Horton	18
FIGURA N° 5. Tipos de drenaje	19
FIGURA N° 6. Regiones climáticas del área de estudio según Di Castri.	48
FIGURA N° 7. Formas de relieve predominantes en el área de estudio.	56
FIGURA N° 8. Grupos de suelos predominantes en el área de estudio.	58
FIGURA N° 9. Cuenca del río Maipo.	61
FIGURA N° 10. Cuenca del río Rapel.	67
FIGURA N° 11. Cuenca del río Mataquito.	74
FIGURA N° 12. Matriz de comunicaciones viales.	94

INDICE DE ANEXOS

	<u>Página</u>
ANEXO N° 1. Formularios de Terreno	137
ANEXO N° 2. Tablas de rendimiento para plantaciones de pino insignie ubicadas en el área de estudio.	143
ANEXO N° 3. Variables de estado según edad y clase de sitio para plantaciones de pino insignie sin manejo, ubicadas en el área de estudio.	145
ANEXO N° 4. Datos climáticos de estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio.	149
ANEXO N° 5. Distancias aproximadas (Km) según calidad de caminos desde algunas localidades ubicadas en el área de estudio a principales centros consumidores de productos forestales y puertos cercanos.	152
ANEXO N° 6. Superficie y volumen cúbico en pie (m^3 ssc) al final de cada período, según edad y clase de sitio.	156
ANEXO N° 7. Resumen de volúmenes según disponibilidad y clase de sitio.	167
ANEXO N° 8. Programa computacional para la provección de superficies y determinación del volumen en pie.	169

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo principal la determinación de la oferta actual y futura de madera proveniente de las plantaciones forestales de pino insigne, existentes en la zona de secano costero, comprendida entre los ríos Maipo y Mataquito. El período considerado en la proyección de superficies y determinación del volumen en pie alcanzó a 20 años. Los resultados de la proyección se obtuvieron cada 5 años, a partir de 1982. Además, y con el objeto de aportar antecedentes básicos para futuros estudios sobre posibilidades de aprovechamiento de la madera, tanto para la industria de aserradura como celulosa o papel, se realizó una recopilación bibliográfica de información climática, edáfica, morfológica e hidrográfica. La cartografía elaborada permitió obtener información adicional sobre la red hidrográfica del área y determinar las características de la infraestructura vial de la zona. Se obtuvo adicionalmente el área potencial para plantaciones forestales.

Los principales resultados del estudio fueron los siguientes :

- En cuanto a las condiciones ecológicas del área los antecedentes del suelo, clima y morfología permitieron concluir que no existen limitantes serias para el establecimiento de nuevas plantaciones de pino insigne en el área. Deberán estudiarse sin embargo, las restricciones que impongan a las plantaciones de pino los terrenos con aptitud de uso forestal ubicados entre el río Maipo y Punta Topocalma.
- El área potencial para la creación de nuevas plantaciones alcanza a 230.851 há.

- El incremento medio anual de las plantaciones pineras existentes, alcanza a $16 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$, cifra que si bien es más baja que aquellas registradas en Concepción o Arauco y superior a aquellas alcanzadas en la zona de los arenales de la VIII Región, es interesante debido a la magnitud a que alcanza la superficie plantada en el área.
- La superficie y volumen en pie actual de las plantaciones de pino insigne del área estudiada, alcanza a 71.454 ha y $3.480.110 \text{ m}^3$ sólidos sin corteza respectivamente.
- La superficie plantada con pino insigne en el área de estudio llegará de acuerdo a los supuestos del estudio, a 113.596 ha en el año 2002.
- El volumen en pie (en m^3 sólidos sin corteza, considerando un índice de utilización de 10 cm) durante los próximos 5, 10, 15 y 20 años será de : $7.109.386 \text{ m}^3 \text{ ssc}$, $12.457.311 \text{ m}^3 \text{ ssc}$, $18.801.443 \text{ m}^3 \text{ ssc}$ y $21.109.894 \text{ m}^3 \text{ ssc}$, respectivamente.
- El volumen en pie disponible para la corta inmediata en los próximos 5, 10, 15 y 20 años será de : $1.037.280 \text{ m}^3 \text{ ssc}$, $490.900 \text{ m}^3 \text{ ssc}$, $3.420.699 \text{ m}^3 \text{ ssc}$ y $10.275.743 \text{ m}^3 \text{ ssc}$, respectivamente.
- La oferta de materia prima señalada en el acápite anterior, permitirá sustentar en el futuro un complejo industrial forestal que incluya una planta de celulosa de tamaño similar a las existentes en la VII y VIII Regiones, constituyéndose así el área en un importante centro de producción forestal del país.

PERSPECTIVAS DE DESARROLLO FORESTAL DEL AREA
SECANO COSTERO MAIPO - MATAQUITO

1. INTRODUCCION

Desde que fuera creada, hace ya 44 años, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), ha mantenido hasta la fecha un constante interés en proyectos de desarrollo industriales de escala regional. Especial atención han recibido en este sentido aquellos basados en el uso de los recursos naturales, y entre éstos, aquellos cuyo objetivo es el acrecentamiento y desarrollo de la industria forestal del país. Dentro de este contexto es que se sitúa el presente estudio titulado "Perspectivas de Desarrollo Forestal del Area Costera Maipo - Mataquito", cuyo objetivo primordial es la determinación de la oferta actual y futura de madera proveniente de las plantaciones forestales de pino insigne, existentes en el área de secano costero, comprendida entre los ríos Maipo y Mataquito. La idea de proyecto nació como producto de las conversaciones sostenidas entre el Departamento Forestal de CORFO y el Instituto Forestal, en las que se vislumbró la gran importancia potencial del área, cuya superficie alcanza a 396.064 ha, que en la actualidad sustenta un total de 71.454 ha de plantaciones de pino insigne, de las cuales el 89% están concentradas en el rango de edad 0 - 12 años.

El área de estudio ha sido considerada durante mucho tiempo como económicamente deprimida. En este sentido, un poco de historia revela que en gran medida el fenómeno obedece al mal uso del suelo. En efecto, más del 70% de la superficie territorial del área corresponde a suelos

de clase de capacidad de uso VII, los que de acuerdo a los esquemas de conservación de suelos, no son aptos para la agricultura. Sin embargo estos fueron sometidos a monocultivos agrícolas durante más de un siglo, iniciándose así una transformación del paisaje natural, que dió origen a un paisaje nuevo pero desequilibrado en las relaciones suelo-agua-planta, relación que dejó de ser óptima. La recuperación del equilibrio en algunos sectores es muy incierta de no administrarse las medidas técnicas necesarias para impedir un mayor deterioro y si al mismo tiempo no se preparan los planes de desarrollo que tengan como objetivo central integrar esos terrenos a la producción, considerando para ellos su verdadera aptitud de uso (CONAF 1979).

El primer esfuerzo para elevar el desarrollo del área y recuperar terrenos erosionados, se realizó entre los años 1969 y 1978 en la zona costera de la antigua provincia de Colchagua (Hoy Cardenal Caro). Durante dicho período, el Estado a través de la Corporación de Reforestación (COREF), en sus inicios y Corporación Nacional Forestal (CONAF), posteriormente, ejecutó labores de plantación forestal de grandes extensiones con la especie Pinus radiata D.DON. Las plantaciones obedecieron a las pautas estipuladas en un Plan de Forestación, denominado "Plan Colchagua". Según CONAF (1981) este programa sirvió de modelo a las plantaciones masivas de pino insigne en todo el país.

Importa entonces destacar que aunado al gran esfuerzo desplegado por el Estado entre los años 1969 y 1978, para crear un recurso cuya importancia económica no se discute, deberán existir otros que señalen las alternativas de utilización más adecuadas para este.

El presente estudio junto con destacar los límites a los que alcanzará el volumen de madera proveniente de las plantaciones en los próximos

20 años, aporta la información básica necesaria para efectuar estudios de prefactibilidad para aquellas alternativas industriales más interesantes. Se piensa, justificadamente, que la instalación de una planta de celulosa o complejos industriales integrados de la madera, permitirán acrecentar el desarrollo económico futuro de esta área y por ende el desarrollo del país.

2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1 Ubicación Geográfica.

El área de estudio está ubicada en la Cordillera de la Costa de Chile central, entre los paralelos 33°35' y 35°05' de Latitud Sur. Los meridianos entre los cuales se enmarca aproximadamente el área son 72°15' y 71°45' Longitud Oeste.

Los límites físicos que definen el área de estudio son los siguientes :

- Por el Norte el río Maipo
- Por el Sur el río Mataquito
- Por el Oeste el Océano Pacífico
- Por el Este una línea Norte-Sur que corre aproximadamente paralela al estero Nilahue en su límite sur. Posteriormente corre por la divisoria de aguas de las vertientes occidental y oriental entre los puntos denominados Nilahue y Pailimo. A la altura de Litueche el límite se acerca al Océano Pacífico y desde este punto hacia el Norte corre paralelamente a la costa hasta el río Maipo.

2.2 División Administrativa.

La zona en cuestión, abarca parte de las Regiones V, VI y VII. Está formada además por retazos de las provincias de San Antonio, Colchagua, Cardenal José María Caro y Curicó.

La representación esquemática de los límites administrativos en el área, se presenta en la Figura N° 1.

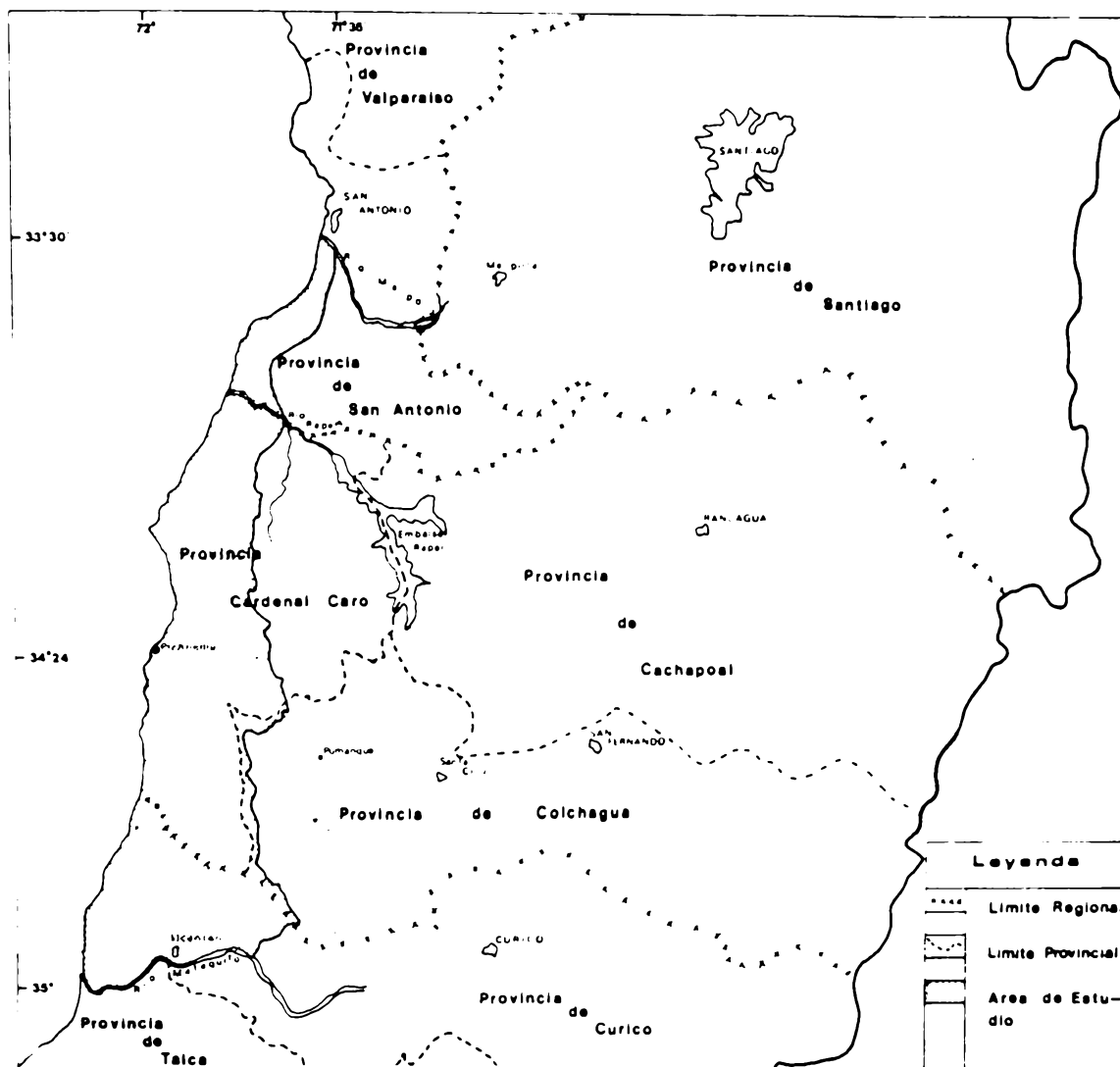


FIGURA N° 1. División Administrativa del Area de Estudio.

De la figura anterior se desprende que gran parte de la zona está comprendida por la provincia Cardenal José María Caro. La provincia que tiene la más baja participación dentro del área, es la de Colchagua. A un nivel regional, la VI Región es la que presenta la mayor extensión dentro del área.

El número de comunas que comprende la zona, alcanza a un total de 12, cinco de las cuales están cubiertas en su totalidad. El resto sólo tiene cobertura parcial. A manera de resumen se presenta en el Cuadro N° 1, el detalle de las regiones, provincias y comunas incorporadas en el presente estudio.

CUADRO N° 1. Regiones, provincias y comunas comprendidas en el Área de Estudio.

Región	Provincia	Comuna
V	San Antonio	Santo Domingo
VI	Cardenal Caro	Navidad (*) Litueche Marchihue La Estrella Pichilemu (*) Paredones (*)
	Colchagua	Pumanque Lolol
VII	Curicó	Vichuquén (*) Licantén (*) Hualañé

(*) Indica las comunas que están comprendidas íntegramente en el Área de Estudio.

2.3 Vías de Acceso.

Las principales vías de acceso al área de estudio se presentan en la Figura N° 2.

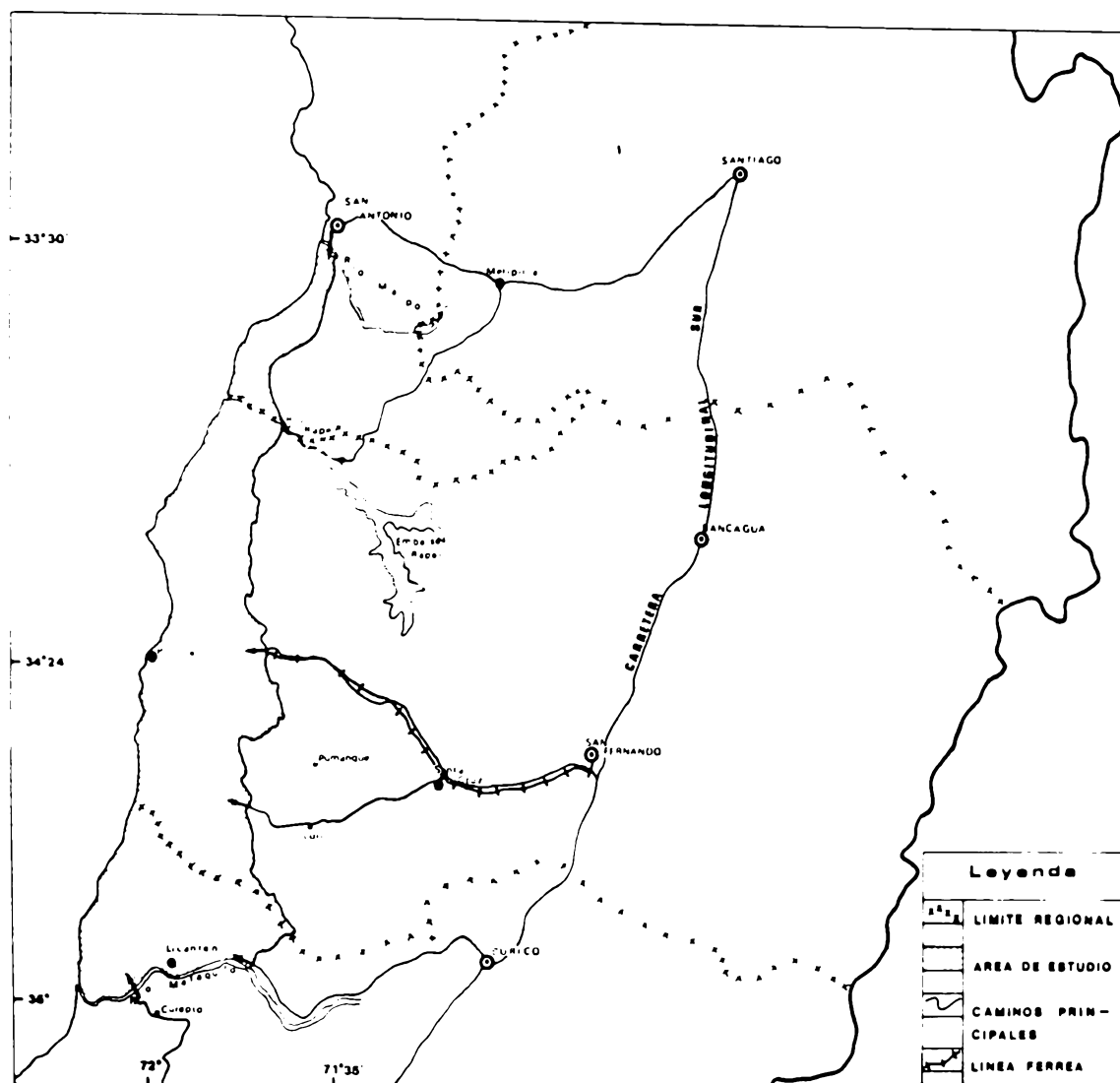


FIGURA N° 2. Ubicación de las principales vías de acceso al Area de Estudio.

Los caminos representados en la figura anterior son transitables durante todo el año. La carpeta de rodado del tramo Santiago - San Antonio está pavimentada en su totalidad. En los caminos restantes gran parte del trazado está ripiado y existen además tramos pavimentados o asfaltados.

El trazado para la circulación de ferrocarriles entre la ciudad de San Fernando y Pichilemu es expedito durante todo el año. La empresa de Ferrocarriles del Estado que administra la vía, ofrece atención permanente para el transporte de carga y pasajeros.

Las distancias aproximadas desde diferentes localidades ubicadas en el área de estudio a puntos geográficos de interés comercial, ubicados fuera del área de estudio, se presentan en el Cuadro N° 2.

CUADRO N° 2. Distancias aproximadas (kilómetros) a Principales Centros Consumidores de Madera y Puertos cercanos.

A DE	Ciudades								Puertos		
	Santiago	Rancagua	San Fernando	Curicó	Talca	Constitución	Linares	Chillán	San Antonio	Valparaíso	San Vicente
Rapel	147,5	143,0	195,0	252,0	320,0	423,0	374,0	477,0	52,7	154,7	590,0
Navidad	160,5	156,0	200,8	265,0	333,0	436,0	384,0	487,0	65,7	167,7	600,0
Punta Topocalma	202,8	183,6	131,6	188,6	256,6	359,6	310,6	413,6	123,2	225,2	526,6
Pichilemu	218,0	177,0	125,0	182,0	250,0	353,0	304,0	407,0	138,4	240,4	520,0
Paredones	231,6	143,0	91,0	120,2	152,9	255,9	206,9	309,9	174,9	276,9	422,9
Bucalemu	247,6	159,0	107,0	136,2	168,9	271,9	222,9	325,9	190,9	292,9	438,9
Vichuquén	265,0	177,0	125,0	97,2	106,5	209,5	160,5	263,5	224,9	326,9	376,5
Licantén	281,5	193,2	141,2	88,5	97,6	200,6	151,6	254,6	241,1	343,1	367,6
Hualañé	305,9	204,9	152,9	69,5	78,6	181,6	132,6	235,6	315,4	417,4	348,6

3. MATERIAL Y METODO

3.1 Material.

Para la ejecución de este estudio, se utilizaron los materiales que se describen a continuación.

Material Cartográfico

- Overlay de erosión, escala 1: 20.000, confeccionado por IREN.
- Cartas del Instituto Geográfico Militar, escala 1: 250.000.
- Cartografía Forestal de las plantaciones de pino insigne y eucalipto de la V, VI y VII Regiones, escala 1: 50.000, perteneciente a IREN, 1980 - 81.
- Carta Generalizada de Capacidades de Uso, escala 1: 250.000, confeccionadas por IREN, 1962.
- Cartografía anexa del Estudio Integrado de los Recursos Renovables de las provincias de O'Higgins y Colchagua, IREN, 1973.
- Cartografía anexa del Estudio Perspectivas de Desarrollo de los Recursos de la VII Región, IREN, 1979.
- Carta Caminera escala 1: 250.000, Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Dirección de Vialidad. Actualizada a 1982.

Material Fotográfico

- Fotografías aéreas pancromáticas escala 1: 30.000 del vuelo CIII-30, SAF - CORFO, 1980.
- Fotomosaicos escala 1: 50.000, confeccionados por IREN.

- Mapa de imágenes de satélites en falso color, escala 1: 1.000.000 del año 1973 - 75, confeccionado con imágenes LANDSAT, escala 1: 1.000.000 por el United States Department of the Interior Geological Survey.

Instrumentos para la Fotointerpretación y el traspaso de Información a Planos.

- Estereoscopio de espejos Wild.
- Sketchmaster Zeiss.

Sistema Logístico para Operaciones en Terreno.

La planificación del trabajo en esta etapa contempló la formación de una brigada integrada por dos personas : un Ingeniero Forestal y un Práctico Forestal.

La ejecución de las labores desarrolladas en terreno, requirió disponer del siguiente material.

Equipo de Apoyo

- 1 vehículo Jeep doble tracción y equipo accesorio
- 1 prismático
- 1 estereoscopio de bolsillo
- 1 equipo de campaña y elementos accesorios para pernoctar
- 1 machete
- 1 hacha
- 1 manual de operaciones en terreno
- Varios (formularios, tableros, fotos, tiza, cinta plástica, cuerda, etc.).
- 1 motosierra y accesorios
- 1 sierra de arco

Instrumental de Medición

- 1 hipsómetro
- 2 taladros de incremento
- 1 brújula
- 1 sector de diámetro
- 1 huincha de distancia
- 1 regla metálica de 50 cm

Procesamiento de la Información

Para los cálculos y determinación del volumen de las plantaciones se utilizó :

- Computador TEXAS INSTRUMENT TI-990, DX-10, de propiedad de INFOR, en el cual se ejecutaron algunos programas computacionales escritos en FORTRAN IV.
- Mini-computador SINCLAIR ZX-81, de propiedad de INFOR, en el cual se ejecutaron cálculos y programas escritos en lenguaje BASIC.

3.2 Método

Las principales etapas metodológicas abordadas por el presente estudio, se exponen en la Figura N° 3. La exposición y el detalle de estas etapas, se ofrece en los puntos siguientes.

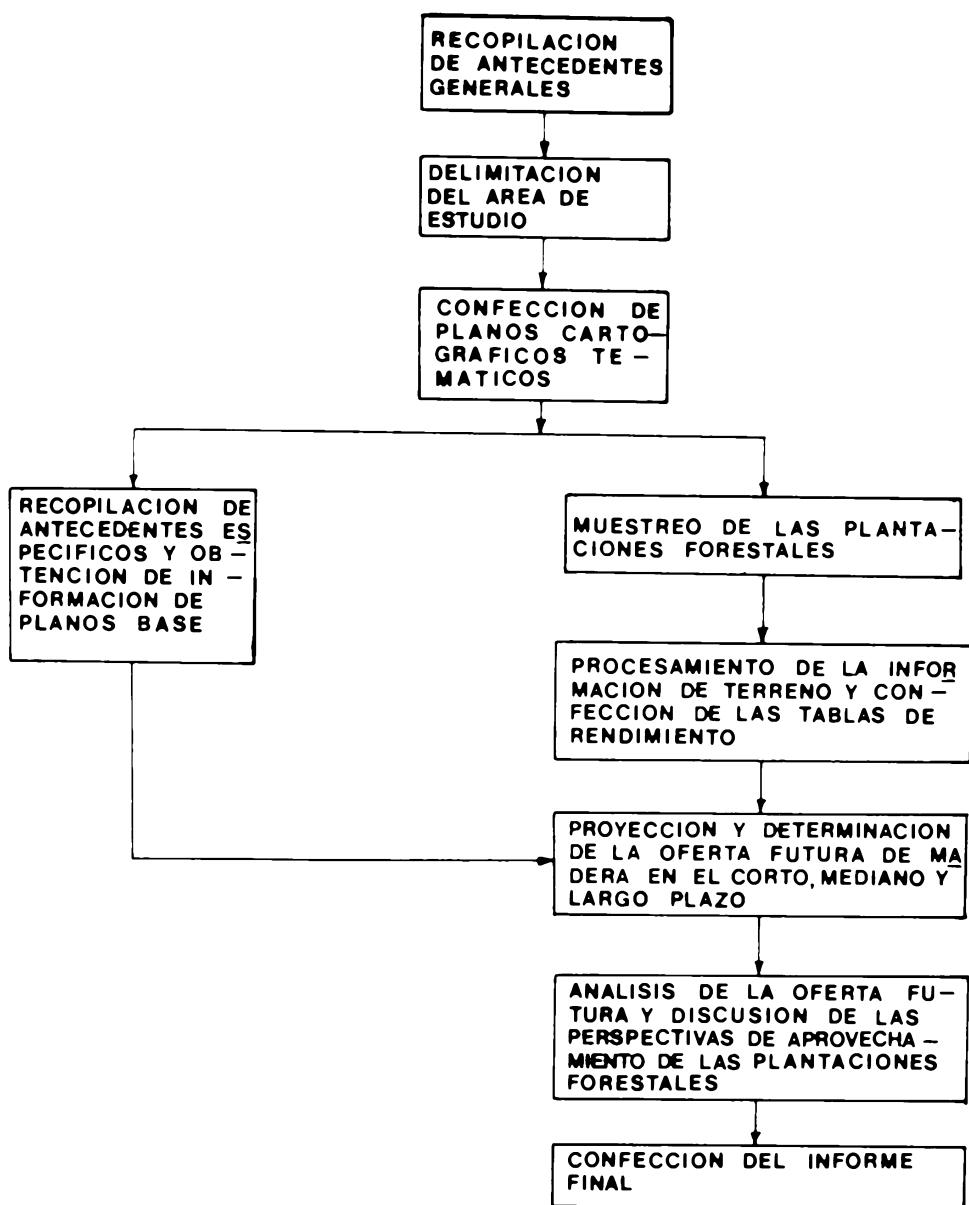


FIGURA Nº 3. Etapas Metodológicas abordadas por el presente estudio.

3.2.1 Delimitación del Area de Estudio.

Básicamente la delimitación del área de estudio estuvo referida al trazado de sólo un límite, el límite Norte-Sur de la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa, entre los ríos Maipo y Mataquito. Es un hecho conocido que la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa presenta condiciones más favorables para el desarrollo de la vegetación. La influencia oceánica permite que la temperatura oscile dentro de rangos relativamente estrechos. Por otra parte la humedad relativa presenta valores mucho más elevados en esta vertiente que en terrenos ubicados al interior. Los aportes hídricos proporcionados por las neblinas facilitan además el desarrollo de la vegetación mayor y arbustiva.

Debido a las características antes expuestas es dable esperar que en términos relativos, la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa presente siempre una mayor densidad vegetal que la vertiente occidental. Utilizando como apoyo este argumento, se procedió a efectuar una delimitación preliminar del área de estudio en base a un mapa de imágenes de satélite en falso color, escala 1: 1.000.000 del año 1973 - 75, confeccionado con imágenes LANDSAT escala 1: 1.000.000 por el United States Department of the Interior Geological Survey.

El análisis de la imagen demostró la validez del supuesto anterior, ya que el límite tentativo (tomando como elementos de interpretación la textura, el color y el tono) coincidió en forma muy aproximada con las altas cumbres de la Cordillera de la Costa que separan la vertiente oriental de la occidental. El límite definitivo sin embargo, se obtuvo efectuando correcciones al límite tentativo, tomando como elementos de apoyo mosaicos fotográficos escala 1: 50.000 del IREN, el mapa de las plantaciones forestales del área elaborado por INFOR en 1981, y un mapa con la delimitación del secano costero de las provincias de O'Higgins y Colchagua, proveniente del estudio integrado de las mismas provincias, realizado por IREN en 1973.

3.2.2 Confección de Planos Cartográficos Temáticos.

La ejecución del presente estudio, demandó la elaboración de planos temáticos con el fin de localizar y cuantificar la extensión de los recursos disponibles en el área de estudio. La base cartográfica utilizada para estos efectos fue la carta preliminar del Instituto Geográfico Militar, escala 1: 250.000.

3.2.2.1 Plano de Plantaciones Forestales.

La confección del plano de las plantaciones forestales del área de estudio, se llevó a cabo utilizando como apoyo las cartas de localización de plantaciones forestales escala 1: 50.000 de las Regiones V, VI y VII. Esta información, perteneciente a IREN-CORFO, fue obtenida entre los años 1980 y 1981, como parte de las actividades realizadas en el inventario de plantaciones efectuado en dichas Regiones. A través de sucesivas reducciones de las cartas señaladas se logró obtener el plano de las plantaciones del área a escala 1: 250.000. Las plantaciones consideradas corresponden a las de Pinus radiata D.DON y diferentes especies del género Eucalyptus, con una extensión mínima de 5 ha.

3.2.2.2 Plano de Terrenos de Aptitud Forestal.

Para confeccionar este plano se superpuso el plano base escala 1: 250.000 con la carta generalizada de capacidad de uso a escala 1: 250.000 (IREN, 1962). De la carta generalizada de capacidad de uso sólo se transfirieron al plano base los límites de los terrenos con Clase de Capacidad de Uso VI y VII. Posteriormente se realizó una revisión de los límites de clases de capacidad de uso utilizando mosaicos fotográficos escala 1: 50.000.

3.2.2.3 Plano de Plantaciones Forestales y Terrenos de Aptitud Forestal.

Este plano fue elaborado con el objeto de localizar y cuantificar los terrenos disponibles (sin plantaciones) de aptitud forestal. Para tal efecto se recurrió a la superposición del plano de plantaciones forestales con el plano de terrenos de aptitud forestal. Adicionalmente se distinguieron con una leyenda diferencial las plantaciones ubicadas en terrenos de Clase de Capacidad de Uso VI de aquellas ubicadas en terrenos de Clase de Capacidad de Uso VII.

3.2.2.4 Plano de la Red Hidrográfica.

La Red Hidrográfica de la zona de estudio fue obtenida a partir de la información contenida en la carta preliminar del Instituto Geográfico Militar, escala 1: 250.000. De esta carta, se transfirieron al plano de red hidrográfica todos los cursos de agua existentes en el área, y posteriormente se delimitaron las cuencas hidrográficas ubicando la divisoria de aguas en la Carta Preliminar del Instituto Geográfico Militar, escala 1: 250.000, con el apoyo de las cartas del mismo Instituto, escala 1: 50.000 y del mapa hoya del río Rapel (IREN, 1973).

3.2.2.5 Plano de Infraestructura Vial.

La confección del plano de infraestructura vial, respondió al objetivo de conocer la localización, longitud y calidad de las vías de transporte terrestre ubicadas dentro del área de estudio. El plano de infraestructura vial se obtuvo por superposición entre el plano base del área de estudio y la carta caminera, escala 1: 250.000 del Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Dirección de Vialidad, actualizada al año 1982. De esta carta se transfirieron todos los caminos del área

de estudio al plano base. Posteriormente se agregaron algunos caminos y senderos no contemplados en la carta caminera de la Dirección de Vialidad. Para estos efectos, se utilizó la Carta Preliminar del Instituto Geográfico Militar, escala 1: 250.000.

3.2.3 Recopilación de Antecedentes Específicos.

El estudio consideró una etapa de recopilación bibliográfica y otra de obtención de información a partir de los planos base, sobre las materias señaladas en los puntos 3.2.3.1 a 3.2.3.6.

3.2.3.1 Clima, Relieve y Suelo.

Los resultados de la revisión bibliográfica se presentan en los puntos 4.1.1, 4.1.2 y 4.1.3, respectivamente.

3.2.3.2 Hidrografía.

El objetivo del estudio hidrográfico del área costera ubicada entre los ríos Maipo y Mataquito fue aportar antecedentes básicos que permitieran identificar en forma preliminar las principales cuencas productoras de agua, con miras a la instalación de una industria de celulosa y/o papel.

A partir del plano de la Red Hidrográfica, utilizando un planímetro lineal digital, se obtuvieron las superficies de cada una de las cuencas delimitadas. A continuación se seleccionaron todas aquellas cuencas cuya superficie fuera superior a 400 Km² para obtener en éstas otros antecedentes básicos importantes. Con apoyo de bibliografía afín se procedió a determinar algunos parámetros básicos que fueran factibles de obtener en las cuencas seleccionadas. Los pa-

rámetros fueron los siguientes :

a) Orden de los cauces existentes.

El ordenamiento de los cauces de una cuenca provee de una base para relacionar características del drenaje de esa cuenca con otros tipos de drenaje y con procesos hidrológicos y erosionales. Existen varios métodos para determinar el orden de los cauces; en éste estudio se empleó el método de Horton (United States Department of Agriculture, 1979), según el cual los cauces de orden superior se extienden desde las partes más altas de la cuenca, incorporando en su recorrido los cauces tributarios (Figura N° 4.).

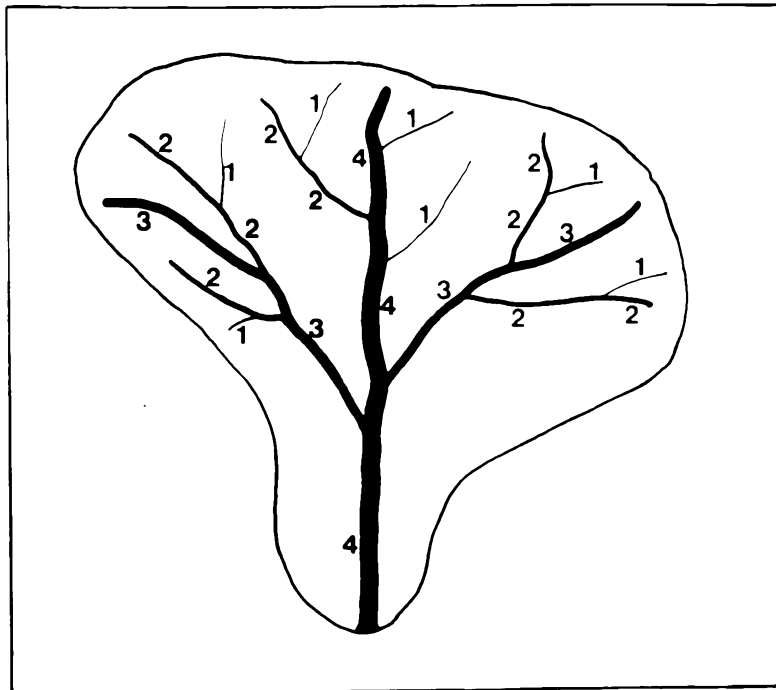


FIGURA N° 4. Sistema de Ordenamiento de Cauces de Horton

b) Longitud de Cauces.

Una vez determinado el cauce principal y el orden de cauces se procedió a medir con curvímeter la longitud de cada orden de cauces, para las cuencas seleccionadas.

c) Tipos de drenaje.

En base a la clasificación de drenajes presentada en la Figura N° 5 se procedió a clasificar el drenaje de cada una de las cuencas principales.

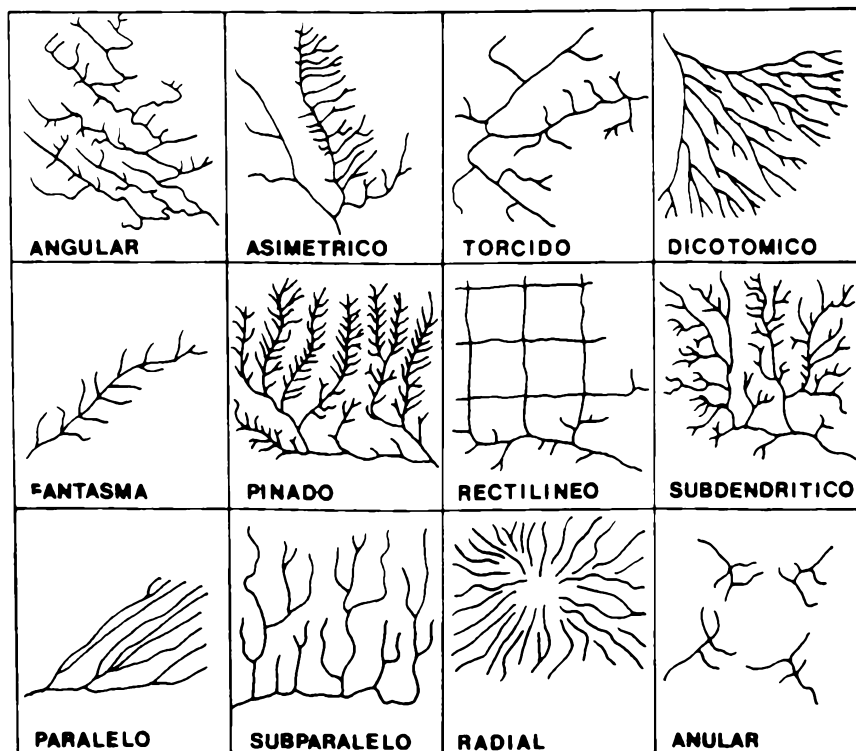


FIGURA N° 5. Tipos de Drenaje.

d) Perfiles Longitudinales y Pendientes Medias.

Con apoyo de la Carta IGM 1: 50.000 se procedió a determinar algunos puntos con cota conocida del cauce principal. Entre dos cotas consecutivas se midió con curvímetro la distancia horizontal en la carta, hasta completar la longitud total del cauce de las cuencas principales, obteniéndose con estos datos un gráfico del perfil longitudinal de las cuencas (Punto 4.1.4.1, Gráfico N° 6). Las pendientes predominantes de los tramos entre dos cotas consecutivas se obtuvieron por medio de la fórmula :

$$\text{Pendiente}_i (\%) = \frac{\text{Diferencia de dos cotas consecutivas (m)}}{\text{Distancia entre dos cotas consecutivas (m)}} \times 100$$

Las pendientes medias se calcularon por medio de la fórmula :

$$\text{Pendiente Media } (\%) = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\text{Pendiente}_i (\%) \times \text{Distancia entre dos cotas (mts) consecutivas correspondientes.} \right]}{\text{Longitud total del cauce principal (mts).}}$$

e) Rango de elevación del cauce principal.

El rango de elevación del cauce principal, se determinó midiendo en la Carta IGM 1: 50.000 las cotas superior e inferior del cauce principal de cada cuenca.

f) Densidad de Drenaje.

La densidad de drenaje se calculó para cada orden de cauce y para cada una de las principales cuencas, por medio de la siguiente fórmula :

$$\text{Densidad de Drenaje} = \frac{\text{Longitud Total del Cauce de Orden (i) (Km)}}{\text{Superficie de la cuenca correspondiente (Km)}^2}$$

Con los resultados obtenidos para las cuencas, se confeccionó posteriormente un cuadro resumen (Ver 4.1.4.1, Cuadro N° 21).

Las cuencas de los ríos Maipo, Rapel y Mataquito recibieron un tratamiento especial, ya que por existir estudios más específicos de cada una de ellas, producto de su importancia, se realizó una revisión bibliográfica de los antecedentes más importantes obtenidos en los diferentes estudios realizados (Ver punto 4.1.4.1).

3.2.3.3 Infraestructura Vial.

A partir del plano de infraestructura vial se obtuvo información referente a longitudes de caminos según calidad, región y provincia. Con los resultados se preparó el Cuadro N° 23 (Ver punto 4.1.5.3). Las longitudes de caminos y vía férrea se midieron con un curvímetro. Posteriormente se calculó la densidad de caminos por Km² de superficie. Los resultados se obtuvieron según calidad de caminos, región y provincia (Cuadro N° 24). Se consideró de interés incluir la distancia a puertos y centros consumidores de productos forestales (Ver Anexo N° 5). Las distancias se midieron con curvímetro y fueron segregadas según calidad de caminos. Se utilizó además información obtenida de la carta caminera escala 1: 250.000 del Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Dirección de Vialidad.

3.2.3.4 Aptitud de Uso de los Terrenos del Area.

De acuerdo con la definición proporcionada por IREN (1972), los terrenos comprendidos en las Clases de Capacidad de Uso VI y VII están imposibilitados de ser cultivados, pudiéndose adaptar exclusivamente a la explotación forestal o ganadera. La Clase VII posee serias limitaciones respecto a las explotaciones ganaderas y es por lo tanto más recomendable su uso forestal. La Clase VI sin embargo, puede adaptarse a uso ganadero, forestal o ganadero-forestal, dependiendo del régimen de precipitaciones, siendo más factible las últimas alternativas de uso cuando existen precipitaciones favorables. Dado que el presente estudio destaca principalmente la alternativa de uso forestal, se ha creído conveniente incorporar los terrenos de Clase de Capacidad de Uso VI al proceso productivo forestal.

En consecuencia, se consideraron como terrenos de aptitud de uso forestal todos aquellos de Capacidad de Uso VI y VII. La superficie de los terrenos de aptitud forestal extraídas del plano "Terrenos de Aptitud Forestal", se presentan en el punto 4.2.

3.2.3.5 Plantaciones Forestales.

La información de la superficie ocupada por las plantaciones de pino insigne y eucalipto en el área de estudio provino de tres fuentes :

- a) La cifra anual de superficie plantada entre 1980 y agosto de 1982 fue facilitada por CONAF (CONAF, 1980, 1981 y 1982).

b) Las superficies de plantaciones clasificadas según edad, de la VI Región y parte de la VII Región, se obtuvieron de los datos proporcionados por el inventario de las plantaciones de las mismas Regiones, realizado por INFOR entre los años 1980 y 1981.

c) La superficie de las plantaciones localizadas en el extremo Norte del área de estudio (Terrenos pertenecientes a la V Región) fue proporcionada por IREN-CORFO.

Para determinar cuales eran las plantaciones que estaban incorporadas al área de estudio, se recurrió al plano de Plantaciones Forestales.

Los resultados de superficie de plantaciones según especie, región, provincia, edad y año de plantación se presentan en el punto 4.3.

3.2.3.6 Area Potencial para Plantaciones Forestales.

La superficie disponible para plantaciones forestales se determinó descontando a la superficie de terrenos de aptitud forestal, la superficie ocupada por plantaciones forestales.

En forma adicional, se intentó estratificar los terrenos disponibles para plantaciones forestales según clases de calidad, en base a la información aportada por los estudios de prioridades de forestación realizados por IREN (IREN, 1973 y 1979). Aunque la información disponible cubría gran parte del área de estudio, fue necesario realizar una clasificación de los terrenos según prioridades de forestación en la parte Norte del área, aquella comprendida entre el río Maipo

y Punta Topocalma, de acuerdo a la metodología de clasificación proporcionada por IREN (1979). El objetivo perseguido con esta clasificación fue entregar antecedentes que permitieran orientar la forestación hacia aquellos terrenos que presentaran las mejores condiciones de sitio. Los resultados obtenidos no aportaron los elementos necesarios para asegurar el cumplimiento del objetivo propuesto, por lo que se decidió no incluirlos.

Los resultados de Areas Potenciales de Plantaciones Forestales, se presentan en el capítulo 4.5.

3.2.4 Muestreo de las Plantaciones de Pino Insigne.

El muestreo de las plantaciones de pino insignie tuvo como objetivo principal la obtención de información para elaborar funciones de rendimiento según sitio.

Para cumplir con el objetivo señalado, la población se dividió en tres estratos de edad en los cuales se realizó el muestreo de atributos, cuya especificación se señala en el Cuadro N° 3.

CUADRO N° 3. Detalle de la información obtenida en cada uno de los estratos de edad de la población.

Estrato de edad	Atributo	Tipo de muestreo	Tipo de información obtenida	Número de muestras
4 - 7	Relación altura - edad	Aleatorio estratificado por edad	Medición de alturas y edades	65
8 - 11	Indices de sitio y volumen	Aleatorio estratificado por edad con asignación proporcional	Análisis fustal	55
			Mediciones dendrométricas	5
11 y más	Indices de sitio y volumen	Aleatorio estratificado por edad con asignación proporcional	Análisis fustal	60
			Mediciones dendrométricas	60

La estratificación de la población en rangos de edad se efectuó antes de llevar a cabo el muestreo de terreno, debido a que se contaba con información de edad para los rodales de pino insigne de una superficie mayor o igual a 25 ha, ubicados en el área.

La distribución de la muestra en cada uno de los estratos de la población, se efectuó en forma aleatoria. En oficina, antes de ejecutar el muestreo se marcaron los rodales seleccionados en cartas IGM escala 1: 50.000. Como apoyo adicional se utilizaron fotografías aéreas escala 1: 30.000, año 1978, CHI-30 SAF-CORFO, las que permitieron facilitar la tarea de acceso a los rodales escogidos.

El muestreo de la relación altura-edad, efectuado en plantaciones cuya edad era de 4-7 años, tuvo por objetivo la obtención de información complementaria para la elaboración de curvas de índices de sitio, y para tal efecto se muestreó un total de 65 rodales. En cada rodal se eligió en forma aleatoria un árbol dominante o codominante al cual se le midió la altura total y la edad; ésta última medida a 30 cm de altura.

El muestreo de índices de sitio, efectuado en plantaciones cuya edad era de 8 - 11 años, también tuvo como objetivo aportar antecedentes para la confección de curvas de índice de sitio, pero a diferencia del tipo de muestreo anterior, en éste se seleccionaron 50 rodales, en cada uno de los cuales se eligió un árbol dominante o codominante que luego fue volteado y trozado cada 1 m. En cada corte se contó el número de anillos y se midió el diámetro, con y sin corteza. La información obtenida se transfirió al Formulario N° 2 (Ver Anexo N° 1). En este estrato de edad se seleccionó además una muestra de 5 rodales con el fin de determinar volumen cúbico en pie. En cada rodal se replanteó en forma aleatoria una unidad de muestreo de 20 x 20 m en la cual se midió el D.A.P. de todos los individuos vivos presentes. Adicionalmente se midieron en los primeros 15 árboles de la unidad de muestreo, las siguientes variables :

- Altura total (m)
- Clase de copa (dominante, codominante, intermedia y suprimida).
- Espesor de corteza a 1,3 m (cm)

También se registró la edad (medida en 5 árboles) y se volteó un árbol en el cual se realizó análisis fustal.

El muestreo de índices de sitio y de volumen efectuado en plantaciones sobre 11 años de edad, permitió obtener información básica para construir las funciones de rendimiento según calidad de sitio. El número de unidades de muestreo consideradas alcanzó a 60, de forma cuadrada y con un tamaño de 0,04 ha. El acceso a la (s) unidad (es) de muestreo dentro del rodal fue aleatoria.

Para efectuar la toma de datos la brigada se adentraba en el rodal 50 - 100 m, enseguida se escogía el árbol al cual se le realizaría análisis fustal y se volteaba. El centro del tocón de este árbol pasaba a ser automáticamente el centro de la unidad de muestreo. Desde este punto se visaban los extremos de la unidad de muestreo, evitando el paralelismo de sus lados con las líneas de plantación. A continuación se realizaba el registro de los datos en formularios diseñados para tal propósito, copia de los cuales se presentan en el Anexo N° 1.

Se evitó en lo posible replantar las unidades de muestreo en sectores del rodal, dañados por temporales de viento.

Posterior a la finalización del muestro de volumen (realizado en plantaciones cuya edad era mayor de 11 años) se vió la necesidad de ampliar el tamaño de muestra de este estrato, especialmente el de las plantaciones cuya edad superaba los 18 años. Básicamente esta ampliación de debió a dos razones. La primera fue que en el área de estudio, la presencia de rodales mayores de 25 ha y mayores de 18 años de edad es muy escasa. La muestra inicial contemplaba la visita de terreno a todos los rodales que tenían estas características. La segunda razón fue que un porcentaje apreciable de los rodales escogidos a priori habían sido explotados o estaban en proceso de corta. Así, el pequeño tamaño de muestra obtenido hacía insostenible la representatividad de la tabla de rendimiento para las edades avanzadas. La situación antes expuesta, obligó

a rastrear la zona de estudio en busca de rodales que tuvieran edades avanzadas. Para tal efecto se siguieron 2 etapas consecutivas. La primera de ellas fue determinar la edad de los rodales de pino insigne cuya superficie estuviera comprendida entre 5 y 25 ha. La cartografía forestal escala 1: 50.000 obtenida por INFOR (1981) sirvió de apoyo para este efecto. El número de rodales adicionales obtenidos para completar la muestra tampoco fue el adecuado. La segunda etapa consistió en una foto interpretación de la cubierta fotográfica CHI-30, SAF-CORFO, escala 1: 30.000, 1980, para localizar rodales de pino insigne que tuvieran menos de 5 ha de superficie. De un total aproximado de 30 rodales escogidos en la foto y visitados en terreno, sólo 12 de éstos proporcionaron antecedentes para completar el número de unidades de muestreo finalmente utilizadas, cuyo número alcanzó a 60.

3.2.5 Procesamiento de la información de terreno y elaboración de funciones de rendimiento.

Una vez realizado el muestreo y recogida la información pertinente, la primera actividad del procesamiento de los datos fue el chequeo general de los formularios de terreno. Ello se efectuó con el fin de detectar posibles omisiones de información. En esta etapa se ordenaron los formularios según tipo de muestreo y se procedió a normalizar la información de edades medidas con tarugos de incremento y aquellas registradas al efectuarse el análisis fustal. Se incorporó además la corrección de edad por cambio de estación (verano-otoño). También se comparó en algunos casos la información de los formularios, con otra que había sido registrada previamente por el Instituto Forestal (INFOR, 1981).

La segunda etapa del procesamiento abarcó la construcción de curvas de índices de sitio para el área de estudio. La curva general de sitio se obtuvo para las plantaciones cuyo rango de edad oscilaba entre 10 y 25 años. Para la construcción de la curva general de sitio, se consideraron los datos de altura y edad provenientes de las unidades de muestreo mayores de 10 años de edad.

El modelo ajustado fue :

$$\text{Ln } A = a + b/E \quad (\text{Fuente : INFOR, 1970})$$

donde : A = Altura media de los árboles dominantes y codominantes (m).

a, b = Constantes de regresión

E = Edad (años)

Ln = Logaritmo natural

El resultado obtenido fue :

$$\text{Ln } A = 3.67 - 11.60/E$$

$$n = 51$$

Sobre la base del modelo anterior, se procedió a determinar clases de sitio para el área de estudio. Para tal efecto, se tabuló en clases de sitio de 1 metro el índice de sitio observado en cada una de las parcelas de muestra mayores de 10 años de edad. El cuadro siguiente ilustra el procedimiento utilizado para la clasificación.

Indice de sitio a los 20 años	Frecuencia	%
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		

Como resultado de la agrupación de los índices de sitio observados en clases de intervalo, se obtuvo una distribución normal sesgada con una moda situada en el rango de clase de índice de sitio 22 - 24. Arbitrariamente, se estratificó entonces la distribución de frecuencia en tres clases de sitio. Las clases de sitio definidas fueron las siguientes :

Clase de sitio	Rango de índice de sitio	Indice de sitio promedio
I	25 - 28	26.6
II	22 - 24	23.1
III	18 - 21	19.6

A continuación se obtuvieron expresiones matemáticas, para conocer la evolución de la altura media de los árboles dominantes y codominantes según clases de sitio. Estas expresiones fueron las siguientes :

Para sitio I

$$H_{DOM_t} = 26.6 \quad e^{-11.60 \left(\frac{1}{E_t} - \frac{1}{20} \right)}$$

Para sitio II

$$H_{DOM_t} = 23.1 \quad e^{-11.60 \left(\frac{1}{E_t} - \frac{1}{20} \right)}$$

Para sitio III

$$H_{DOM_t} = 19.6 \quad e^{-11.60 \left(\frac{1}{E_t} - \frac{1}{20} \right)}$$

donde :

H_{DOM_t} = Altura de los árboles dominantes y codominantes a la edad t.

E_t = Edad (años)

e = 2,71828 (base logaritmos naturales)

Posteriormente, se llevó a cabo la cubicación de las unidades muestrales. Para tal efecto se utilizó una de las funciones generales de volumen para pino insignie, elaboradas por el Instituto Forestal (INFOR, 1974). El volumen se obtuvo en m^3 ssc*, hasta un $IU^{**} = 10$ cm.

* ssc = sólidos sin corteza

** IU = índice de utilización

Una vez realizada la cubicación de las unidades muestrales, se intentó utilizar el simulador ^{***}RADIATA para la determinación de rendimientos volumétricos futuros de las plantaciones de pino insignie ubicadas en el área de estudio. Para ello, primeramente se efectuó una prueba de ajuste de los resultados entregados por el simulador con los valores observados de terreno. El parámetro considerado fue el volumen. En este sentido, se encontró que el simulador RADIATA entregaba volúmenes que tenían un importante sesgo positivo, que decrecía con la edad desde aproximadamente + 75% para 10 años, hasta + 6% para los 20 años. Aun cuando este sesgo pudo corregirse, el principal problema que se presentó para adoptar el uso del simulador RADIATA, estribó en que los datos que sustentaron la construcción de las relaciones funcionales del sistema provienen de la zona de Concepción, Arauco, Arenales y Maule, en las cuales las plantaciones de pino presentan características de crecimiento y densidad muy diferentes a las que tienen en el área de estudio.

Debido a los factores antes indicados se prefirió preparar funciones de rendimiento con la información obtenida en terreno y realizar las proyecciones de superficie y determinación de volúmenes manualmente (Ver 3.2.6) y (Anexo N° 8).

La construcción de funciones de rendimiento para las plantaciones de pino insignie sometidas a manejo y no manejadas tuvo elementos comunes, entre los cuales destacan los siguientes :

*** RADIATA = Programa computacional en lenguaje FORTRAN IV, que simula el desarrollo a través del tiempo, de un bosque de pino insignie sometido a condiciones variables de manejo (CORFO, 1982).

a) Modelo utilizado.

La expresión matemática del modelo utilizado fue :

$$V = a R_{25} e^{-b/E}$$

donde :

V = Volumen cúbico, m^3 ssc

R_{25} = Rendimiento obtenido a la edad de rotación (25 años) en m^3 ssc.

a, b = Constantes de regresión

E = Edad (años)

e = 2,71828 ... (base logaritmos naturales)

b) Edad.

Debido a que por un lado el número de unidades muestrales situadas sobre los 20 años era bajo y por otro, a que las plantaciones de edad menor a 10 años casi no aportaban volumen cúbico, se optó por restringir la validez de las funciones de rendimiento al rango de edad comprendido entre 10 y 25 años.

La obtención de una función de rendimiento para los bosques sin manejo se efectuó ajustando el modelo matemático a los datos de volumen provenientes de las plantaciones de edad entre 10 y 25 años. El resultado del ajuste para la clase de sitio II (normal) fue el siguiente :

$$V = 3,24 R_{25} e^{-29.41/E}$$

donde : V = Volumen cúbico en m^3 ssc, $IU = 10$ cm
 R_{25} = Rendimiento obtenido a la edad de rotación (25 años),
en m^3 ssc.
 $e = 2.71828$ (base logaritmos naturales)
 $E =$ Edad (años)

La función antes obtenida se evaluó para la clase de sitio II año a año, a partir de los 10 años hasta los 25 años, obteniéndose un rendimiento de $380 m^3$ ssc a la edad de 25 años. El volumen de las clases de sitio I y III se obtuvo arbitrariamente, asignando un rendimiento de $480 m^3$ ssc y $300 m^3$ ssc a la edad de 25 años para las clases de sitio I y III, respectivamente.

La función de rendimiento para bosques manejados se obtuvo en base a la ecuación desarrollada para bosques no manejados, la cual fue modificada de acuerdo al siguiente procedimiento :

1. El coeficiente R_{25} , que expresa el rendimiento a la edad de rotación (25 años), en m^3 ssc, se recalculó se gún clase de sitio, descontando a las cifras ya conoci das, el volumen extraído en el raleo efectuado a los 15 años.
2. Una vez obtenido el coeficiente R_{25} según clase de sitio, se evaluó la función, ponderando los resultados obtenidos por un factor de castigo obtenido en forma em pírica en los ensayos de raleo de plantaciones de pino insigne que realiza el Instituto Forestal. Dicho factor variable, según clase de sitio, tiene un valor que oscila alrededor de 0,95.

La evaluación de las funciones de rendimiento permitió construir los Gráficos NOS 1 y 2. Los datos obtenidos de la evaluación de las funciones se presentan en el Anexo N° 2.

Adicionalmente, se elaboró una función para conocer el área basal de los árboles en pie, en plantaciones no manejadas. La expresión obtenida fue :

$$AB = 14,131 + 0,0891 V$$

$$R = 0,95 \quad n = 48$$

donde :
 AB = Área basal (m^2/ha)
 V = Volumen cúbico m^3 ssc, IU = 10 cm
 R = Coeficiente de correlación
 n = Número de datos pareados (AB-V) utilizados en el ajuste.

A partir del área basal se obtuvo además el diámetro medio cuadrático, según edad, utilizando la siguiente expresión :

$$d_c = \sqrt{\frac{40.000 AB}{\pi f}}$$

donde :
 d_c = Diámetro del árbol de área basal media (cm)
 AB = Área basal de los árboles vivos (m^2/ha)
 π = 3,1416
 f = Número de árboles por ha

Para conocer el número f de árboles por hectárea según edad se utilizó una función elaborada por INFOR para las plantaciones del área, concordante con los antecedentes obtenidos en terreno.

La tabulación de las principales Variables de Estado de Rodal, según edad, para las plantaciones no manejadas, se presenta en el Anexo N° 3.

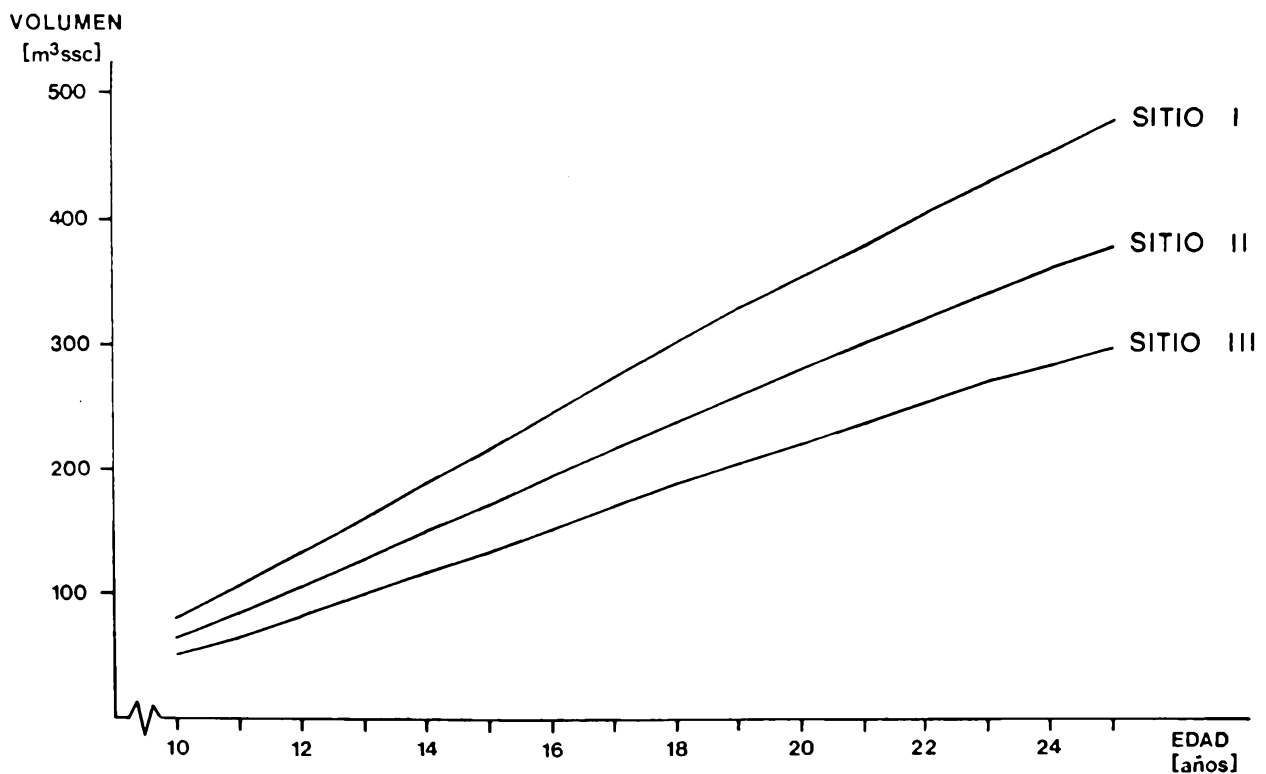


GRAFICO N° 1. Representación de los rendimientos volumétricos según edad y clase de sitio. Plantaciones de pino insigné no manejadas.

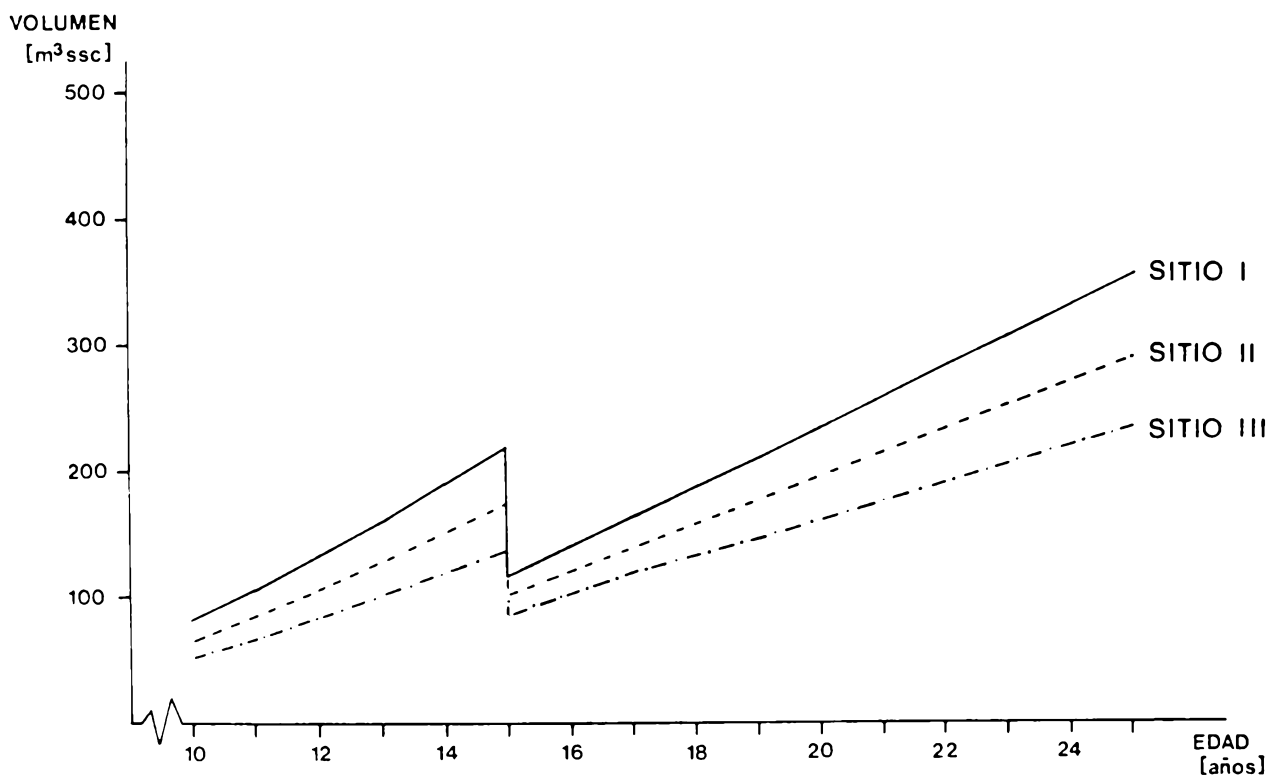


GRAFICO N° 2. Representación de los rendimientos volumétricos según edad y clase de sitio. Plantaciones de pino insignie sometidas a manejo.

3.2.6 Proyección de superficies de plantaciones y determinación de la oferta futura de madera en pie.

La etapa más importante de este estudio fue la cuantificación del volumen cúbico de madera en pie de las plantaciones de pino insigne, existentes en el área de estudio, para el período comprendido entre los años 1982 y 2002. Por razones prácticas, la cuantificación se realizó en períodos de 5 años, vale decir se obtuvieron cifras de volumen cúbico en pie desglosadas según edad, al mes de diciembre de los siguientes años : 1982 (situación actual), 1987, 1992, 1997 y 2002.

El cálculo del volumen cúbico de madera en pie estuvo basado en el uso de tablas de rendimiento. El procedimiento utilizado consistió en ponderar la cifra de volumen cúbico que entregaba la tabla de rendimiento por la superficie de plantaciones. La fuente de la cual se obtuvieron los datos de superficie fue citada en 3.2.3.5. Las tablas de rendimiento utilizadas fueron aquellas expuestas en el Anexo N° 2.

3.2.6.1 Supuestos utilizados para la cuantificación del volumen en pie.

Previo a la iniciación del proceso de cuantificación del volumen cúbico en pie, fue necesario definir el alcance que tendrían en la cubicación las variables sitio, manejo y superficie anual de corta y superficie anual de plantación.

3.2.6.1.1 Calidad de sitio.

La calidad de sitio se incorporó como una variable con el fin de conocer en forma más exacta los rendimientos volumétricos totales según edad. Para tal efecto, se consideró la existencia de tres clases de sitio, cuyas características se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 4. Características cualitativas y cuantitativas de las clases de sitio consideradas.

Clase de sitio	Calificación cualitativa	Rango de índice de sitio
I	Bueno	25 - 28
II	Normal	22 - 24
III	Malo	18 - 21

La clasificación porcentual de la superficie de plantaciones en las clases de sitio antes indicadas, se efectuó tomando como base los antecedentes proporcionados por el muestreo de las plantaciones.

La información disponible indicó que el 50% de la superficie de plantaciones estaba en sitio de Clase II (normal), el 30% en sitio de Clase III (malo) y el 20% restante en sitio de Clase I (bueno).

Se consideró como supuesto, que la superficie de plantaciones, dentro de cada clase de edad, se distribuía según calidades de sitio de acuerdo a los porcentajes antes indicados.

3.2.6.1.2 Manejo.

En este estudio se consideró al raleo como la única práctica de manejo de las plantaciones de pino insignine. Se asumió que, previo a la operación de raleo de los bosques, debía efectuarse una poda de acceso en los casos que fuera necesario. Se contempló la ejecución de sólo un raleo, efectuado a la edad de 15 años, de tipo sistemático.

La superficie total raleada y la intensidad de extracción para cada clase de sitio se exponen en el cuadro siguiente.

CUADRO N° 5. Características de la operación de raleo según clase de sitio.

Clase de sitio	Número de raleos	Edad de raleo (años)	Superficie raleada (%)	Volumen extraído (m ³ /ha)
I	1	15	60	100
II	1	15	30	70
III	1	15	10	50

La base para la elaboración de los supuestos del cuadro anterior, estuvo constituida por antecedentes cuantitativos de las plantaciones del área, aportados por un estudio realizado por el Instituto Forestal en 1977 (INFOR, 1977) y por otros antecedentes aportados por el simulador RADIATA (CORFO, 1982).

La fijación de la superficie porcentual a ralear según clases de sitio, estuvo basada en las siguientes consideraciones :

a) A nivel nacional se determinó que el 34% de las plantaciones de pino insigne mayores de 6 años de edad ha bían sido sometidas a raleo (INFOR, 1966). Aunque dicha cifra no ha si do contrastada con la situación actual, se estima que la proporción se ha mantenido o incrementado, especialmente en los últimos años, debido a la preocupación que ha existido en las compañías, sociedades anónimas y grandes propietarios, por intensificar el manejo de las plantaciones.

b) Tomando como apoyo la información anterior, se fijó como supuesto, que de la superficie total de plantaciones existentes en el área de estudio entre los años 1982 y 2002, no más del 30% sería sometida a raleo en dicho período.

c) Consecuentemente con lo expuesto, se determinó que promediando en forma ponderada las cifras relativas de superficie de raleo expuestas en el Cuadro N° 5 y las cifras relativas de distribución de superficies según clases de sitio presentadas en 3.2.6.1 podía obtenerse la cifra de raleo propuesta en b).

Para fijar el monto de extracción de volumen en cada clase de sitio a la edad del raleo, se acudió a un proceso de simulación efectuado con programas computacionales escritos en FORTRAN IV. El conjunto de programas denominado genéricamente RADIATA constituye un sistema para la simulación del desarrollo del rodal de pino insigne y está implementado para el computador TEXAS INSTRUMENT DX-10, de propiedad del INFOR.

El proceso consistió en probar diferentes intensidades de extracción de volumen en cada clase de sitio. Se buscó en lo posible que el volumen obtenido en el raleo fuera el adecuado para hacer rentable la operación, sin que ello fuera en desmedro del crecimiento de la masa residual que quedaría en pie después del raleo. Se encontró que los montos de extracción de 100 m³/ha para el sitio I, 70 m³/ha para el sitio II y 50 m³/ha para el sitio III a la edad de 15 años, permitían satisfacer los requerimientos de rentabilidad y protección antes señalados. Las características del rodal promedio en pie, de cada clase de sitio, antes y después de la intervención, a la edad de 15 años, se presentan en los Cuadros NOS 6 y 7.

CUADRO N° 6. Estado del rodal promedio en pie según sitio antes de la intervención.

Clase de sitio	N/ha	AB (m ² /ha)	Volumen m ³ ssc IU = 10 cm
I	1.199	32.2	220
II	1.149	28.2	164
III	1.100	26.2	130

CUADRO N° 7. Estado del rodal promedio en pie según sitio después de la intervención.

Clase de sitio	N/ha	AB (m ² /ha)	Volumen m ³ ssc IU = 10 cm
I	477	15.8	110
II	500	15.2	94
III	513	15.2	80

3.2.6.1.3 Superficie anual de corta y superficie anual de plantación.

Para cumplir con los objetivos planteados en el estudio y poder conocer el volumen cúbico en pie al término de cada uno de los años señalados en 3.2.6, debió acudirse a un proceso de proyección de superficies. El objetivo de la proyección fue conocer la distribución de superficies según edad al mes de diciembre de los años 1987, 1992, 1997 y 2002. La distribución de superficies según edad del año 1987 se obtuvo sumando 5 años a cada clase de edad de la distribución de superficies del año 1982. En forma semejante se procedió para determinar la distribución de superficies del año 1992, pero tomando como base el año 1987 y así sucesivamente. El método adoptado, se complementó además con algunos supuestos, cuyo detalle se entrega a continuación :

a) Las superficies bajo proyección no fueron afectadas por incendios y explotaciones. El monto de superficie que pasaba de una clase de edad a la siguiente, no sufría modificaciones por los factores antes indicados.

b) Aquellas superficies que sobrepasaban el límite de 25 años de edad cumpliendo 26 años, vale decir la edad de corta, constituían superficies disponibles para el abastecimiento de materia prima. Estas superficies no fueron proyectadas porque se supuso serían explotadas año a año, en el período de 5 años respectivo.

c) La superficie plantada anualmente, se fijó en 2.000 ha entre los años 1983 y 1993 y en 3.000 ha entre 1994 y 2002.

d) A partir del año 1996, se sumó a la superficie de plantación anual estipulada en el punto anterior, la reforestación de las superficies explotadas. En rigor, esta reforestación debió haberse considerado desde el comienzo de la proyección, vale decir desde 1983; no se procedió así debido a que entre el año 1983 y el año 1995 la superficie anual de corta será inferior a la tasa de forestación histórica (Ver 4.6.3). La reforestación para los años señalados se consideró en consecuencia, incluida en la superficie de plantación anual (cifras explicitadas en el párrafo c).

3.2.6.2 Clasificación de los volúmenes obtenidos en el proceso de proyección.

Para visualizar de mejor modo las cifras de volumen obtenidas para la situación actual y fines de cada quinquenio considerado, se recurrió a una clasificación del volumen en pie en 4 categorías, cuya definición es la siguiente :

- RESERVA. Se consideró como reserva al volumen cúbico en pie de todas aquellas plantaciones de pino insigne cuya edad estuviera comprendida entre 10 y 25 años.
- OFERTA. Se definió como oferta al volumen cúbico en pie, aportado por las plantaciones de pino insigne cuya edad fuera mayor o igual a 26 años.
- OFERTA ACUMULADA. Se entendió por oferta acumulada, la suma de la oferta del quinquenio y la de los quinquenios anteriores. En el caso particular del año 1982, la oferta acumulada coincidió con la oferta del mismo año.
- EXISTENCIA. Se denominó existencia al volumen cúbico en pie resultante de sumar el volumen de reserva y el de oferta.

4. RESULTADOS

4.1 Antecedentes específicos.

4.1.1 Clima.

La topografía, latitud, dirección de los vientos y cercanía del mar, configuran dos tipos climáticos principales en el área. El clima costero mediterráneo y el clima mediterráneo de la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa. El primero se desarrolla en las planicies litorales y vertientes occidentales de la Cordillera de la Costa. Se caracteriza por una alta humedad atmosférica y nubosidad baja, lo que permite precipitaciones que varían entre 500 mm por el Norte a 850 mm anuales por el Sur. La temperatura media anual varía entre 13,5 y 14,4°C con temperaturas extremas de 5°C para el mes más frío, y 29°C para el mes más cálido.

El segundo tipo climático se desarrolla en la vertiente oriental de los cordones costeros caracterizándose por una aridez no acentuada. Ello se refleja en las precipitaciones, las cuales no varían más allá de 500 mm por el Norte y 700 mm por el Sur.

La temperatura media varía entre 14,7 y 15,3°C con temperaturas extremas de 3°C para el mes más frío y 30°C para el mes más cálido (Chile Forestal, 1981).

Según la Clasificación Climática de Köppen, el área de estudio tiene un clima templado cálido con estación seca prolongada (Csb₁). La Clasificación Bioclimática de Di Castri en cambio, divide la zona en dos regiones climáticas : la parte norte y oriente que corresponde a la región Mediterránea Sub-húmeda (Msh) y la parte sur y

poniente que está clasificada como región Mediterránea Húmeda Septentrional (Mhs).

Las clasificaciones antes expuestas son perfectamente complementarias. Sin embargo el uso de la Clasificación Bioclimática de Di Castri para caracterizar el clima del área de estudio es más aconsejable, debido a que ella fue diseñada especialmente para clasificar el clima del país. Por otro lado, Di Castri considera un número mayor de elementos en su clasificación : la relación clima - suelo - vegetación y el grado de aridez. La consideración de estos elementos presenta una clara ventaja en relación a la temperatura media (utilizada por Köppen) en la segregación de tipos climáticos.

La representación gráfica de la ubicación de las regiones climáticas diferenciadas por Di Castri, se presentan en la Figura N° 6. Los valores de las principales variables climáticas de tales regiones se presenta en el Cuadro N° 8.

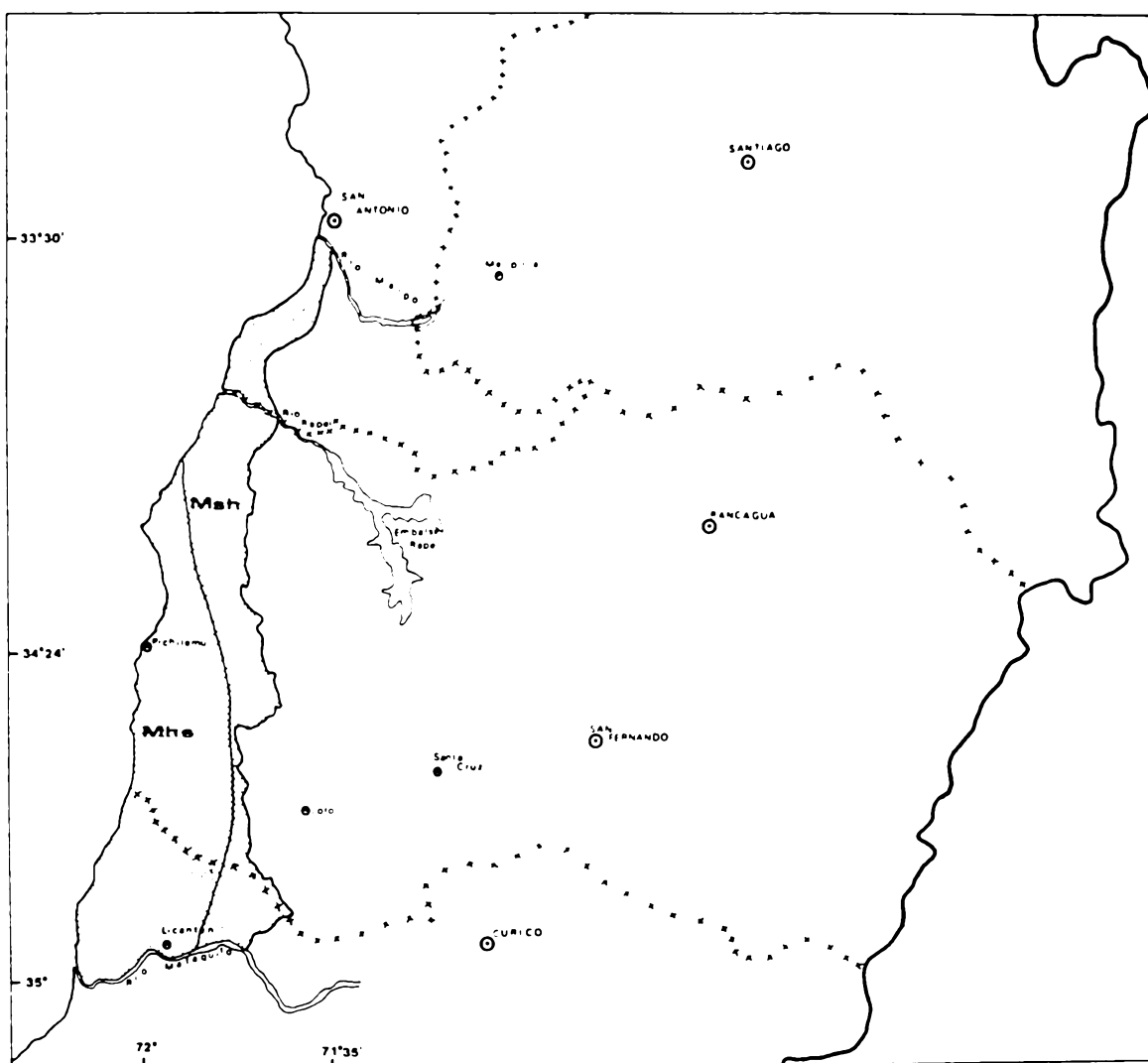


FIGURA N° 6. Regiones climáticas del Area de Estudio según Di Castri.

CUADRO N° 8. Valores de las principales variables bioclimáticas según tipo climático.

Variable	Tipo Climático	
	Msh	Mhs
Temperatura media (°C)	14.5	13.5
Temperatura máxima-media (°C)	21.5	20.5
Temperatura mínima-media (°C)	7.5	7.3
Humedad relativa (%)	73	74
Pluviosidad (mm)	700	1.000
Duración del período seco (mes)	5 - 6	5
N° de meses semiáridos	1 - 2	1 - 3
N° de meses áridos		2 - 4

En el área geográfica en la cual el clima predominante es el tipo Msh, la máxima actividad biológica se observa a principios de primavera y a fines de otoño con una disminución en invierno; este período de actividad biológica es más largo sobre la costa, donde el invierno es también época favorable. Existe además en esta zona un significativo aporte de precipitación producido por la captación de niebla por parte de la vegetación.

El área cuyo tipo climático dominante es Mhs, tiene los tres meses de invierno con temperatura media inferior a 10°C.

Los meses de mayor actividad vegetativa son abril - mayo y septiembre - octubre.

En general, una mejor caracterización del clima imperante en el área de estudio, así como el análisis de la variación anual de las principales variables climáticas, no podría efectuarse con propiedad ya que el número de estaciones meteorológicas ubicadas en el área o fuera de ella, es muy limitado. Los escasos antecedentes disponibles provienen de estaciones meteorológicas que no presentan continuidad en la medición de las variables climáticas, o bien disponen del registro de una sola variable, como por ejemplo las precipitaciones.

Los datos presentados en el Cuadro N° 9 corresponden a las precipitaciones registradas en algunas estaciones meteorológicas, ubicados dentro del área de estudio. Con excepción de los datos de la estación meteorológica de San Antonio, el resto de la información proviene de Almeyda (1958).

CUADRO N° 9. Resumen de las Precipitaciones Registradas en Algunas Estaciones Meteorológicas ubicadas en el Area de Estudio.

Estación	Ubicación		Precipitaciones (mm)					N° de años Observaciones
	Latitud	Longitud	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Anual	
San Antonio (*)	33°34'	71°37'	9	107	281	44	441	2
Rapel	33°58'	71°52'	37	134	359	70	600	15
Pichilemu	34°24'	72°00'	134	190	349	83	756	16
Llico	34°46'	72°07'	9	170	420	92	691	13
Los Carros	35°02'	71°33'	24	170	401	105	700	7
Promedio			42,6	154,2	362,0	78,8	637,6	

(*) Por su cercanía al área fue incorporada al cuadro.

El análisis de la variación anual de las temperaturas, precipitaciones y humedad relativa sólo pudo realizarse con la información proveniente de dos estaciones meteorológicas ubicadas fuera del área de estudio, una en la parte Norte y otra en la parte Sur. Los datos provenientes de estas estaciones permiten acotar un valor máximo y mínimo de las variables climáticas ya indicadas. El supuesto es que la variación anual de las variables del clima del área de estudio se produce en el rango definido por estos valores. Una limitante del análisis es que la ubicación de las estaciones representa solamente la situación climática imperante en el litoral y planicies litorales. Los resultados se presentan en los Gráficos NOS 3, 4 y 5, y los datos básicos con los que se elaboraron los gráficos señalados se presentan en el Anexo N° 4.

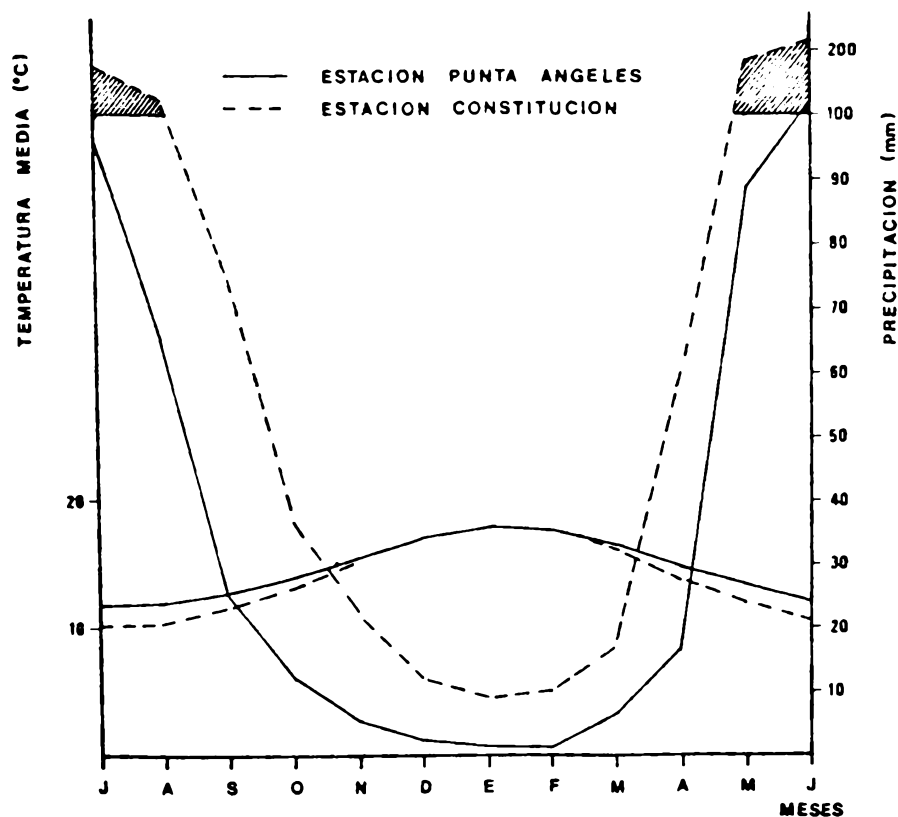


GRAFICO N° 3. Diagrama ombrotérmico de Gaussen-Walter de las estaciones meteorológicas de Punta Angeles y Constitución.

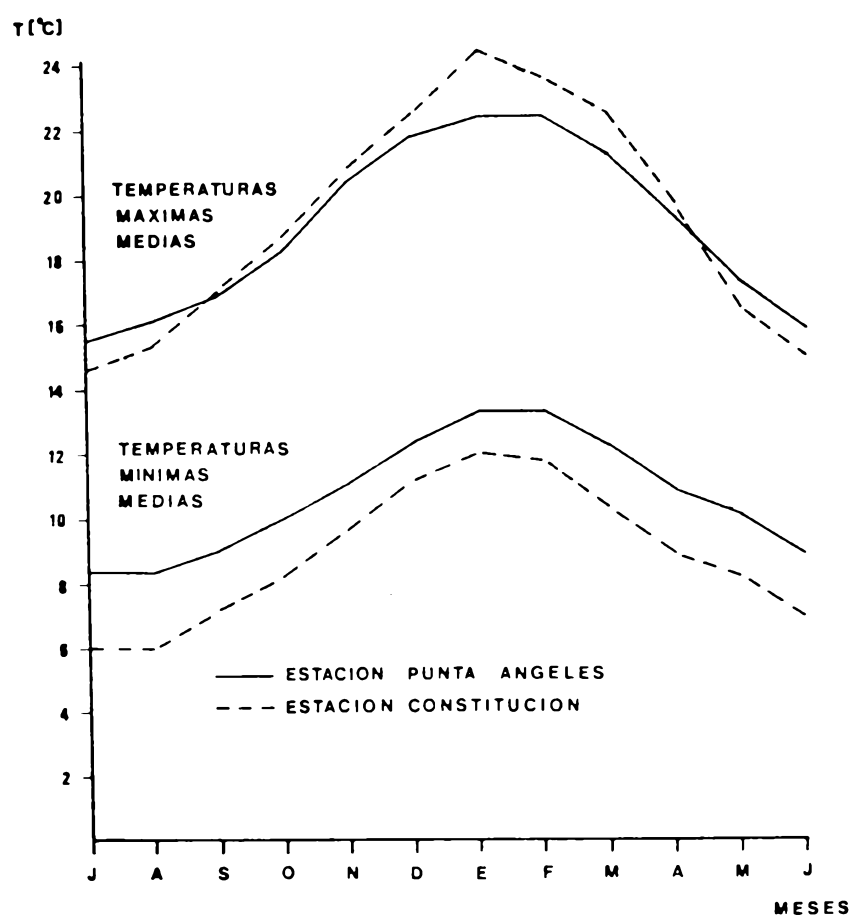


GRAFICO N° 4. Variación mensual de las temperaturas máximas-medias y mínimas-medias, de las estaciones meteorológicas de Punta Angeles y Constitución.

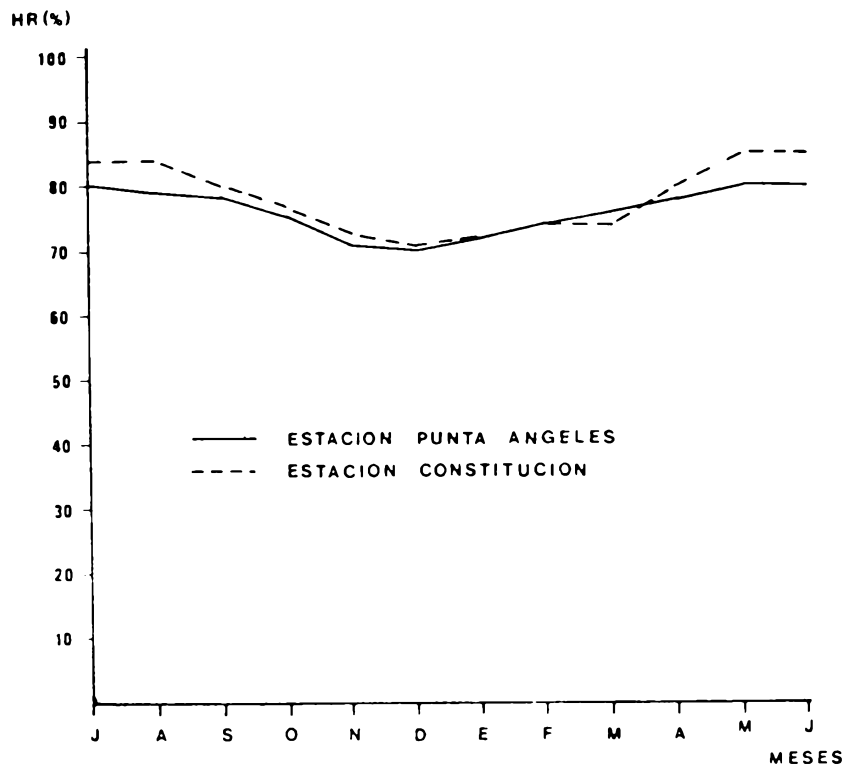


GRAFICO N° 5. Variación mensual de la Humedad Relativa de las estaciones meteorológicas de Punta Angeles y Constitución.

4.1.2 Relieve.

Las grandes conformaciones de la región se atribuyen fundamentalmente a los procesos orogénicos terciarios, los cuales dieron origen al paisaje montañoso, como asimismo provocaron las depresiones que hoy se presentan como planos de relleno bien conservados (IREN, 1973).

El relieve de la región se caracteriza por la orientación Norte-Sur de dos grandes entidades de forma : la Cordillera de la Costa y las Planicies Litorales.

La Cordillera de la Costa propiamente tal, está conformada principalmente por rocas del complejo metamórfico y rocas graníticas. Se presenta con una orientación Norte-Sur, un ancho promedio de 50 Km y una altura media de 500 m s.n.m. Existen algunos puntos culminantes que solo excepcionalmente sobrepasan los 800 m s.n.m.

Las planicies litorales ocupan una superficie considerable desde el Norte de la provincia Cardenal Caro, hasta el límite Norte del área de estudio. Como su nombre lo indica, las planicies litorales corresponden a terrenos de formas aplanadas, que se generaron debido a oscilaciones del nivel del mar durante el terciario y el cuaternario. El trabajo del mar en los distintos niveles alcanzados durante estos períodos fue tanto de abrasión en algunos sectores, como de acumulación en otros. De estas formas aplanadas la más importante es la plataforma superior que tiene una elevación cercana a los 400 m s.n.m. y que en extensión es la que ocupa la mayor superficie. Se trata de un plano pedregoso en la superficie, profusamente disectado por la erosión y en consecuencia mal conservado, razón por la cual su valor agrícola es mínimo (IREN, 1973).

La ubicación aproximada de las formas de relieve que predominan en el área de estudio, se presentan en la Figura N° 7.

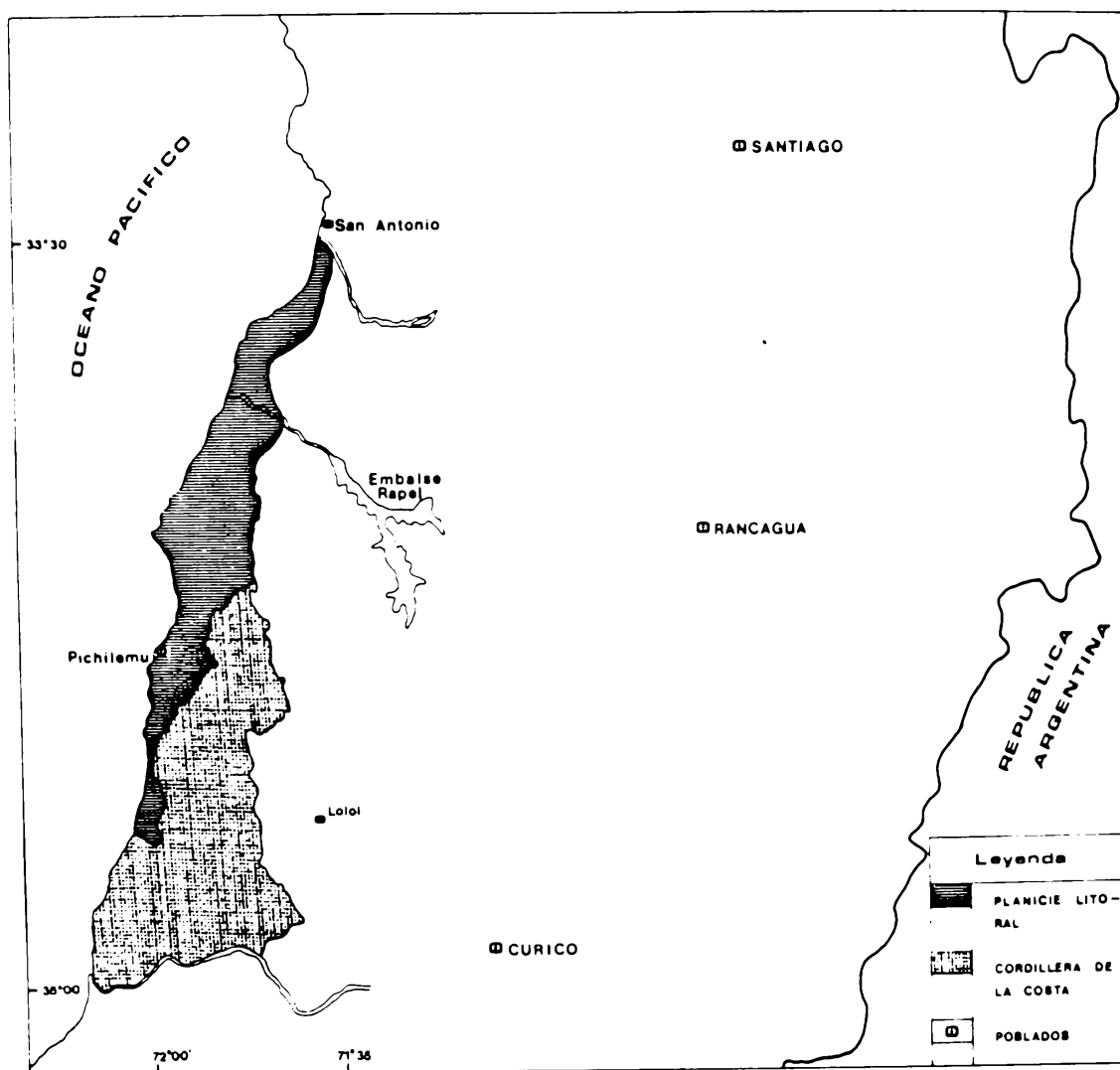


FIGURA N° 7. Formas de relieve predominante en el área de estudio.

4.1.3 Suelos.

Según la clasificación de Roberts y Díaz, en el área de estudio se destaca la presencia de dos grandes grupos de suelos : Praderas Costaneras y Pardo no Cálcidos.

Los suelos de las planices costeras corresponden al Gran Grupo de las Praderas Costaneras (CP) y los suelos ubicados al interior, al Grupo de los Pardo no Cálcidos (NC) (Ver Figura N° 8).

Los suelos de las Praderas Costaneras (CP), en los que predominan las series de suelos Curanipe, Matanzas y Pichilemu, se caracterizan por poseer un alto contenido de materia orgánica en su horizonte superior, son de reacción neutra y presentan un buen desarrollo de pastos, influenciado esto por la humedad del mar. Predominan en este Grupo los suelos graníticos con topografía de lomajes y cerros y materiales graníticos de tipo aluvial. Se encuentran además suelos evolucionados sobre terrazas marinas de texturas medias y finas. En este grupo de suelos parece existir además un enriquecimiento con sales, especialmente de sodio (Roberts y Díaz, 1959). En general, los suelos del sector litoral del área de estudio, presentan pedregosidad y son susceptibles a la erosión, ya que están desprovistos de vegetación y han sido destinados a prácticas agrícolas intensivas (CONAF, VI Región, 1981).

Los suelos Pardo no Cálcidos (NC) del área de estudio en los que predominan las series de suelos Constitución y Cauquenes, evolucionan bajo una vegetación mixta de tipo arbóreo y matorral. El horizonte superior es ligeramente ácido, con mala estructuración y muy susceptible a la erosión; son por lo general deficientes en Nitrógeno y Fósforo. Este grupo de suelos presenta en el área de estudio texturas moderadas finas a muy finas, con drenaje bueno y una permeabilidad moderada (CONAF, VI Región, 1981).

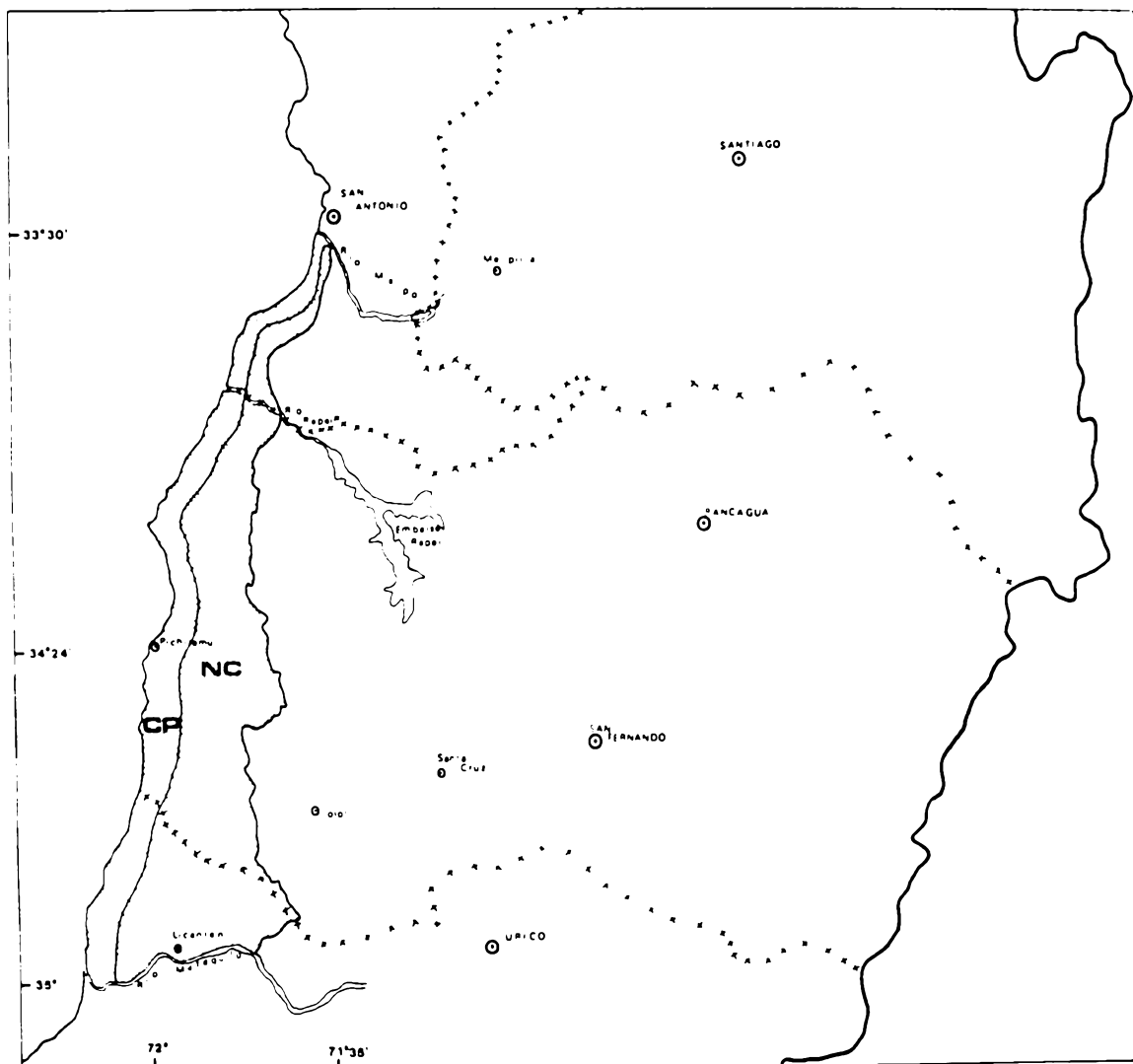


FIGURA N° 8. Grupos de Suelos Predominantes en el Area de Estudio.

4.1.4 Hidrografía.

4.1.4.1 Principales aportes de agua.

Los cursos de agua que cruzan el área de estudio del proyecto, pueden dividirse en dos grandes grupos :

- a) Cursos de agua que nacen en la Cordillera de Los Andes.
- b) Cursos de agua que nacen en la Cordillera de la Costa.
- a) Cursos de agua que nacen en la Cordillera de Los Andes.

Los cursos de agua que nacen en la Cordillera de Los Andes, entre los que se cuentan los ríos Maipo, Rapel y Mataquito, son ríos de régimen nivoso franco con escurrimiento torrencial. Estos ríos se caracterizan por fluctuaciones de caudal muy considerables durante el año, por poseer corrientes impetuosas y por un período de máximo caudal que coincide con la estación cálida, debido a su origen principalmente nivoso. En los más meridionales (caso del río Mataquito), se observa una tendencia a presentar un aumento de caudal al final del otoño, debido al aporte de las aguas de lluvias. En lo que se refiere a su régimen, los ríos de la zona de estudio presentan sus caudales mínimos hacia los meses finales del invierno y el máximo en uno de los meses de verano (CORFO, 1965).

1. Cuenca del río Maipo.

La cuenca del río Maipo se ubica entre los 33° y los 34° de latitud aproximadamente, y es una de las más importantes del país, en lo que se refiere a extensión : 14.600 Km² de superficie (Ver Figura N° 9).

La cuenca del río Maipo drena las aguas que se obtienen por derretimiento de las nieves de una de las porciones más grandes del cordón divisorio. En efecto, el Juncal, el Polleras, el Tupungato, el Piuquenes, el Marmolejo, etc., son cumbres que sobrepasan los 6.000 m s.n.m. Otro cordón descollante, que contiene los cerros del Plomo, Altar y Palomo, cuyas cumbres sobrepasan los 5.000 m s.n.m., separa la cuenca del río Colorado de la cuenca del río Mapocho.

Las alturas excepcionales que presenta la Cordillera de Los Andes en esta parte del país, ocasionan una glaciación y una nivación estacional considerable que contribuyen a fijar las características hidrológicas del río.

El río Maipo nace en el extremo sur cordillerano de su cuenca hidrográfica, a los 34°10' de latitud sur, en el paso del Maipo. Toma una dirección general NNW, que conserva en todo su recorrido por la Cordillera de Los Andes. Puede decirse que se constituye definitivamente con la unión de los ríos Volcán y Yeso, en las inmediaciones de San Gabriel (1.240 m s.n.m.).

El principal afluente cordillerano es el río Colorado, que nace a los pies del Tupungato y le trae las aguas de la cuenca andina.

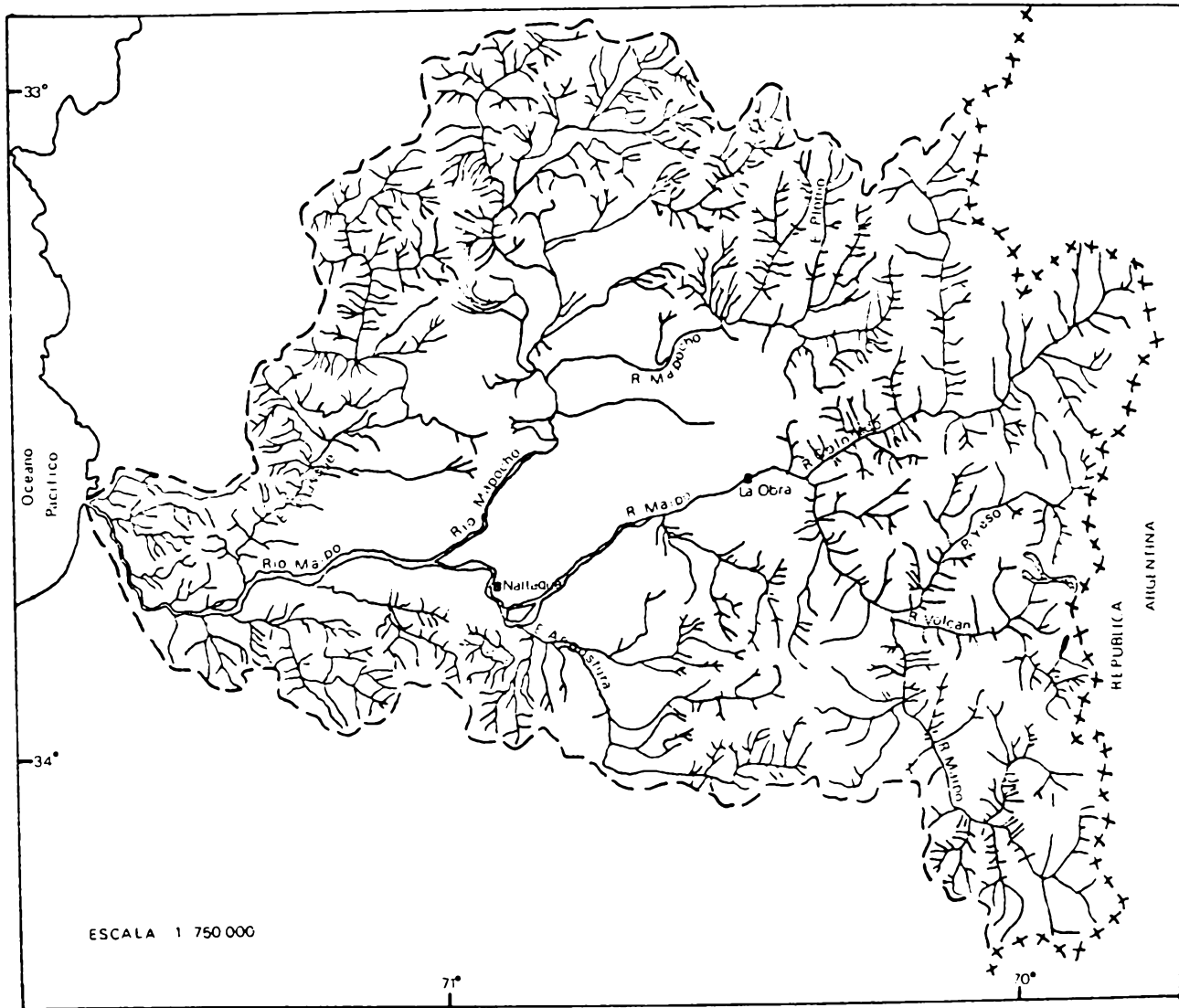


FIGURA N° 9. Cuenca del río Maipo.

Al salir el río de la Cordillera de Los Andes, corre por un cauce profundo, recortado en su cono de deyección, con dirección hacia el Oeste. Cuando se acerca a la Cordillera de la Costa recibe por el Sur las aguas del estero Angostura, que le vierte tributos de la cuenca de Rancagua (esteros Codegua y Leonera). Es en el interior de la Cordillera de la Costa donde recibe las aguas de los dos principales tributarios extraandinos, el río Mapocho, que drena las aguas cordilleranas del sector cerro del Plomo y el estero de Puangue, que drena las altas serranías de la Cordillera de la Costa, situadas al Nor-Oeste de la ciudad de Santiago (CORFO, 1965).

El río Maipo desemboca al Océano Pacífico en los 33°36' de latitud sur, aproximadamente al Sur de la ciudad de San Antonio

El caudal medio mensual para distintas probabilidades de ocurrencia del río Maipo en la Estación Hidrológica La Obra, se presenta en el Cuadro N° 10.

CUADRO N° 10. Resumen de caudales medios mensuales (m³/seg) en La Obra (1914 - 1956).

Probabilidad mes	50%	80%	85%	90%
Octubre	82	61	60	50
Noviembre	150	120	110	90
Diciembre	200	150	135	123
Enero	190	150	140	130
Febrero	138	110	98	90

Fuente : IREN, 1975.

La construcción del embalse del río Yeso (comienzos de la década del 60), hizo necesario el ajuste de los caudales medios obtenidos en base a una estadística que comprende los años 1914 a 1956. Con estos caudales medios ajustados se elaboró el cuadro anterior. Las variaciones de caudal en el curso del río son considerables, siendo el mes con menor agua el de agosto y el con mayor gasto el de enero.

En este mismo estudio se presenta una serie de medidas de caudales, en las que la información base para su construcción no es muy completa pero refleja los caudales medios del río Maipo en algunos sectores, así como el de sus principales afluentes (Ver Cuadros N° 11 y 12).

CUADRO N° 11. Caudales medios mensuales (m^3/seg) del río Maipo en Naltahue (1948 - 1957).

Años	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
1948 - 49	38,30	73,00	186,0	101,00	36,00	22,50
1949 - 50	10,90	38,90	-	19,20	9,90	10,40
1950 - 51	10,50	21,40	79,70	41,20	9,40	9,60
1951 - 52	8,90	38,10	70,70	68,00	29,40	13,10
1952 - 53	15,20	33,40	92,10	36,10	23,80	14,20
1953 - 54	90,60	191,00	334,00	24,10	165,00	77,00
1954 - 55	19,90	57,10	68,60	89,40	29,30	18,30
1955 - 56	9,30	21,30	15,20	13,01	3,99	5,05
1956 - 57	4,96	18,84	67,60	-	-	-

Fuente : IREN, 1975.

CUADRO N° 12. Medidas Aisladas de Caudales de los ríos de la Cuenca del río Maipo y sus Principales Afluentes.

Cursos de agua	Lugar de medición	N° de mediciones	Período de medición	Caudal promedio (m ³ /seg)
Río Maipo	Cruce FF.CC. Longitudinal Sur.	1	1937	15,04
	Llo-Lleo	9	1948-1950	13,00
	Isla de Maipo	10	1929-1947	12,96
	En la Desembocadura	1	1947	25,80
Estero Puangue	En la Desembocadura	20	1931-1945	10,76
Estero Chocalán	Arriba de la Desembocadura	1	1946	1,00
Estero Angostura	Abajo en la junta con estero Paine	1	1942	9,52
Río Mapocho	4 kilómetros arriba de la junta con río Maipo.	11	1930-1931	3,99

Fuente : IREN, 1975.

2. Cuenca del río Rapel.

El río Rapel desemboca en el mar a los 33°56' de latitud Sur y se ha formado por la unión de los ríos Cachapoal y Tinguiririca. Estos ríos vacían sus aguas al embalse Rapel, el que se ubica en los 34°15' de latitud Sur y 71°27' de longitud Oeste. Los ríos Cachapoal y Tinguiririca nacen en la Cordillera de Los Andes, en las inmediaciones del cordón divisorio, pero mientras el primero de ellos alcanza a participar de un sector cordillerano en donde la glaciación es todavía importante, el Tinguiririca proviene de uno en el cual ésta es notablemente menor. En efecto, el cordón divisorio, que hasta los 34°30' de latitud Sur presenta todavía alturas considerables, se deprime apreciablemente más hacia el sur y sus cumbres sólo excepcionalmente logran sobrepasar los 4.000 metros de altura. La cuenca cordillerana del río Cachapoal es notablemente mayor que la del Tinguiririca, de tal manera que mientras la primera acusa unos 2.300 Km², la segunda apenas llega a los 1.525 Km².

El Cachapoal nace del cerro de Los Piuques (4.460 m s.n.m.) de un conjunto de varios ventisqueros, cuyos deshielos lo alimentan. El brazo que lleva el nombre de Cachapoal es, ciertamente, el de mayor caudal; recibe por el sur las aguas de los ríos de Las Leñas y Cortaderal, de los cuales éste último presenta un valle muy bien desarrollado y de notable extensión longitudinal. Aguas abajo recibe al Cipreses, orientado también con dirección S.N., el cual toma su origen en el Cerro del Plomo (4.820 m s.n.m.). Los ríos Pangal y Coya le aportan las aguas de la parte septentrional de la cuenca cordillerana.

El río Tinguiririca nace con el nombre de río Las Damas del volcán del mismo nombre, en las inmediaciones de la línea fronteriza. Corre primero con dirección N.S., pero en Las Vegas del Flaco cambia de dirección y, con un cauce ya bien conformado, corre con

rumbo general N.O., el que mantiene durante todo su curso. Recibe por el norte como principales afluentes cordilleranos los ríos Azufre y Clarillo; por el sur sólo le llega el río Claro. En Isla de Briones puede decirse que abandona el ámbito cordillerano.

El río Tinguiririca continúa recibiendo aportes más allá de su ámbito andino. Los principales cauces que vierten sus aguas en él son el río Claro y el estero Chimbarongo (CORFO, 1965).

El embalse Rapel además de las aguas de los ríos Cachapoal y Tinguiririca, recibe aportes de los esteros Alhué, Las Palmas, de Las Cadenas y San Miguel.

El agua del embalse Rapel pasa a formar el río Rapel, que corre hacia el N.O. en medio de un valle desfiladero hasta su desembocadura en el Océano Pacífico ($33^{\circ}53'$ latitud Sur, $71^{\circ}49'$ longitud Oeste).

La cuenca hidrográfica del río Rapel (Ver Figura N° 10) tiene una superficie estimada de 14.177 Km^2 con una longitud total de 225 Km, considerados desde el nacimiento del río Cachapoal ($34^{\circ}25'$ latitud Sur, $70^{\circ}15'$ longitud Oeste) hasta la desembocadura al Océano Pacífico, con un desplazamiento aproximado de 50 Km hacia el Norte (IREN, 1973).

No fue posible obtener caudales medios de la sección del río Rapel con posterioridad a la construcción del embalse. Sin embargo se incluye un cuadro en el cual se muestra una serie de mediciones aisladas de caudales de los esteros que aportan aguas al embalse Rapel (Ver Cuadro N° 13).

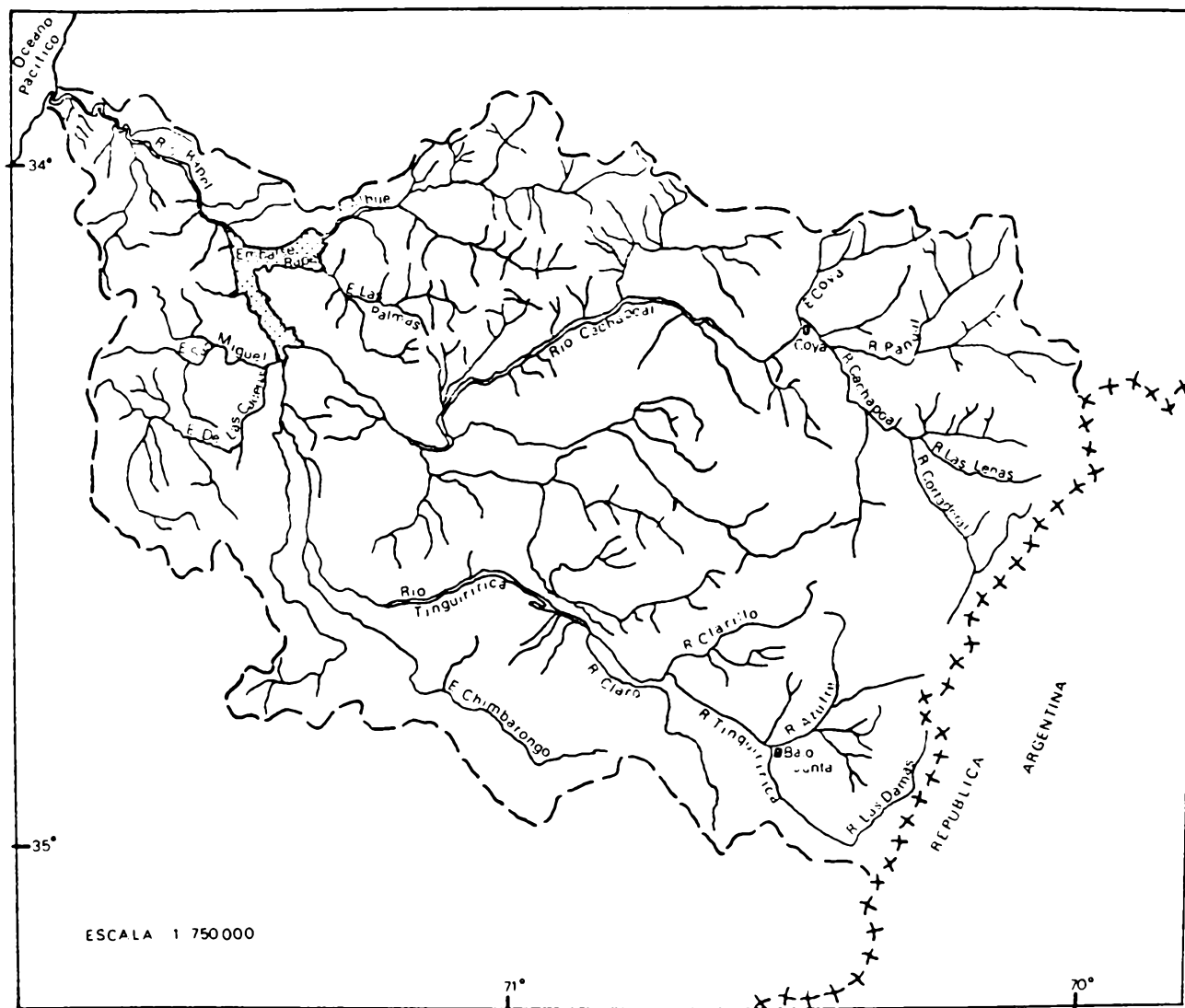


FIGURA N° 10. Cuenca del río Rapel.

CUADRO N° 13. Medidas Aisladas de Caudales de Esteros que entregan sus aguas al Embalse Rapel.

Estero	Lugar de medición	N° de mediciones	Período	Caudal Promedio (m ³ /seg)
Alhué	200 mts abajo junto con estero Carén.	7	1950 - 1954	0,77
Alhué	Abajo en Embalse Rapel	4	1933 - 1945	10,62
Las Palmas	En Las Palmas	3	1934 - 1945	0,24

Fuente : IREN, 1975.

Existen estadísticas de caudales medios mensuales del río Cachapoal en la estación de aforo de primer orden de Coya (1915 - 1962) las cuales se muestran en el Cuadro N° 14 y del río Tinguiririca en Bajo Junta (Cuadro N° 15).

CUADRO N° 14. Resumen de Caudales Medios Mensuales (m^3/seg) para el río Cachapoal en Coya (1915 - 1962).

Mes \ Probabilidad	Probabilidad			
	50%	80%	85%	90%
Octubre	59,0	45,5	44,5	42,5
Noviembre	99,0	80,0	75,0	71,0
Diciembre	145,0	105,0	98,0	92,0
Enero	145,0	96,0	95,0	71,0
Febrero	96,0	76,0	75,0	68,0
Marzo	64,0	53,0	51,0	51,0

Fuente : IREN, 1975.

CUADRO N° 15. Resumen de Caudales Medios Mensuales (m^3/seg) para el río Tinguiririca en Bajo Junta (1944 - 1958).

Mes \ Probabilidad	Probabilidad			
	50%	80%	85%	90%
Octubre	56,0	49,0	48,9	39,0
Noviembre	91,0	70,0	66,0	63,0
Diciembre	84,0	65,0	64,0	62,0
Enero	76,0	62,0	60,5	59,9
Febrero	56,0	45,0	42,0	40,0
Marzo	35,0	31,9	31,5	30,0

Fuente : IREN, 1975.

Existen además en estas estadísticas una serie de medidas aisladas de caudales para los ríos Cachapoal, Tinguiririca y sus principales afluentes, las cuales se muestran en el Cuadro N° 16.

CUADRO N° 16. Medidas Aisladas de Caudales de los ríos Tinguiririca, Cachapoal y sus Afluentes.

Cursos de agua	Lugar de medición	N° de mediciones	Período	Caudal Promedio (m ³ /seg)
Río Cachapoal	Puente Codao	24	1958 - 1960	62,46
Río Claro	Junta con río Cachapoal	10	1925 - 1958	4,05
Estero Las Cadenas	Junta con río Cachapoal	25	1958 - 1960	12,66
Río Tinguiririca	Puente Errázuriz	35	1947 - 1954	48,67
Río Tinguiririca	Camino Longitudinal Sur	14	1955 - 1956	14,24
Río Claro	Desembocadura con Tinguiririca	12	1959 - 1960	8,38
Estero Chimbarongo	Paniahue	14	1932 - 1955	27,54

Fuente : IREN, 1975.

3. Cuenca del río Mataquito.

La cuenca del río Mataquito está ubicada en la Zona Central de Chile, entre los paralelos 34°45' y 35°38' latitud Sur.

Su superficie puede estimarse en 5.240 Km². La longitud total que recorren las aguas para alcanzar el mar es del orden de los 250 Km (Ver Figura N° 11).

El río Mataquito desemboca al Océano Pacífico en los 34°58' de latitud Sur, a pocos kilómetros al sur de Iloca. Se ha formado por la confluencia de los ríos Teno y Lontué, que traen las aguas cordilleranas y del valle longitudinal. En efecto, éstos se juntan en la localidad de Tutuquén antes de entrar a la Cordillera de la Costa. Desde allí, como un río de amplio lecho, que se hace cada vez más nítido y que corre por un valle bastante ancho, va a entregar sus aguas al Océano Pacífico en El Peñón.

El río Teno nace en el Portezuelo de Vergara y en su parte alta recibe este nombre. Después de recibir las aguas del río Malo, que le aporta los excesos de las lagunas del Planchón y las del río Nacimiento, se constituye definitivamente. Corre por un valle bien conformado y con dirección al norte durante sus primeros 30 Km. En los Maitenes vuelve bruscamente al oeste y cruza los amplios explayados de Los Cipreses. Se encierra después, por largo trecho, entre altas montañas en un valle angosto y sale definitivamente de él sólo en la Puerta. De allí hasta los Queñes, donde se junta el río Claro, corre nuevamente por un valle amplio, en el cual se observan numerosas terrazas; aguas abajo este río recibe otros afluentes que no tienen mayor importancia, hasta su unión con el río Lontué.

El río Lontué nace también en el cordón divisorio, en las vecindades del Portezuelo de San Francisco. En esta parte la Cordillera de Los Andes presenta alturas modestas y no posee una glaciación muy considerable. Debe tenerse presente que el principal curso de agua cordillerana no es aquí el río que recibe el nombre de Lontué y que nace en la Laguna de Mondaca, sino el que recibe el nombre de Colorado. Este corre los primeros tramos con dirección N. N.O. y en su unión con el río Valle Grande cambia su dirección a O. N.O., la cual mantiene, con leves sinuosidades en todo el ámbito andino para salir de él entre El Yacal y Potrero Grande.

El río Colorado ha recibido en el interior de la cordillera las aguas de algunos afluentes como los ríos Las Mulas y Lontué, este último le entrega las aguas del río San Pedro y de la Laguna de Mondaca. La unión del río Colorado con el río Lontué se hace en un valle amplio cuyo fondo está ocupado por lavas del volcanismo reciente, las cuales forman una planicie que separa ambos cursos de agua durante los 15 Km que corren paralelos. Más allá del sitio donde se reúnen, el valle se estrecha notablemente y por una garganta angosta el río abandona su valle andino, para correr más tarde por amplios explayados. Al salir de la Cordillera de Los Andes el río se enriquece aún con las aguas de los esteros Upco, que se alimenta en la alta cordillera y Los Niches.

La confluencia de los ríos Teno y Lontué pasa a formar el río Mataquito que, desde el sitio en que se constituye, corre por un valle amplio y bien cultivado. Es un río de aguas tranquilas con grandes cantidades de material depositado por bancos de rodados (CORFO, 1965).

Existen seis estaciones de aforo de primer orden en la cuenca del río Mataquito; dos de ellas en los afluentes del Lontué cerca de Juntas, una en cada uno de los tributarios del río Teno y una en el río Teno en Los Queñes (IREN, 1975).

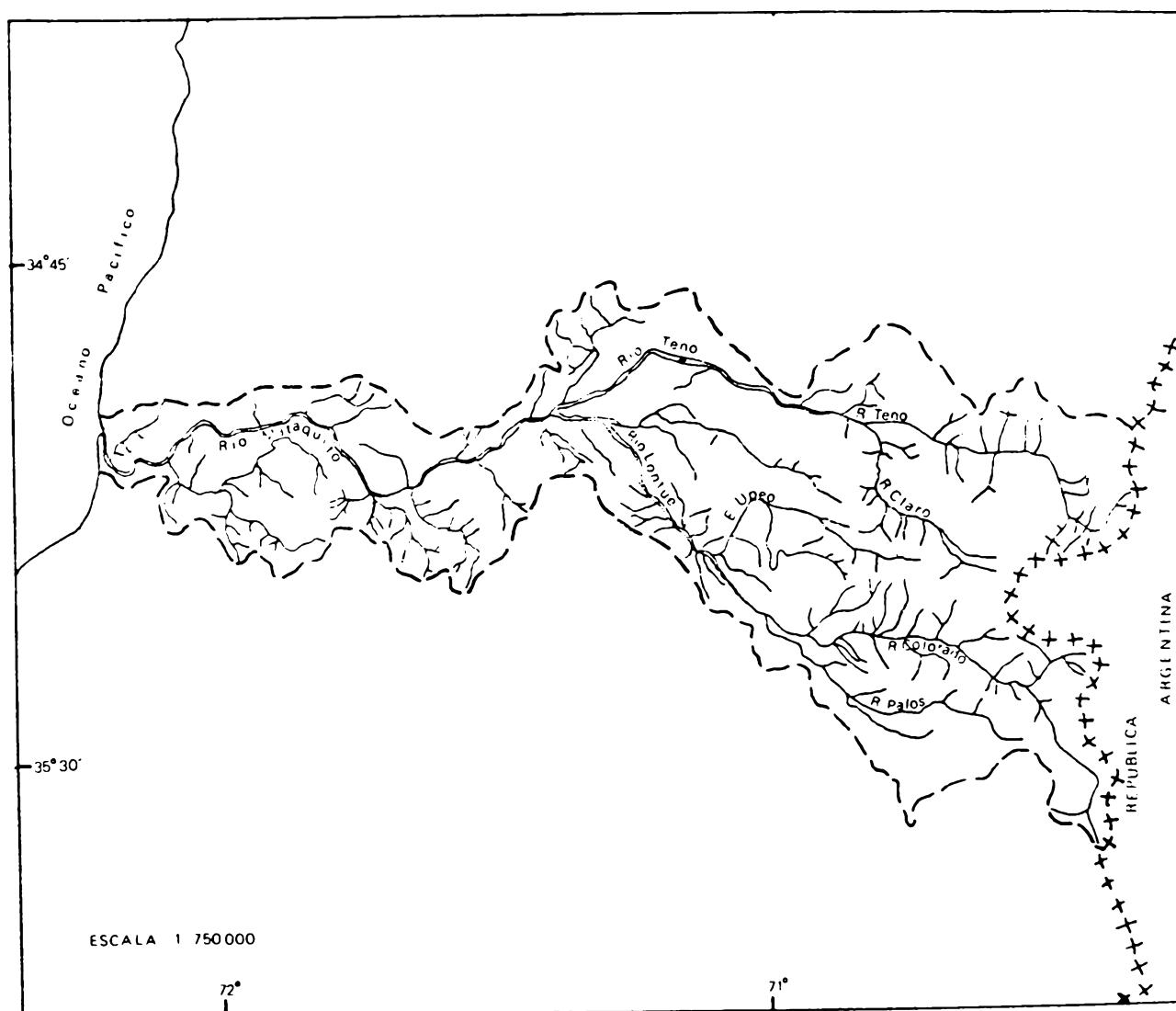


FIGURA N° 11. Cuenca del río Mataquito.

A continuación se presentan dos cuadros de caudales medios (IREN, 1975) para los ríos Teno bajo junta con río Claro, para los años 1947 a 1962, y Lontué bajo junta río Colorado con río Pa - los, para los años 1941 a 1961 (Ver Cuadros N°s 17 y 18).

CUADRO N° 17. Resumen de Caudales Medios Mensuales (m^3/seg), río Teno Bajo Junta con río Claro (1947 - 1962).

Probabilidad Mes	Probabilidad			
	50%	80%	85%	90%
Octubre	65,0	55,0	54,0	53,0
Noviembre	95,0	71,0	66,0	54,0
Diciembre	78,0	66,0	53,0	43,0
Enero	43,0	40,0	38,0	35,0
Febrero	35,0	32,0	30,0	27,0
Marzo	28,0	23,0	22,0	21,0

Fuente : IREN, 1975.

CUADRO N° 18. Resumen de Caudales Medios Mensuales (m^3/seg), río Lontué
Bajo Junta río Colorado con río Palos (1941 - 1961).

Probabilidad Mes	50%	80%	85%	90%
Octubre	78,0	69,0	65,0	60,0
Noviembre	140,0	130,0	120,0	88,0
Diciembre	130,0	90,0	78,0	66,0
Enero	70,0	46,0	41,0	40,5
Febrero	42,5	36,0	29,0	21,0
Marzo	34,0	27,5	26,0	24,5

Fuente : IREN, 1975.

Los ríos Lontué y Teno, presentan sus caudales máximos en los meses de noviembre y diciembre. El menor caudal se observa en el mes de abril.

En el mismo estudio, se presentan varios cuadros con medidas aisladas de caudales de los ríos que forman la cuenca del Mataquito. De estos cuadros se han elegido los valores más representativos, los cuales se presentan en el Cuadro N° 19.

CUADRO N° 19. Medidas Aisladas de Caudales de los ríos de la Cuenca del Mataquito.

	Lugar de medición	N° de mediciones	Período	Caudal Promedio (m ³ /seg)
Río Mataquito	Puente Los Morrillos	2	1937 - 1947	51,19
	Tricao	1	1944	21,44
	Puente Paula (Hualañé)	4	1945 - 1954	104,71
Río Teno	Puente Los Maitenes	2	1943 - 1944	16,10
	Cruce camino longitudinal.	3	1935 - 1955	10,38
	Arriba Junta con río Lontué.	1	1931	4,20
	En Junta con río Mataquito.	1	1955	11,0
Río Lontué	Puente carretero	8	1931 - 1949	61,65
	Pichingal	6	1958	7,63
	Puente Lontué	3	1943 - 1946	20,15
	2 Km arriba río Lo Valdivia.	5	1933 - 1945	12,73

Fuente : IREN, 1975.

b) Cursos de agua que nacen en la Cordillera de la Costa.

Los cursos de agua que nacen en la Cordillera de la Costa no han sido objeto de estudios importantes. Sin embargo, y debido a que su ubicación geográfica coincide con las zonas en que se encuentra más concentrado el recurso forestal, parece interesante entregar algunos antecedentes preliminares que sirvan de base a estudios posteriores más detallados.

En los ríos que nacen en la Cordillera de la Costa el régimen pluvial determina que los caudales de invierno sean considerables, no así los de verano en que disminuyen fuertemente. Ello se debe en parte a la ocupación del agua y a la importancia de la esta-ción lluviosa, la que coincide con el invierno.

En la zona del secano costero ubicado entre los ríos Maipo y Mataquito existen gran número de cuencas, principalmente de pequeño tamaño, las que se presentan en el Cuadro N° 20, numeradas de Norte a Sur tal cual aparecen en el mapa de Red Hidrográfica que acompaña este estudio. En el cuadro se incluyen las superficies correspondientes de cada cuenca.

CUADRO N° 20. Listado y Superficie de Cuencas con Origen en la Cordillera de la Costa.

Cuenca N° *	Nombre del Estero Principal	Superficie (Km ²)
2	Estero Tricao	51,25
3	Estero El Peuco	29,38
4	Estero Yali	798,44
5	Quebrada del Palo	6,88
6	Estero Maitenlahue	157,50
8	Estero Navidad	55,44
9	Estero Pupuva	70,00
10	Estero Topocalma	517,50
11	Estero Poza del Toro	169,06
12	Estero San Antonio de Petrel	206,25
13	Quebrada Macal	28,56
14	Estero Nilahue	1.740,63
15	Quebrada Honda	40,00
16	Estero Paredones	213,13
17	Desconocido	4,38
18	Estero Sn. Pedro de Alcántara	285,00
19	Estero Vichuquén	461,25
20	Estero Trilco	35,63
21	Estero Pichibudi	31,25
22	Estero Iloca	62,19

* Numeración correspondiente al plano de Red Hidrográfica.

De estas cuencas, solamente las que tienen una superficie que supera las 450 ha podrían considerarse como posibles productoras importantes de agua. Los resultados obtenidos en base a las pautas metodológicas aplicadas, se entregan a continuación para cada una de estas cuencas principales.

1. Cuenca del Estero Yali.

Presenta una forma alargada y angosta, con un cauce principal que se desplaza en forma aproximadamente perpendicular a la costa en toda su extensión, con dirección Nor-Oeste. Se ubica entre los 33°40' y 33°50' de latitud Sur y los 71°14' y 71°48' de longitud Oeste. Desemboca al Océano Pacífico a la altura de Punta Toro.

Antecedentes básicos.

- a) Orden del Cauce Principal : Orden 4.
- b) Longitud total (Kms), número de cauces y densidad de drenaje (Kms de cauce por Km² de superficie) según número de orden.

N° de Orden	N° de Cauces	Longitud total	Densidad de drenaje
4	1	75,0	0,09
3	3	9,3	0,01
2	12	123,8	0,16
1	44	197,0	0,25

- c) Tipo de drenaje : Subdendrítico
- d) Perfil longitudinal del cauce principal (Ver Gráfico N° 6).
- e) Rango de elevación del cauce principal : Cota Superior : 220 m s.n.m.
Cota Inferior : 0 m s.n.m.
- f) Pendiente media del cauce principal : 0,29%.

2. Cuenca del Estero Topocalma.

Se ubica entre los 34°05' y 34°27' de latitud Sur y los 72°00' y 71°45' de longitud Oeste. El cauce principal corre aproximadamente paralelo a la costa (dirección Norte) entre los paralelos 34°27' y 34°10' de latitud Sur, para posteriormente dirigirse en forma perpendicular a la costa (dirección Nor-Oeste), hasta su desembocadura en la laguna Topocalma, la cual vacia sus aguas al Océano Pacífico.

Antecedentes básicos.

- a) Orden del Cauce Principal : Orden 4.
- b) Longitud total (kms), número de cauces y densidad de drenaje (Kms de cauce por Km² de superficie) según número de orden.

N° de Orden	N° de Cauces	Longitud total	Densidad de drenaje
4	1	58,6	0,11
3	1	22,0	0,04
2	6	18,0	0,03
1	27	185,0	0,36

- c) Tipo de drenaje : Subdendrítico
- d) Perfil longitudinal del cauce principal (Ver Gráfico N° 6).
- e) Rango de elevación del cauce principal : Cota Superior : 375 m s.n.m.
Cota Inferior : 0 m s.n.m.
- f) Pendiente media del cauce principal : 0,65%.

3. Cuenca del Estero Nilahue.

Presenta forma alargada con una cabecera relativamente ancha. Se ubica entre los 34°25' y los 35°00' de latitud Sur y los 72°03' y 71°23' de longitud Oeste. Hasta los 34°45' corre en forma perpendicular a la costa (dirección Oeste) para luego desplazarse en dirección Nor-Oeste hasta el paralelo 34°30' de latitud Sur, donde cambia su curso para desembocar con rumbo Oeste a la Laguna de Calhuil, la cual vacía sus aguas al Océano Pacífico. De las cuencas incluidas en el área de estudio, que nacen de la Cordillera de la Costa, esta es la que ocupa la mayor superficie.

Antecedentes básicos.

- a) Orden del Cauce Principal : Orden 5.
- b) Longitud total (Kms), número de cauces y densidad de drenaje (Kms de cauce por Km² de superficie) según número de orden.

Nº de Orden	Nº de Cauces	Longitud total	Densidad de drenaje
5	1	106,6	0,06
4	4	139,0	0,08
3	19	110,0	0,06
2	1	11,0	0,01
1	104	407,5	0,23

- c) Tipo de drenaje : Subdendrítico
- d) Perfil longitudinal del cauce principal (Ver Gráfico Nº 6).
- e) Rango de elevación del cauce principal : Cota Superior : 475 m s.n.m.
Cota Inferior : 0 m s.n.m.
- f) Pendiente media del cauce principal : 0,49%.

4. Cuenca del Estero Vichuquén.

Se ubica aproximadamente entre los 34°45' y los 34°55' de latitud Sur y los 71°45' y 72°05' de longitud Oeste. El curso principal se desplaza en forma perpendicular a la costa (dirección Oeste) para desembocar en el Lago Vichuquén, cuyas aguas son vaciadas posteriormente al Océano Pacífico a la altura del pueblo de Llico.

Antecedentes básicos.

- a) Orden del curso principal : Orden 4.
- b) Longitud total (Kms), número de cauces y densidad de drenaje (Kms de cauce por Km² de superficie) según número de orden.

N° de Orden	N° de Cauces	Longitud total	Densidad de drenaje
4	1	45,6	0,10
3	1	12,0	0,03
2	4	33,0	0,07
1	21	96,0	0,21

- c) Tipo de drenaje : Subdentrítico
- d) Perfil longitudinal del cauce principal (Ver Gráfico N° 6).
- e) Rango de elevación del cauce principal : Cota Superior : 100 m s.n.m.
Cota Inferior : 0 m s.n.m.
- f) Pendiente media del cauce principal : 0,23%.

CUADRO N° 21. Resumen de antecedentes básicos de las principales cuencas del área de estudio que nacen en la Cordillera de la Costa.

Cuenca N°	Nombre del estero principal	Orden del cauce principal	Longitud del cauce principal (kms)	Número total de cauces	Tipo de drenaje	Rango de elevación del cauce principal (m s.n.m.)		Pendiente media del cauce principal (%)	Densidad de drenaje promedio (kms de cau- ce por Km ² de superficie)	Superficie de la cuenca (Km ²)
						Cota superior	Cota inferior			
4	Yali	4	75,0	60	Subdendríf- tico	220	0	0,29	0,51	798,44
10	Topocalma	4	58,6	35	Subdendríf- tico	375	0	0,65	0,55	517,50
14	Nilahue	5	106,5	129	Subdendríf- tico	475	0	0,49	0,44	1.740,63
19	Vichuquén	4	45,6	27	Subdendríf- tico	100	0	0,23	0,40	461,25

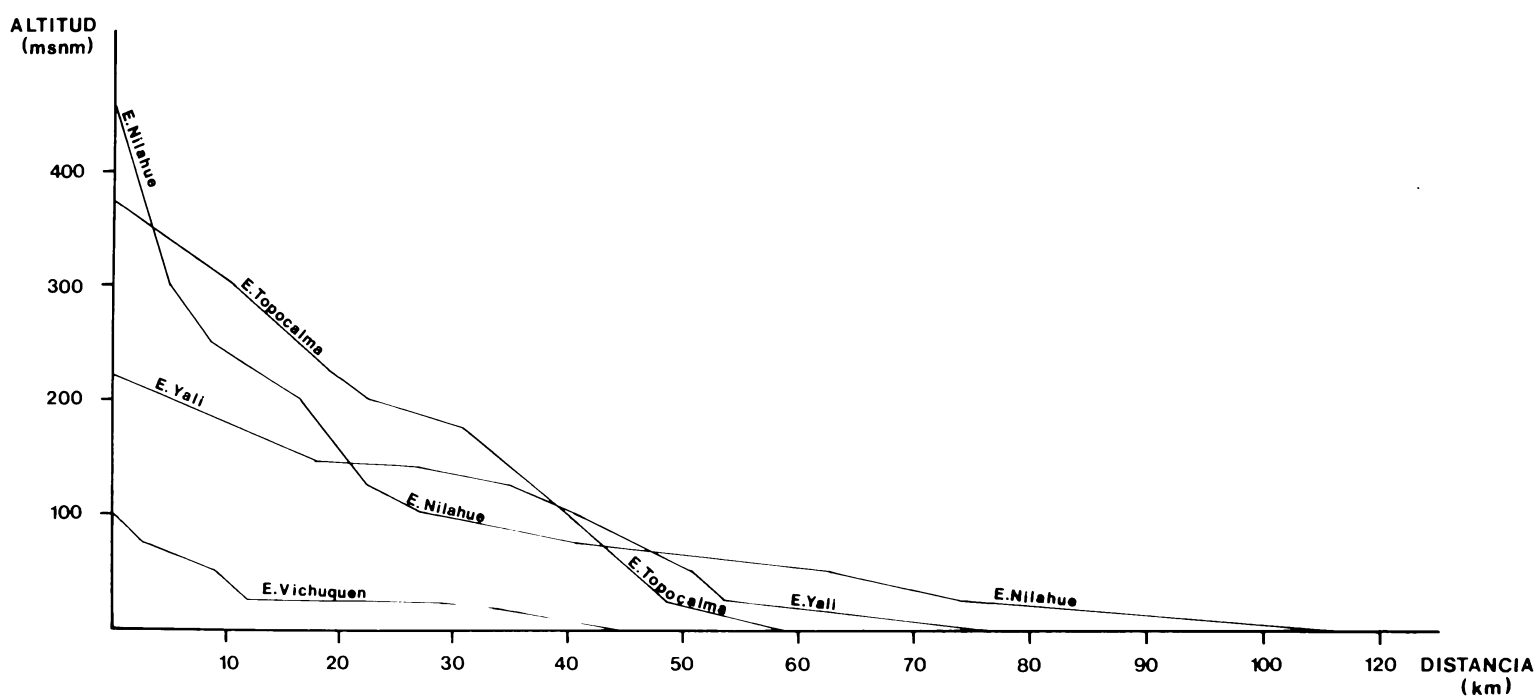


GRAFICO N° 6. Perfiles longitudinales del cauce principal de los esteros más importantes ubicados en el área de estudio.

En el Cuadro N° 21 se presenta una comparación de estas cuatro cuencas en base a los parámetros de mayor interés.

4.1.4.2 Otros aportes de agua.

Aunque existen otros aportes de agua en la zona de estudio, las principales lagunas y lagos entregan sus aguas a algunos de los ríos o esteros mencionados en este capítulo, por lo que se han considerado como parte integrante de ésas cuencas y en consecuencia se han incorporado al estudio.

4.1.5 Infraestructura Vial y Portuaria.

4.1.5.1 Red Ferroviaria.

El transporte ferroviario de productos forestales provenientes del área de estudio se encuentra muy poco desarrollado (INFOR, 1982). Existen dos trazados de vía férrea que alcanzan poblados ubicados en el área costera entre los ríos Maipo y Mataquito. Uno de estos ramales está actualmente fuera de uso (Ramal Curicó - Licantén), y el otro corresponde al ramal costero (San Fernando - Pichilemu), apto para el transporte de carga y pasajeros durante todo el año.

En el Cuadro N° 22 se muestra la distancia que cubren estos ramales.

CUADRO N° 22. Distancia Vía Ferrocarril a poblados del Area de Estudio.

Ramal	Kms de vía férrea
San Fernando - Pichilemu	96,0
Curicó - Licantén	68,0

4.1.5.2 Puertos.

Aunque el área de estudio no cuenta con puertos propios, estos se encuentran a corta distancia. Inmediatamente al Norte de Pichilemu, a una distancia de 138 Km se encuentra el Puerto de San Antonio, y a 240 Km se encuentra Valparaíso, unidos por caminos que

permiten el tránsito durante todo el año. Estos puertos se encuentran bien equipados con un total de 17 sitios de atraque (CONAF, 1981). La VII Región no posee este tipo de infraestructura salvo el muelle de Magullines, ubicado a 7 Km al Sur de Concepción, el cual se encuentra actualmente embancado, no permitiendo el atraque de embarcaciones mayores.

Otros puertos de embarque de productos forestales son los ubicados en la VIII Región (Lirquén, San Vicente y Talcahuano), los que sin embargo se encuentran a considerable distancia del área de estudio (Ver Anexo N° 5).

4.1.5.3 Red Caminera.

La situación caminera que existe actualmente en el área de estudio se encuentra representada en el mapa "Infraestructura Vial", que acompaña este informe. En el Cuadro N° 23 se presenta la longitud de caminos que existe en el área, según la calidad de éstos y su ubicación geográfica.

CUADRO N° 23. Longitud de la Red Caminera del Area de Estudio, según calidad de caminos, Región y Provincia.

Región	Provincia	Longitud (Km), según calidades de camino								Longitud total (Km)
		Pavimentado	%	Ripiado	%	Tierra	%	Sendero	%	
V	San Antonio	5	3	44	22	132	66	18	9	199
	Sub-total	5	3	44	22	132	66	18	9	199
VI	Cardenal Caro	2	0,2	182	22	559	68	80	9,8	823
	Colchagua	-	-	5	9	44	78	7	13	56
	Sub-total	2	0,2	187	21	603	69	87	9,8	879
VII	Curicó	-	-	129	30	266	61	38	9	433
	Sub-total	-	-	129	30	266	61	38	9	433
Total		7	0,5	360	24	1.001	66	143	9,5	1.511

Del cuadro anterior se desprende que en el área estudiada predominan los caminos de tierra y los senderos, los que en conjunto suman una longitud total de 1.144 Km (76%). Los caminos de tierra presentan moderadas dificultades para el tránsito de vehículos motorizados. En los meses de invierno las dificultades son mayores pero no alcanzan el grado extremo al que se llega en otras zonas ubicadas más al Sur. En gran parte esto se debe a que la topografía dominante es de lomajes suaves, la precipitación moderada, y a que los terrenos presentan características físicas más adecuadas para el tránsito de vehículos.

Los caminos pavimentados y ripiados participan con un 24% de la longitud total existente en la zona. Son transitables prácticamente durante todo el año, a excepción de aquellos ubicados en el extremo sur del sector costero, que presentan algunas deficiencias en invierno.

La falta de caminos y la baja calidad de los existentes, se manifiesta especialmente en el sector costero comprendido entre Navidad y Pichilemu.

En el Cuadro N° 24 se expone la densidad que posee el área de estudio, según la calidad de los caminos y su ubicación geográfica.

CUADRO N° 24. Densidad Caminera por unidad de superficie del Area de Estudio, según calidad de caminos, Región y Provincia.

Región	Provincia	Densidad caminera (Km de camino por cada 1000 Km ² de superficie)				Total Km/1000 Km ²
		Pavimentado	Ripiado	Tierra	Sendero	
V	San Antonio	10,48	92,19	276,58	37,72	416,97
	Densidad regional	10,48	92,19	276,58	37,72	416,97
VI	Cardenal Caro	0,91	82,37	253,01	36,21	372,50
	Colchagua	-	22,16	195,01	31,02	248,19
	Densidad regional	0,82	76,80	247,63	35,73	360,98
VII	Curicó	-	123,05	253,73	36,25	413,03
	Densidad regional	-	123,05	253,73	36,25	413,03
Total		1,77	90,89	252,74	36,11	381,50

El análisis de las cifras del Cuadro N° 24 revela que el orden según magnitud de las cifras de densidad caminera concuerda con el orden establecido para las cifras de longitud de caminos según calidad. En este sentido, la mayor densidad corresponde a los caminos de tierra, que alcanzan una representación de 252,74 Km por cada 1.000 Km² de superficie. La densidad de caminos pavimentados sólo alcanza a 1,77 Km por cada 1.000 Km² de superficie.

Para conocer en términos absolutos cuan altas o bajas son estas cifras, se recurrió a una comparación con la situación caminera que presenta la VIII Región del país. En esta Región existe un total de 10.300 Km de caminos, de los cuales 1.003,3 son pavimentados y 9.297,7 son de tierra (Dirección de Vialidad, 1979). También se compara ron las cifras de densidad caminera con aquellas pertenecientes a la pro vincia de Concepción. Los resultados se presentan en los Cuadros N°s 25 y 26.

CUADRO N° 25. Comparación de la densidad caminera, según calidad de caminos, entre el Area de Estudio y la VIII Región.

Tipo de camino	Densidad (Km de camino/1000 Km ² de superficie)	
	Area de Estudio	VIII Región
Pavimentado	1,77	27,86
Tierra	252,74	258,21
Densidad caminera total	254,51	286,07

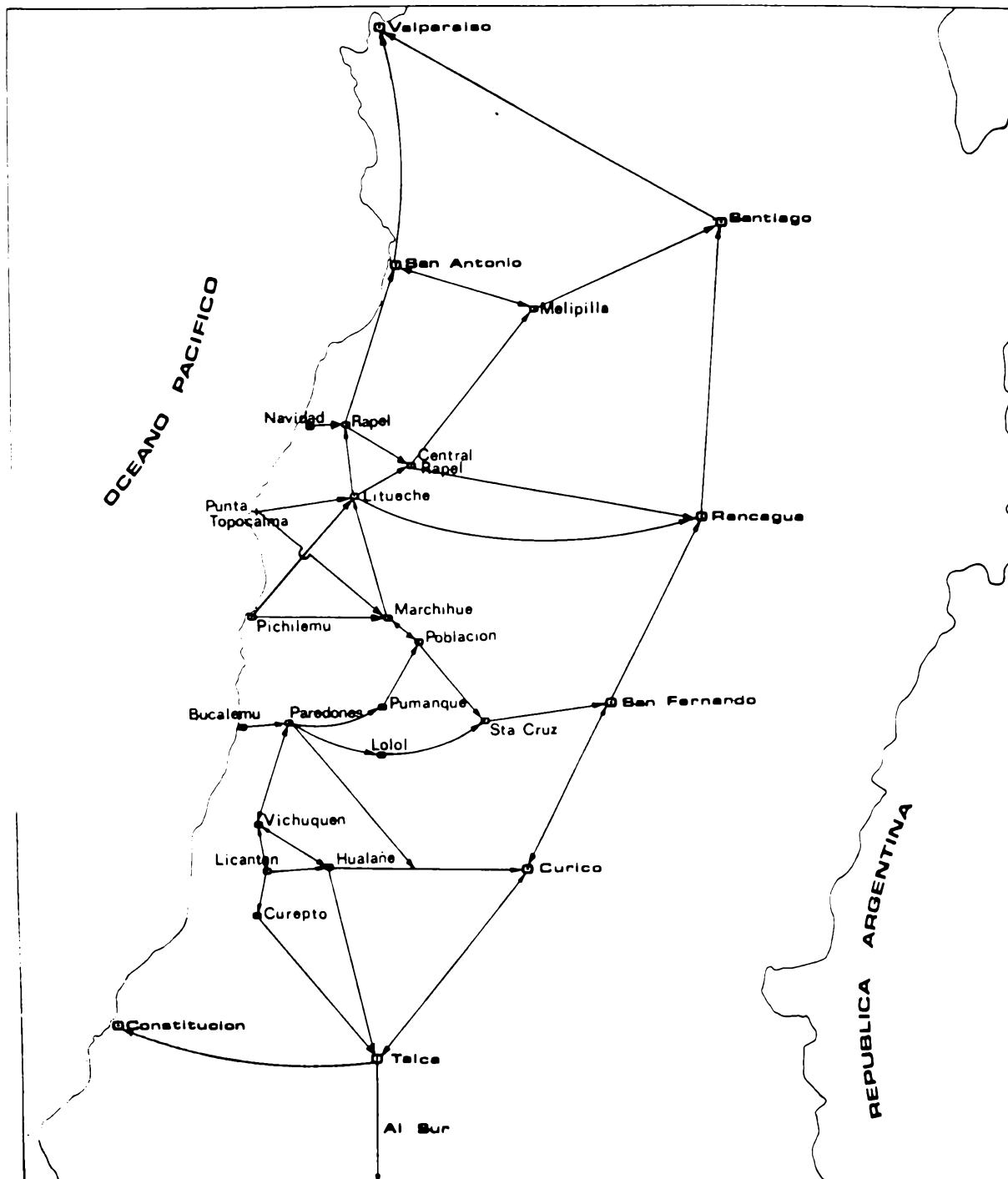


FIGURA Nº 12. Matriz de Comunicaciones Viales.

CUADRO N° 26. Comparación de la densidad caminera, según calidad de caminos, entre el Area de Estudio y la provincia de Concepción.

Tipo de camino	Densidad (Km de camino/1000 Km ² de superficie)	
	Area de Estudio	Provincia de Concepción
Pavimentado	1,77	82,18
Ripio	90,89	88,17
Tierra	252,74	524,15
Densidad caminera total	345,40	694,50

Como puede apreciarse en el Cuadro N° 25, la densidad caminera total del área de estudio es levemente inferior a la densidad caminera total de la VIII Región. Esto estaría indicando que el área de estudio presenta una densidad caminera relativamente adecuada, si se considera a la VIII Región como patrón de comparación.

En términos de calidad de los caminos, el área de estudio presenta una baja densidad caminera de vías pavimentadas. Las cifras indican que tanto a nivel regional como provincial, la VIII Región tiene mayor densidad de vías pavimentadas (Cuadros NOS 25 y 26).

Lo que hace particularmente interesante, desde el punto de vista de las comunicaciones viales, al área costera ubicada entre los ríos Maipo y Mataquito, para fines de aprovechamiento de los recursos forestales de la zona, es su cercanía a los grandes centros de con

sumo de Rancagua, San Fernando y Santiago, y a los puertos de Valparaíso y San Antonio.

En el Anexo N° 5 se presentan las distancias aproximadas a los principales centros consumidores de madera del país, así como a los puertos más cercanos, según calidad de caminos. Como información adicional, se incluye una matriz de comunicaciones viales (Ver Figura N° 12), que muestra en forma esquemática el flujo de productos forestales que existirá entre los puntos de interés ubicados en el área de estudio y los principales centros consumidores de estos productos.

4.2 Aptitud de Uso de los terrenos del área.

Tal como se indicó en el punto 2.2, los terrenos del área de estudio fueron primeramente clasificados en clases de capacidad de uso. Los resultados de dicha clasificación en términos de superficie se exponen en el Cuadro N° 27.

CUADRO N° 27. Superficie de los Terrenos del Area de Estudio clasificada en Clases de Capacidad de Uso, según Regiones y provincias.

Región	Provincia	Superficie (ha)			Total
		Clase de Capacidad de Uso			
		VI	VII	Otras Clases (*)	
V	San Antonio	7.726	13.051	26.948	47.725
	Sub-total	7.726	13.051	26.948	47.725
	%	1,95	3,30	6,80	12,05
VI	Cardenal Caro	27.599	149.871	43.472	220.942
	Colchagua	2.740	13.269	6.554	22.563
	Sub-total	30.339	163.140	50.026	243.505
	%	7,66	41,19	12,63	61,48
VII	Curicó	4.041	85.706	15.087	104.834
	Sub-total	4.041	85.706	15.087	104.834
	%	1,02	21,64	3,81	26,47
Total		42.106	261.897	92.061	396.064
%		10,63	66,13	23,34	100,00

(*) Corresponde a la superficie que ocupan otras clases de capacidad de uso.

Al analizar la información expuesta en el Cuadro N° 25, se desprende de que más de la mitad de la superficie del área de estudio (66,1%) está formada por terrenos comprendidos en la Clase VII de Capacidad de Uso. La importancia que alcanza dicha categoría sólo se ve disminuida en el área de estudio perteneciente a la V Región, en donde predominan en extensión los terrenos clasificados en otras clases de capacidad de uso.

Con el fin de apreciar más fácilmente la magnitud de las cifras de superficie según clases de capacidad de uso, se confeccionaron los Gráficos N°s 7, 8 y 9.

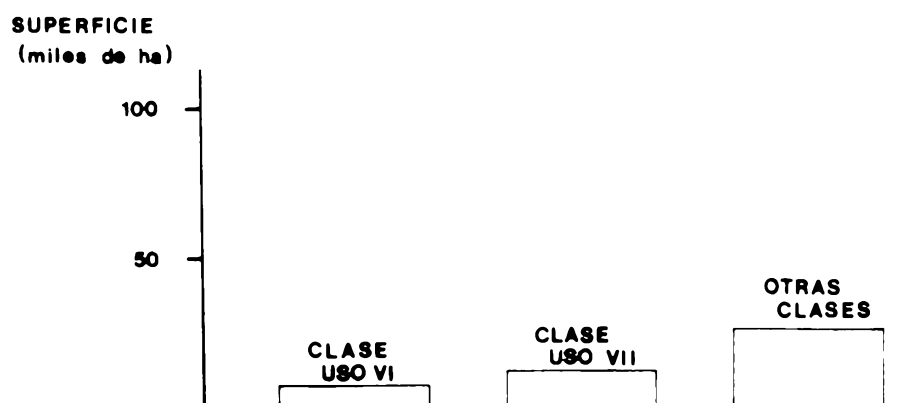


GRAFICO N° 7. Distribución de superficies clasificadas, según Clases de Capacidad de Uso, V Región.

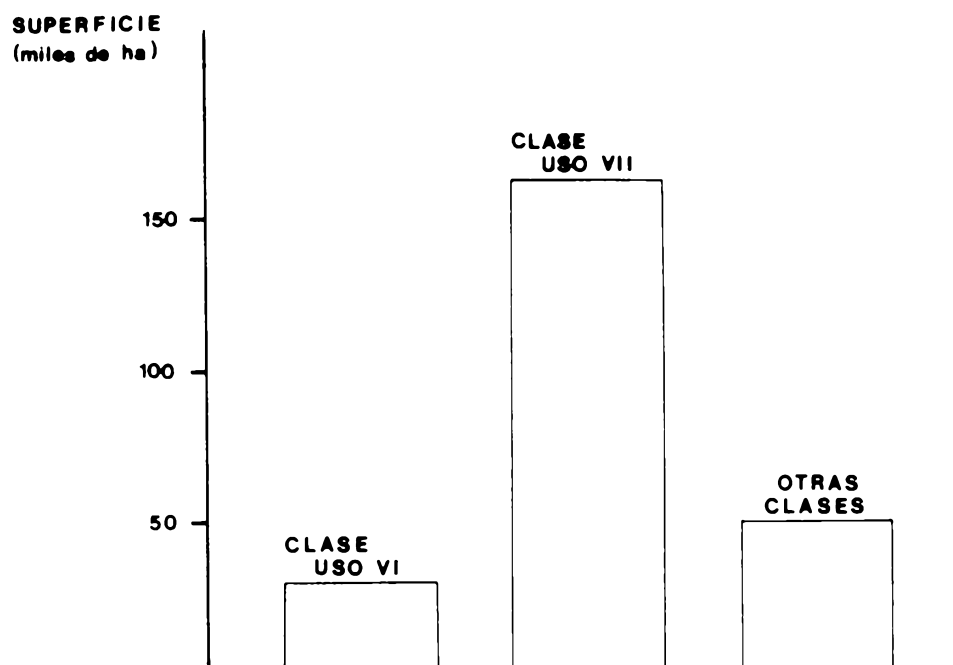


GRAFICO N° 8. Distribución de superficies clasificadas según Clases de Capacidad de Uso, VI Región.

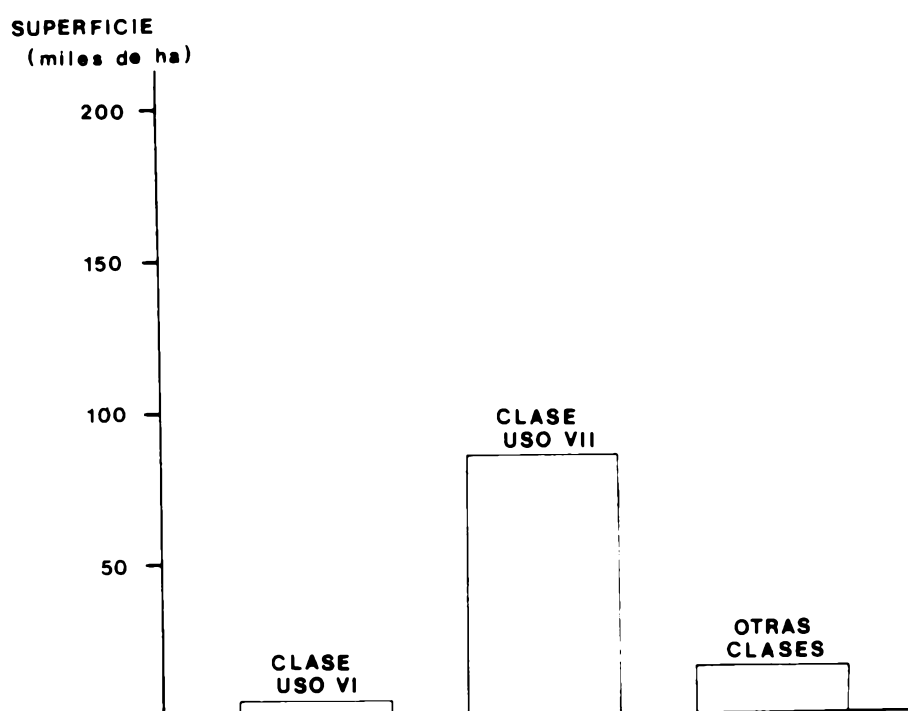


GRAFICO N° 9. Distribución de superficies clasificadas según Clases de Capacidad de Uso, VII Región.

La extensión de los terrenos de uso forestal (Clase de Capacidad de Uso VI y VII) y de otros usos, se presenta desgregada por región y provincia en el Cuadro N° 28.

CUADRO N° 28. Superficies de los suelos del Area de Estudio, según Aptitud de Uso, Región y Provincia.

Región	Provincia	Superficies según aptitud de uso (ha)		Total
		Uso Forestal (*)	Otros Usos (**)	
V	San Antonio	20.777	26.948	47.725
	Sub-total	20.777	26.948	47.725
VI	Cardenal Caro	177.470	43.472	220.942
	Colchagua	16.009	6.554	22.563
	Sub-total	193.479	50.026	243.505
VII	Curicó	89.747	15.087	104.834
	Sub-total	89.747	15.087	104.834
Total		304.003	92.061	396.064
%		76,7	23,3	100,0

(*) Comprende las superficies clasificadas en Clases de Capacidad de Uso VI y VII (Ver Cuadro N° 27).

(**) Corresponde a la superficie que ocupan otras clases de capacidad de uso (Ver Cuadro N° 27).

Al analizar las cifras expuestas en el cuadro anterior queda de -
mostrada la importancia que tienen en el área de estudio los terrenos
con aptitud de uso forestal, los cuales alcanzan una superficie de
304.003 ha, cifra que representa el 76,7% del área total.

Del Cuadro N° 28 puede advertirse además que el 48,9% de la super
ficie de aptitud forestal está concentrada en la VI Región, siguiendo
en orden de importancia la VII Región con un 22,7%.

4.3 Plantaciones Forestales.

Las plantaciones forestales del área estudiada están compuestas
principalmente por pino insigne y eucalipto. Las cifras de superficie
se presentan en el Cuadro N° 29.

CUADRO N° 29. Superficie de Plantaciones Forestales en el Área Estudiada
(Rodales mayores de 5 ha).

Tipo de Bosque	Superficie (ha)	%
Pino insigne	71.454	91,3
Eucalipto	1.698	8,7
Total	73.152	100,0

Como puede apreciarse en el Cuadro N° 29 el 91,3% de la superficie
de plantaciones forestales está constituida por pino insigne. La presen
cia de plantaciones de eucalipto en el área de estudio, es baja.

4.3.1 Distribución de superficies de plantaciones forestales en el área de estudio según Regiones y Provincias.

Las superficies de plantaciones forestales según Región y Provincia se presentan en el Cuadro N° 30.

CUADRO N° 30. Superficies de Plantaciones de Pino insignie y Eucalipto según Región y Provincia a octubre de 1982. (Rodaes mayores a 5 ha).

Región	Provincia	Superficie (ha)		Total
		Pino insignie	Eucalipto	
V	San Antonio	1.386	720	2.106
	Sub-total	1.386	720	2.106
		1,9%	1,0%	2,9%
VI	Colchagua	4.188	58	4.246
	Cardenal Caro	43.042	870	43.912
	Sub-total	47.230	928	48.158
		64,6%	1,2%	65,8%
VII	Curicó	22.838	50	22.888
	Sub-total	22.838	50	22.888
		31,2%	0,1%	31,3%
Total		71.454	1.698	73.152
		97,7%	2.3%	100,0%

Del cuadro anterior se desprende la importancia que tiene en superficie plantada la VI Región, que concentra el 65,8% de la superficie total.

La V y VII Región abarcan en conjunto el 34,2% de la superficie restante.

La superficie de plantaciones de eucalipto es muy baja y sólo alcanza una participación de 1.698 ha en la superficie total.

La representación gráfica de las superficies regionales expuestas en el cuadro anterior se presentan en el Gráfico N° 10.

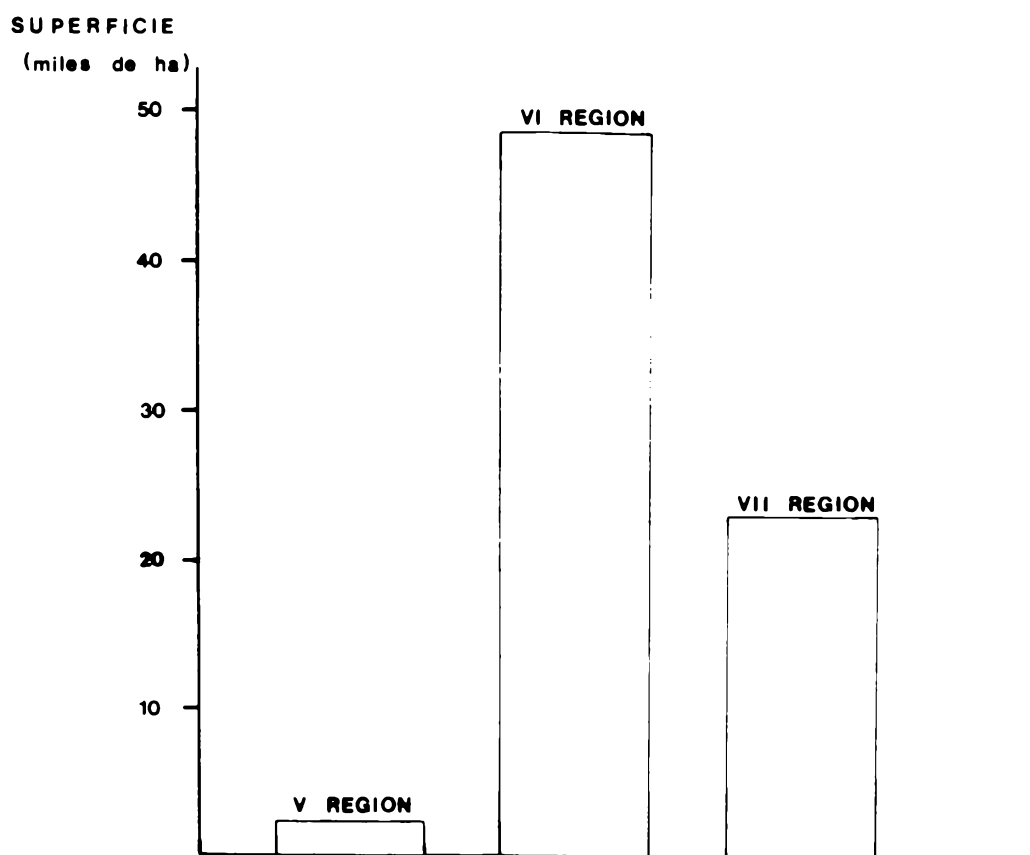


GRAFICO N° 10. Representación gráfica de las superficies de plantaciones existentes en el área de estudio según Regiones.

4.3.2 Distribución de Superficies de Plantaciones de Pino insigna según Edad.

La superficie cubierta con plantaciones de pino insigna en el área de estudio según Edad y Región se presentan en el Cuadro N° 31.

CUADRO N° 31. Superficies de Plantaciones de Pino insigna según Edad y Región, a octubre de 1982. (Rodales mayores a 5 ha).

Edad (años)	Año de plantación	Superficie (ha) según Región			Total
		V	VI	VII	
0	1982	-	1.347	674	2.021
1	1981	22	2.389	1.277	3.688
2	1980	117	2.319	1.583	4.019
3	1979	-	1.303	366	1.669
4	1978	-	7.562	198	7.760
5	1977	-	4.908	1.331	6.239
6	1976	375	10.078	2.246	12.699
7	1975	38	717	2.001	2.756
8	1974	68	2.507	1.083	3.658
9	1973	421	1.330	3.248	4.999
10	1972	-	3.879	1.723	5.602
11	1971	-	2.759	1.481	4.240
12	1970	28	3.167	1.051	4.246
13	1969	-	201	412	613
14	1968	203	105	180	488
15	1967	-	97	183	280
16	1966	-	59	305	364
17	1965	-	127	51	178
18	1964	-	59	51	110
19	1963	-	151	144	295
20	1962	-	102	256	358
21	1961	-	288	374	662
22	1960	-	766	123	889
23	1959	-	170	51	221
24	1958	114	179	324	617
25	1957	-	59	311	370
26	1956	-	59	1.546	1.605
27	1955	-	107	80	187
28	1954	-	147	51	198
29	1953	-	59	51	110
30	1952	-	59	83	142
31	1951	-	171	-	171
Total		1.386	47.230	22.838	71.454

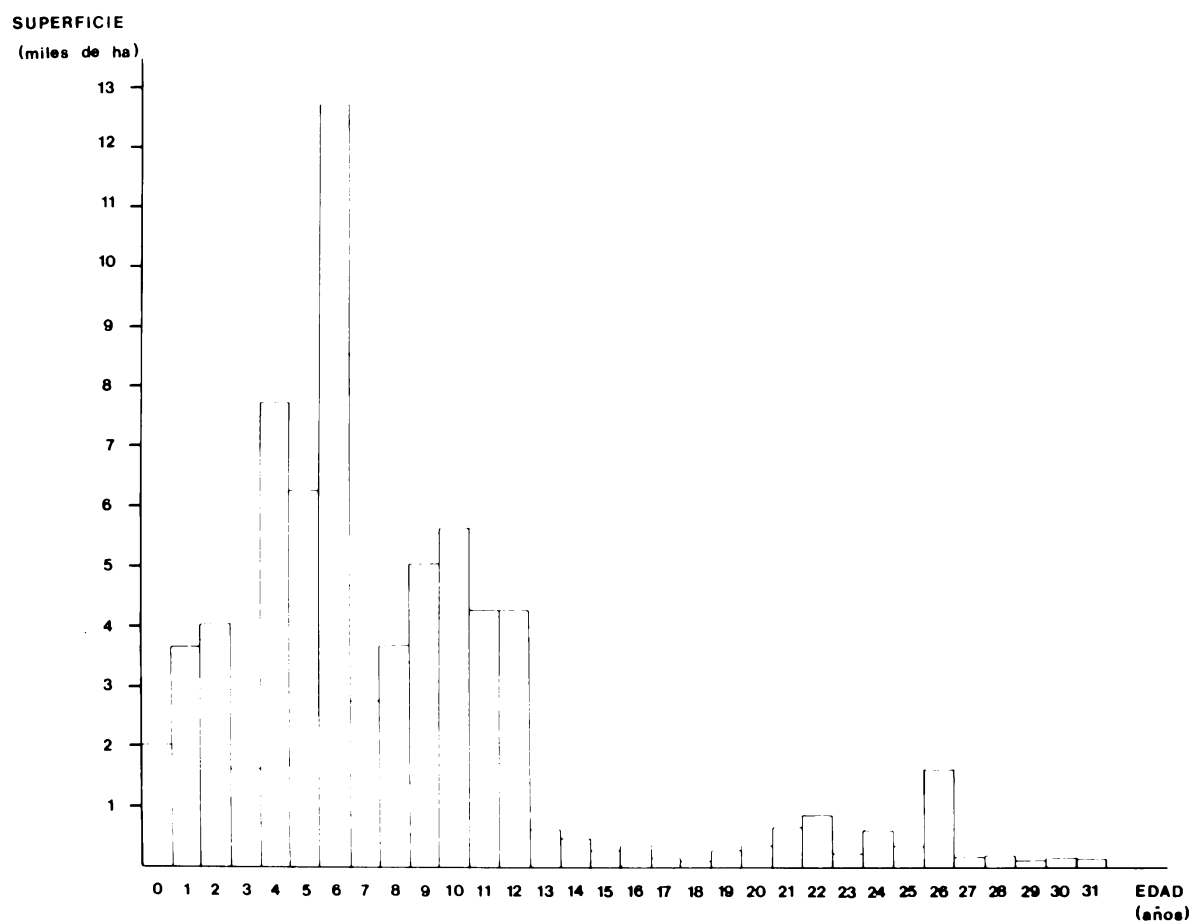


GRAFICO N° 11. Superficie de plantaciones de pino insigne según edad,
Area costera Maipo - Mataquito.

Del cuadro anterior se desprende que existe una alta concentración de superficie plantada en edades bajas. La superficie plantada en el rango de edad 0 - 12 años alcanza 63.596 ha, es decir constituye el 89,0% de la superficie plantada de pino insigne en la zona de estudio. En gran medida, la concentración de superficies en edades bajas obedece al Plan de Forestación llevado a cabo en la zona costera de la antigua provincia de Colchagua (lloy Cardenal Caro) por el Estado, a través de la Corporación de Reforestación entre los años 1969 - 1978.

Para representar más claramente la situación de superficies según edad se confeccionó el Gráfico N° 11.

4.4 Area Potencial para Plantaciones Forestales.

Tal como se señaló en el punto 4.2 (Cuadro N° 28), la extensión territorial del área de estudio que tiene aptitud de uso forestal alcanza a 304.003 ha. Sin embargo parte de esta superficie está ocupada por las plantaciones forestales actualmente existentes.

Con el objeto de conocer la magnitud a que alcanza la superficie de terrenos disponibles para plantaciones forestales se elaboró el Cuadro N° 32, el cual expone el estado de ocupación de los terrenos de aptitud forestal según límites administrativos.

CUADRO N° 32. Estado de Ocupación de los Terrenos de Aptitud Forestal en el Area de Estudio según Regiones y Provincias.

Región	Provincia	Superficie según estado de ocupación (ha)		Total (**)
		Ocupados (*)	Disponibles	
V	San Antonio	2.106	18.671	20.777
	Sub-total	2.106	18.671	20.777
VI	Colchagua	4.246	11.763	16.009
	Cardenal Caro	43.912	133.558	177.470
	Sub-total	48.158	145.321	193.479
	Curicó	22.888	66.859	89.747
	Sub-total	22.888	66.859	89.747
Total		73.152	230.851	304.003

(*) Fuente : Punto 4.3.1 Cuadro N° 30

(**) Fuente : Punto 4.2 Cuadro N° 28.

Del Cuadro N° 32 se desprende que en la zona costera ubicada entre los ríos Maipo y Mataquito existen 230.851 ha de terrenos de aptitud forestal disponibles para plantaciones forestales. El 63% de dicha superficie se localiza en la VI Región.

4.5 Provección de Superficies de Plantaciones y Determinación de la Oferta Futura de Madera en pie.

La determinación actual y futura de superficie y volumen cúbico en pie, de las plantaciones de pino insigne ubicadas en el área costera entre los ríos Maipo y Mataquito, constituye el resultado más relevante del presente estudio. Las cifras, obtenidas de acuerdo a las pautas señaladas en 3.2.6, se presentan en el Cuadro N° 33. Los resultados segregados según clases de sitio y quinquenio, se presentan en el Anexo N° 6. Los Gráficos NOS 12 y 13 fueron elaborados con las cifras del Cuadro N° 33 para visualizar de mejor modo la situación de superficies y volúmenes en cada quinquenio.

Como puede apreciarse en el Gráfico N° 12, existirá un paulatino desplazamiento de la distribución de superficies del año 1982, hacia edades mayores a medida que transcurra el tiempo. Será notoria la modificación que se produzca en los extremos de la distribución de superficies. Por un lado, la explotación de aquellas plantaciones situadas en edades adultas tendrá como consecuencia un efecto de truncamiento en la distribución de superficies. Ello determinará que la máxima edad posible de encontrar en la distribución al término de cada quinquenio (se exceptúa el año 1982), será de 25 años. Por otra parte en las edades jóvenes se observará un cambio importante en la forma de la distribución, como consecuencia de los supuestos de plantación y de reforestación. A partir de 1983, la forma del histograma será rectangular simétrica, pero comenzará a variar en 1993, año en el cual se plantarán 1.000 ha adicionales, y luego en 1996, cuando se incorporen las superficies reforestadas.

El proceso de desplazamiento de la distribución de superficies según edad, determinará que las plantaciones que actualmente tienen entre 0 y 12 años, estarán disponibles para la explotación a partir del año 1996. En efecto, un elevado monto de esta superficie se explotará supuestamente entre los años 1996 y 2002.

CUADRO N° 33. Situación actual y esperada de la superficie y volumen cúbico en pie (m³ ssc) según edad al final de cada período.

Fdad (años)	1982		1987		1992		1997		2002	
	Superficie (ha)	Volumen (m ³ ssc)	Superficie (ha)	Volumen (m ³ ssc)	Superficie (ha)	Volumen (m ³ ssc)	Superficie (ha)	Volumen (m ³ ssc)	Superficie (ha)	Volumen (m ³ ssc)
0	2.021	-	2.000	-	2.000	-	7.240	-	15.699	-
1	3.688	-	2.000	-	2.000	-	7.246	-	5.756	-
2	4.019	-	2.000	-	2.000	-	3.000	-	6.658	-
3	1.669	-	2.000	-	2.000	-	3.000	-	7.999	-
4	7.760	-	2.000	-	2.000	-	3.000	-	8.602	-
5	6.239	-	2.021	-	2.000	-	2.000	-	7.240	-
6	12.699	-	3.688	-	2.000	-	2.000	-	7.246	-
7	2.756	-	4.019	-	2.000	-	2.000	-	3.000	-
8	3.658	-	1.669	-	2.000	-	2.000	-	3.000	-
9	4.999	-	7.760	-	2.000	-	2.000	-	3.000	-
10	5.602	359.636	6.239	400.557	2.021	129.749	2.000	128.400	2.000	128.400
11	4.240	356.160	12.699	1.066.733	3.688	309.808	2.000	168.000	2.000	168.000
12	4.246	445.820	2.756	289.370	4.019	422.016	2.000	210.000	2.000	210.000
13	613	77.678	3.658	463.493	1.669	211.461	2.000	253.400	2.000	253.400
14	488	72.838	4.999	745.881	7.760	1.157.792	2.000	298.400	2.000	298.400
15	280	47.992	5.602	825.750	6.239	919.629	2.021	297.941	2.000	294.800
16	364	70.598	4.240	713.751	12.699	2.137.763	3.688	620.824	2.000	336.680
17	178	38.454	4.246	803.096	2.756	521.204	4.019	760.208	2.000	378.260
18	110	26.158	613	128.712	3.658	768.145	1.669	350.536	2.000	419.980
19	295	76.521	488	112.535	4.999	1.152.893	7.760	1.789.623	2.000	461.240
20	358	100.222	280	78.344	5.602	1.403.586	6.239	1.563.197	2.021	506.418

(continúa)

Edad (años)	1982		1987		1992		1997		2002	
	Superficie (ha)	Volumen (m ³ ssc)	Superficie (ha)	Volumen (m ³ ssc)	Superficie (ha)	Volumen (m ³ ssc)	Superficie (ha)	Volumen (m ³ ssc)	Superficie (ha)	Volumen (m ³ ssc)
21	662	198.609	364	109.265	4.240	1.146.993	12.699	3.435.364	3.688	997.676
22	889	284.299	178	56.986	4.246	1.230.667	2.756	798.721	4.019	1.164.949
23	221	75.011	110	37.334	613	189.547	3.658	1.131.143	1.669	516.155
24	617	220.794	295	105.619	488	159.878	4.999	1.637.715	7.760	2.542.188
25	370	139.120	358	134.680	280	105.280	5.602	1.937.272	6.239	2.157.605
26	1.605	603.440	2.759	1.037.280	1.305	490.900	9.867	3.420.699	29.714	10.275.743
27	187	70.280								
28	198	74.520								
29	110	41.360								
30	142	53.320								
31	171	64.300								
Total	71.454	3.497.130	79.041	7.109.386	86.282	12.457.311	108.463	18.801.443	143.310	21.109.894

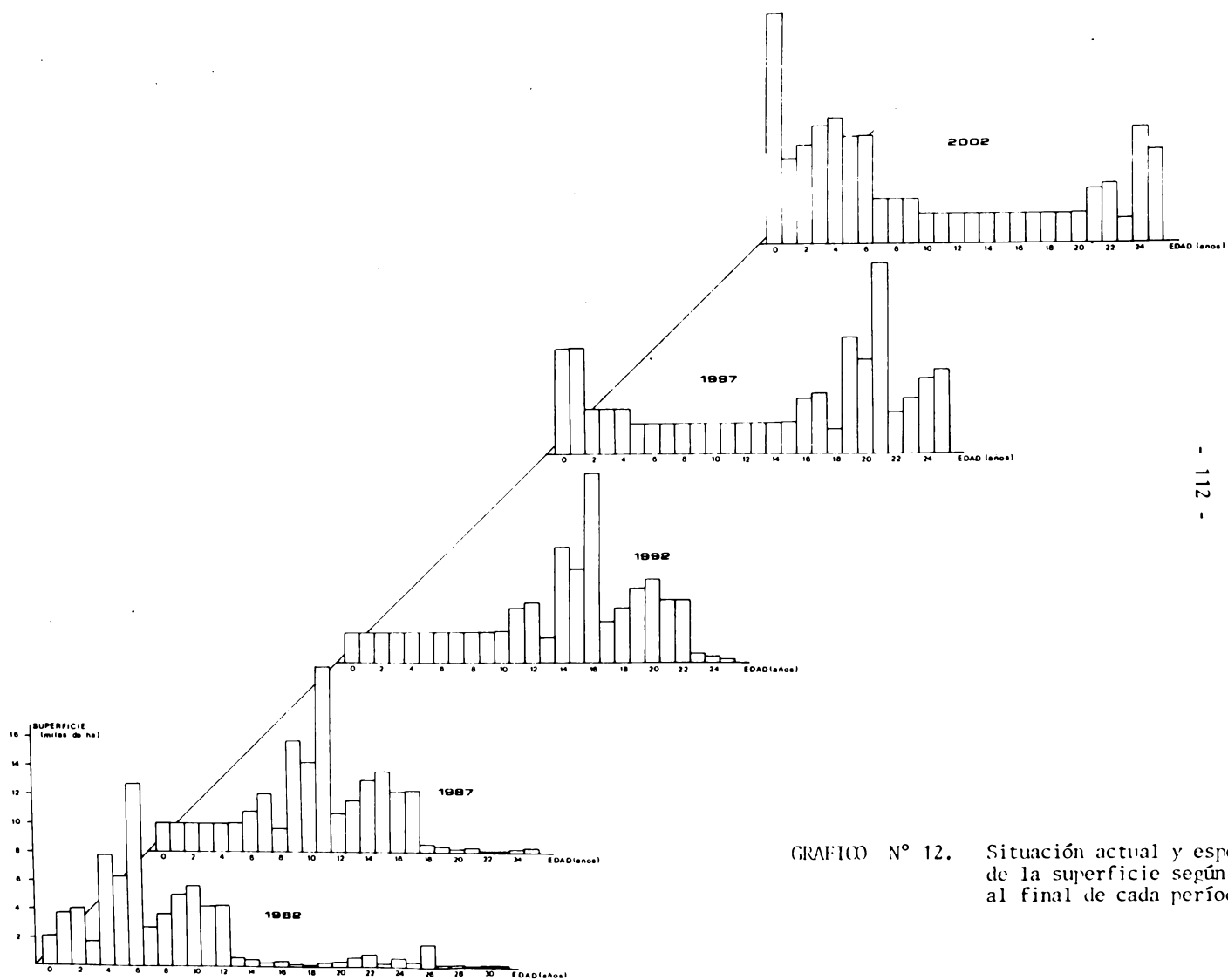


GRAFICO N° 12. Situación actual y esperada de la superficie según edad al final de cada período.

El análisis del comportamiento del volumen que entregan las plantaciones para los distintos períodos (Ver Gráfico N° 13), revela que el volumen cúbico se incrementará fuertemente, período a período, debido al desplazamiento hacia edades mayores de la superficie de plantaciones cuyo rango de edad actual es 0 - 12 años.

Al elegir arbitrariamente un límite de 20 años de edad, para comparar las distribuciones de volumen cúbico según edad al término de cada quinquenio, se pudo advertir que a partir del año 1997, existirá una fuerte concentración de volumen sobre dicho límite de edad. La situación antes indicada se presenta en el Cuadro N° 34.

CUADRO N° 34. Distribución del volumen cúbico actual y futuro de las plantaciones según rango de edad y año.

Años	Rango de Edad de las Plantaciones					
	10 - 19 años		20 y + años		Total	
	Volumen en (miles m ³ ssc)	%	Volumen en (miles m ³ ssc)	%	Volumen en (miles m ³ ssc)	%
1982	1.571,85	44,9	1.925,28	55,1	3.497,13	100
1987	4.909,88	90,4	522,23	9,6	5.432,11	100
1992	7.730,46	64,6	4.235,95	35,4	11.966,41	100
1997	4.877,33	32,0	10.503,41	68,0	15.380,74	100
2002	2.949,16	27,0	7.884,99	73,0	10.834,15	100

Como puede apreciarse en el cuadro anterior, hasta 1992 la mayor parte del volumen en pie de las plantaciones del área estará concentrado bajo el límite de 20 años de edad, pero a partir de 1997 el volumen se concentrará fuertemente en el rango de 20 y más años de edad.

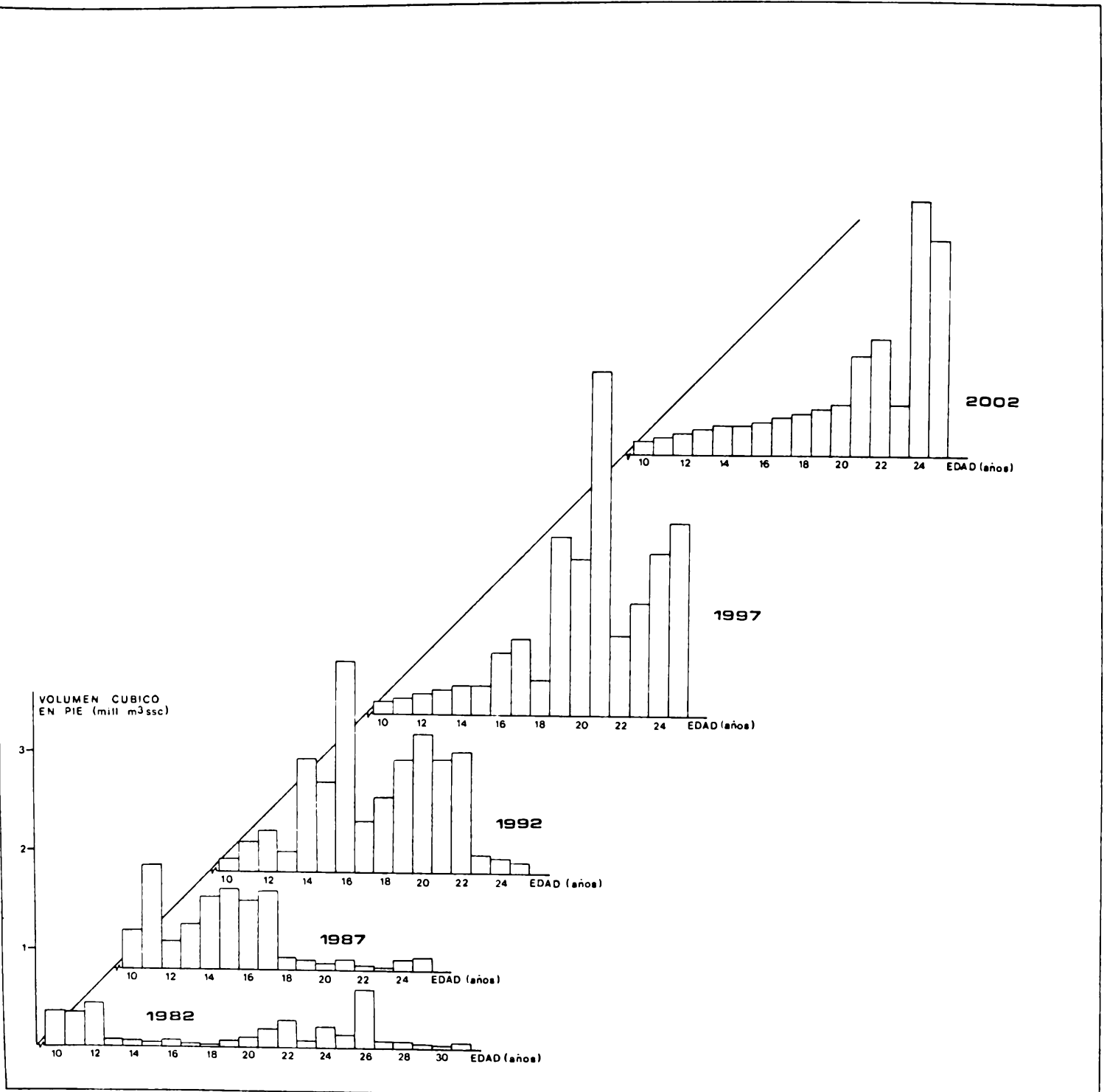


GRAFICO N° 13. Situación actual y esperada del Volumen cúbico en pie (m^3 ssc) según edad al final de cada período.

4.5.1 Volumen aportado por el raleo de las plantaciones.

El manejo de las plantaciones, basado en un raleo efectuado a los 15 años, aportará interesantes cifras de volumen cúbico. El Cuadro N° 35 presenta la situación esperada para cada período.

CUADRO N° 35. Volumen cúbico producto del raleo a la edad de 15 años.

Período	Volumen raleado (m ³ ssc)
1983 - 1987	364.510
1988 - 1992	728.560
1993 - 1997	459.660
1998 - 2002	240.000
Total	1.792.730

Del cuadro anterior se deduce que la mayor producción de volumen por concepto de raleo, se obtendrá en el período comprendido entre los años 1983 y 1992. Posteriormente se producirá una baja en el volumen, debido fundamentalmente a que la superficie afecta a raleo disminuye.

4.5.2 Volúmenes cúbicos y aserrables agrupados según disponibilidad.

Paralelamente con la cuantificación del volumen en pie según quinquenio, se efectuó una clasificación de los volúmenes cúbicos obtenidos en las categorías de disponibilidad descritas en 3.2.6.2. Los resultados se presentan en el Cuadro N° 36 y en el Gráfico N° 14. Estos mismos resultados se presentan por clase de sitio en el Anexo N° 7.

CUADRO N° 36. Resumen de los volúmenes cúbicos en pie obtenidos al final de cada período, clasificados según disponibilidad. (*)

Período	Volumen (m ³ ssc) IU = 10 cm, según disponibilidad			
	Oferta	Reserva	Existencias	Oferta acumulada
Situación Actual (1982)	907.220	2.589.910	3.497.130	907.220
1982 - 1987	1.401.790	6.072.106	7.473.896	2.309.010
1987 - 1992	1.219.460	11.966.411	13.185.871	3.528.470
1992 - 1997	3.880.359	15.380.744	19.261.103	7.408.829
1997 - 2002	10.515.743	10.834.151	21.349.894	17.924.572

(*) Incluye volumen cúbico producto del raleo.

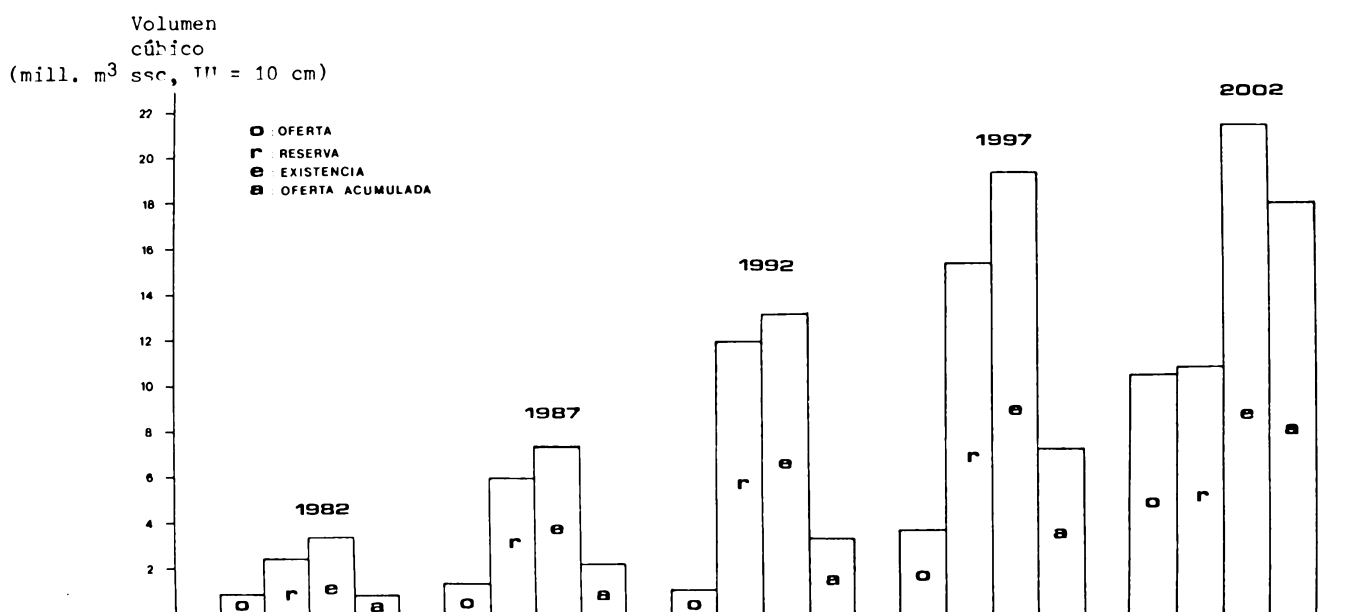


GRAFICO N° 14. Volúmenes cúbicos en pie según disponibilidad, al final de cada período (*).

(*) Incluye volumen cúbico producto del raleo.

Del cuadro anterior se deducen las siguientes observaciones :

a) El volumen de Oferta de madera en pie, como es dable es perar, se incrementará período a período, llegando a 3.880.359 m³ ssc al final del quinquenio 1992 - 1997, y a 10.515.743 m³ ssc al final del quin quenio 1997 - 2002. Este aumento representa un incremento de 480% y 1.181% respectivamente, en relación a la Oferta existente al año 1982.

b) El volumen de Reserva de madera también se incrementará en los próximos 20 años. Sin embargo a partir de 1997 la Reserva dismi - nuirá, debido a un importante desplazamiento de superficies (y por ende una mayor concentración de volumen) hacia la categoría de Oferta.

c) El volumen de Existencia (constituído por los volúmenes de Oferta y Reserva) acusará una baja leve a partir de 1997, debido a la pronunciada disminución del volumen de Reserva. Hasta dicho año, el volu men de Existencia se incrementará en forma sostenida. En términos abso - lutos, el volumen de Existencia en el año 2002 será de 21.349.894 m³ ssc, es decir más de 6 veces la cifra actual.

d) El volumen de Oferta Acumulada al final del período 1992 - 1997 tendrá un valor más de 8 veces la cifra actual y en el período 1997 - 2002 esta cifra llegará a ser 20 veces la cifra actual.

La representación gráfica de la evolución de los volúmenes cúbicos según disponibilidad, se presenta en el Gráfico N° 15.

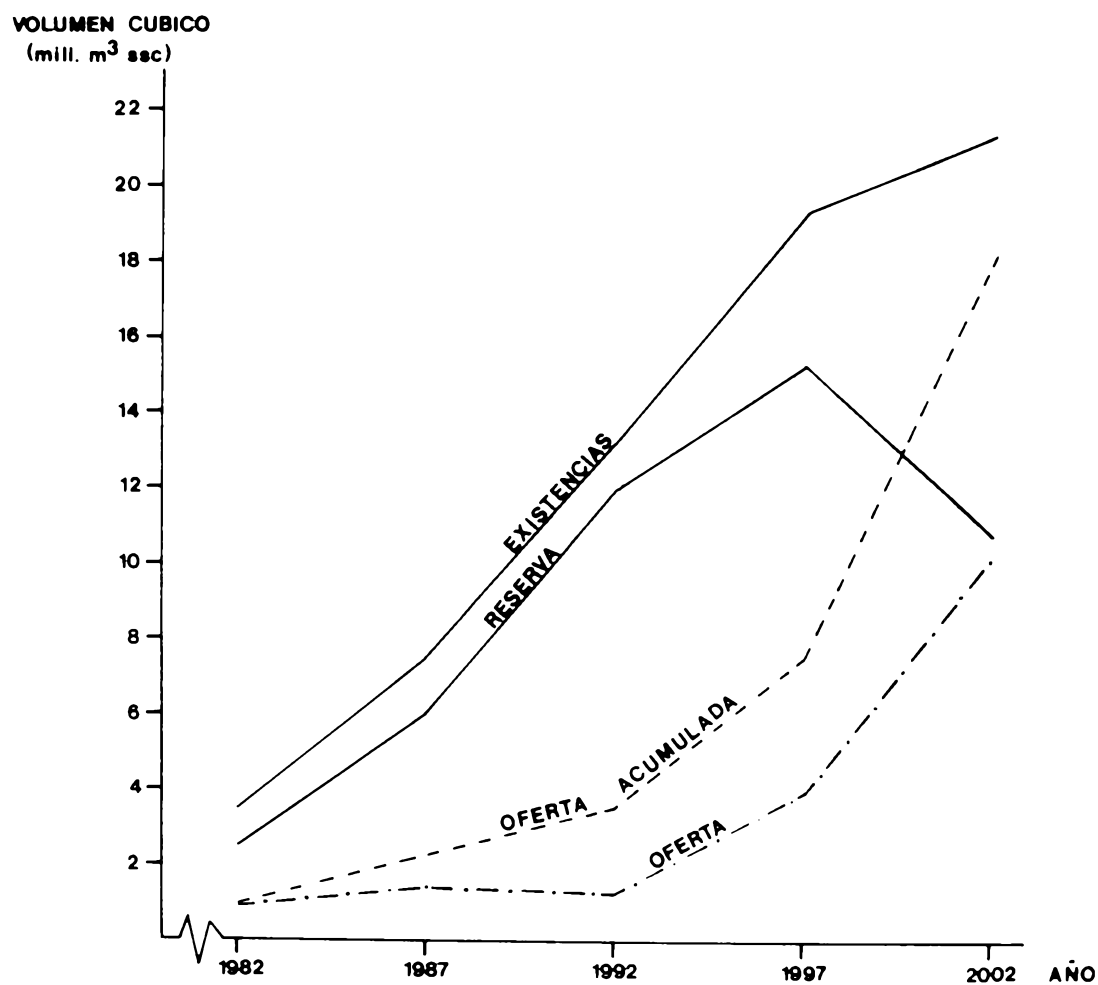


GRAFICO N° 15. Evolución de los volúmenes cúbicos según disponibilidad y período.

Debido a que el volumen de Oferta de madera en pie (excluido el volumen aportado por los raleos) podría tener diferentes usos industriales, se consideró conveniente transformar las cifras de volumen cúbico en unidades de volumen aserrable, y para tal efecto se confeccionó el Cuadro N° 37.

CUADRO N° 37. Oferta de Volumen Aserrable para cada Período.

Período	Volúmenes Aserrables			
	Volumen Bruto	Volumen Neto		
	m ³ (1)	m ³ (2)	Miles de pulgadas pineras (3)	Millones de pies madereros (4)
Situación Actual (1982)	725.776	329.217	15.967,1	139,7
1983 - 1987	829.824	376.414	18.256,1	159,8
1988 - 1992	392.720	178.140	8.639,8	75,6
1993 - 1997	2.736.559	1.241.322	60.204,3	526,8
1998 - 2002	8.220.594	3.728.919	180.853,1	1.582,5
Oferta Acumulada	12.905.473	5.854.012	283.920,4	2.484,4

- (1) 1 m³ volumen cúbico = 0,8 m³ volumen aserrable bruto
- (2) El volumen aserrable neto en m³ equivale aproximadamente un 45% del volumen aserrable bruto.
- (3) 1 m³ aserrable bruto = 22 pulgadas pineras netas
- (4) 1 pulgada pinera = 8,75 pies madereros

Las cifras del cuadro anterior revelan que entre los años 1982 y 1992 se producirá una fuerte disminución del volumen aserrable bruto y neto de Oferta. Posteriormente, en los siguientes 10 años, el volumen aserrable de Oferta aumentará en forma casi exponencial.

En términos de disponibilidad de recurso, esta situación es digna de ser tomada en cuenta, especialmente al contemplar la planificación de una industria de gran capacidad instalada.

4.5.3 Evolución anual de las superficies forestadas, reforestadas y explotadas.

Normalmente, el dimensionamiento de una cuota anual de superficie de forestación, reforestación y explotación en un área geográfica, obedece a innumerables factores, entre los que se cuentan principalmente los económicos. En nuestro país, la necesidad de abastecer con madera a las principales industrias forestales creó otra necesidad, la de conocer más o menos exactamente los montos de superficie de plantación y corta anual, para que las industrias funcionaran permanentemente en el tiempo.

De lo expuesto anteriormente se deduce que es inoperante realizar cálculos detallados sobre cuotas de superficie de plantación o de cosecha anual para un área, si no existe un dimensionamiento de la demanda por madera en pie.

La fijación de una demanda por madera en pie, en el área costera entre los ríos Maipo y Mataquito, escapa a las posibilidades que brinda el presente estudio. Entre otros aspectos, la fijación de una demanda anual de madera en pie, implicaría conocer la demanda que tendrían diferentes tipos de industria propuestas para el área (aserrío, pulpa, tableros, etc.) sin embargo, si se mantuvieran a futuro los montos de forestación,

reforestación y explotación, fijados en 3.2.6.3, la situación para el período 1983 - 2002, sería la que se presenta en el Cuadro N° 38 y Gráfico N° 16.

CUADRO N° 38. Superficie plantada y explotada anualmente.

Año	Superficie (ha)	
	Plantada	Explotada
1982	2.021	-
1983	2.000	852,6
1984	2.000	1.099,6
1985	2.000	703,6
1986	2.000	1.371,6
1987	2.000	1.144,6
1988	2.000	358,0
1989	2.000	295,0
1990	2.000	110,0
1991	2.000	178,0
1992	2.000	364,0
1993	3.000	280,0
1994	3.000	488,0
1995	3.000	613,0
1996	7.246	4.246,0
1997	7.240	4.240,0
1998	8.602	5.602,0
1999	7.999	4.999,0
2000	6.658	3.658,0
2001	5.756	2.756,0
2002	15.699	12.699,0

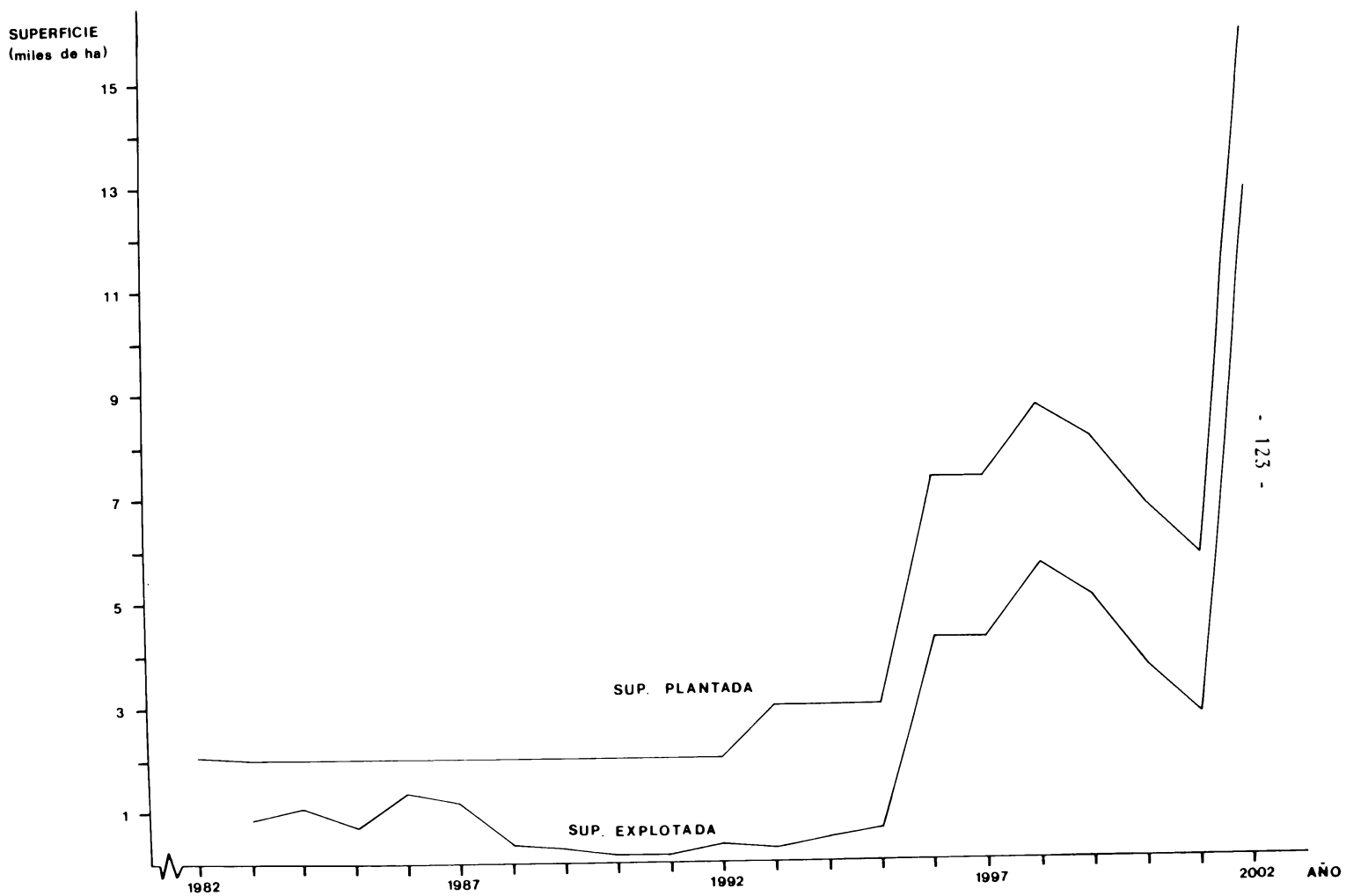


GRAFICO Nº 16. Evolución Anual de la Superficie Plantada y Explotada en el Area de Estudio.

Del análisis del Cuadro N° 38 y Gráfico N° 16, se deduce que :

a) El supuesto de forestación de 2.000 ha se mantendrá hasta el año 1992. A partir de 1993, la forestación se mantendrá en 3.000 ha, hasta el año 2002.

b) A partir del año 1996, se añadirá a la superficie anual de forestación, la superficie reforestada.

c) Los montos anuales de explotación hasta el año 1995 serán más bajos que la superficie forestada hasta el mismo año.

4.5.4 Evolución anual de la superficie total de plantaciones de Pino Insigne.

En base a los antecedentes de superficie plantada y explotada presentados en 4.5.3, fue posible elaborar el Cuadro N° 39, que presenta la evolución anual de la superficie de plantaciones que existirá entre los años 1983 y 2002, en el área de estudio.

Las cifras del Cuadro N° 39, representadas en el Gráfico N° 17, revelan que el monto total de plantaciones se incrementará sostenidamente. De un total de 71.454 ha de superficie de plantaciones en 1982, se llegará a 113.596 ha en el año 2002. La tendencia de los datos representados en el Gráfico N° 15 es creciente, con una pendiente aproximadamente constante a partir de 1992, año en el cual se producirá un cambio de pendiente debido a que la tasa de forestación anual, que hasta el año 1992 es de 2.000 ha, pasa a ser de 3.000 ha.

CUADRO N° 39. Evolución Anual de la Superficie de Plantaciones en el Area de Estudio (A diciembre de cada año).

Años	Superficie (ha)
1982	71.454,0
1983	72.601,4
1984	73.501,8
1985	74.798,2
1986	75.426,6
1987	76.282,0
1988	77.924,0
1989	79.629,0
1990	81.519,0
1991	83.341,0
1992	84.977,0
1993	87.697,0
1994	90.209,0
1995	92.596,0
1996	95.596,0
1997	98.596,0
1998	101.596,0
1999	104.596,0
2000	107.596,0
2001	110.596,0
2002	113.596,0

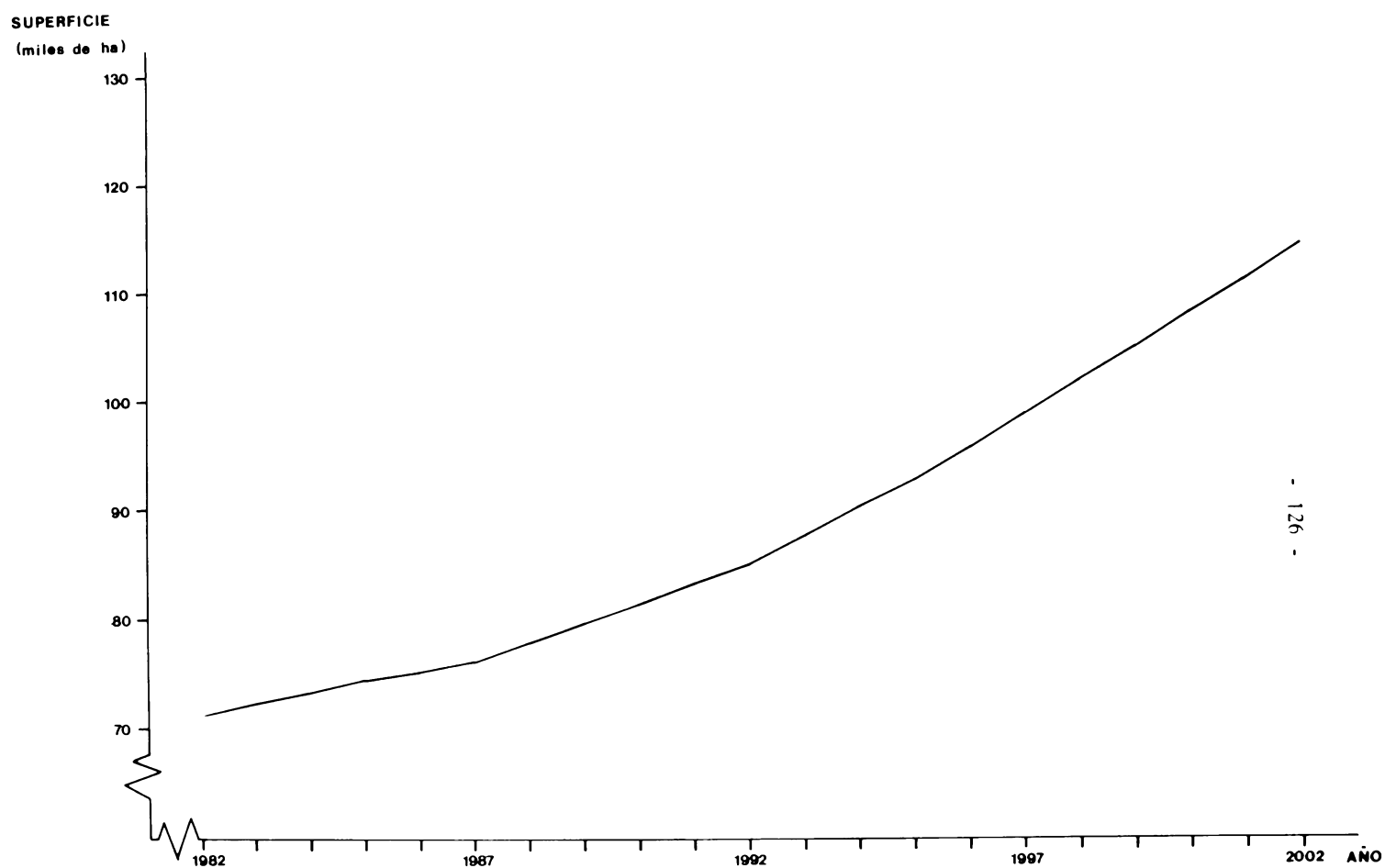


GRAFICO N° 17. Evolución Anual de la Superficie Plantada en el Area de Estudio.

5. PERSPECTIVAS DE DESARROLLO INDUSTRIAL FORESTAL.

Al analizar los antecedentes expuestos en los capítulos anteriores, se concluye que es factible instalar en el área de estudio, industrias destinadas al aprovechamiento de la madera en pie proveniente de las plantaciones forestales. De las diversas alternativas de desarrollo industrial forestal, dos de ellas podrían tener buenas expectativas futuras : la industria del aserrío y la industria de la pulpa. La recomendación de instalar en el área un tipo u otro de industria, o ambas a la vez así como la determinación de la demanda de madera que estas requieran, deberá ser materia de otro estudio que analice en forma integral la conveniencia de cada una de estas alternativas. Es importante consignar sin embargo, que entre los años 1982 y 1987 la Oferta de madera en pie, entendiéndose por ella el volumen de plantaciones de más de 25 años de edad, no satisfará los requerimientos de una industria de pulpa o complejo madera de gran nivel de consumo. En consecuencia, hasta 1987 la instalación de complejos industriales que requieran de gran cantidad de madera, constituirá una opción no recomendable. Sin embargo, a partir de ese año la creación de tales industrias será compatible con la existencia del recurso forestal.

Los supuestos de forestación y reforestación adoptados por este estudio, garantizan el flujo normal de materia prima para un futuro complejo industrial, aunque obviamente, las tasas reales deberán ser aquellas concordantes con las necesidades de recurso que tengan las futuras industrias forestales propuestas para el área.

6. CONCLUSIONES.

1. Las características de clima, suelo y relieve del área de estudio no constituyen factores limitantes para el desarrollo de las plantaciones de pino insigne. Esto es especialmente cierto en aquellos terrenos de aptitud forestal cuya morfología dominante es la Cordillera de la Costa. Se desconocen sin embargo las limitaciones que podrían imponer a las nuevas plantaciones los terrenos de aptitud forestal, ubicados entre el río Maipo y Punta Topocalma, área en la cual predominan como morfología dominante las planicies litorales.
2. La revisión bibliográfica de los recursos hídricos de la zona reveló que existe abundante información para las cuencas hidrográficas con origen en la Cordillera de Los Andes y escasa información para aquellas ubicadas en el Área de Estudio.
3. Existe un registro importante de mediciones de caudal para los cauces cuyo origen es la Cordillera de Los Andes, contrastando esta situación con la carencia de estos antecedentes para los cauces de origen local ubicados en el Área de Estudio.
4. De las tres cuencas con origen en la Cordillera de Los Andes, la que presenta una mayor superficie es la cuenca del río Maipo con 14.600 Km², seguida de la cuenca del río Rapel con 14.177 Km², siendo la más pequeña la cuenca del río Mataquito con 5.240 Km².
5. En el Área de Estudio, las cuatro cuencas más importantes en cuanto a su tamaño son las siguientes : cuenca del estero Nilahue (1.740,6 Km²), cuenca del estero Yali (798,4 Km²), cuenca del estero Topocalma (517,5 Km²) y cuenca del estero Vichuquén (461,3 Km²).

6. Desde el punto de vista de la producción de agua para procesos industriales de la madera, el estudio señala que en el área costera ubicada entre los ríos Maipo y Mataquito, la mayor potencialidad es tá dada por la cuenca del estero Nilahue, por ser ésta la de mayor superficie y presentar características de extensión, ubicación, lon gitud del cauce principal, pendiente y otros parámetros, adecuadas para dicho fin. Sin embargo esta conclusión debe ser avalada por otros estudios específicos que permitan obtener información adicional no cubierta en esta investigación (medidas de caudal, velocidad de flujo, calidad de las aguas, etc.).
7. Debido a que las plantaciones ulicadas en el Area de Estudio se con centran preferentemente entre el río Rapel y el río Mataquito, estos ríos podrían constituir importantes fuentes de abastecimiento de agua para futuras plantas de procesamiento industrial de la madera.
8. Existe un insuficiente desarrollo de la red ferroviaria en el Area de Estudio, siendo la única vía en funcionamiento la que conecta las ciu dades de San Fernando y Pichilemu, que tiene una longitud de 96 Km.
9. Aunque la zona de estudio no cuenta con infraestructura portuaria adecuada, su cercanía a los puertos de San Antonio y Valparaíso suple esta deficiencia.
10. La longitud total de caminos existentes en el área alcanza a 1.511 Km.
11. La red caminera está constituida en su mayor parte por caminos de tie rra y senderos (76% de la longitud total de caminos existentes en el área).

12. A excepción de 7 Km en las provincias de San Antonio y Cardenal Caro, no existen caminos pavimentados en el resto del área, alcanzando la longitud total de caminos ripiados a 360 Km.
13. La falta de caminos y la baja calidad de los existentes, se manifiesta especialmente en el sector costero comprendido entre Navidad y Pichilemu.
14. El acceso a la zona de estudio es expedito durante todo el año, desde el extremo norte, sur y valle central.
15. Comparada con la VIII Región del país, la densidad caminera del Area de Estudio, expresada en Km de camino por cada 1.000 Km² de superficie, resulta ser relativamente similar. En el Area de Estudio dicho valor alcanza a 254,5 y en la VIII Región llega a 286,7. Sin embargo, en términos de calidad de los caminos, el Area de Estudio presenta comparativamente una muy baja densidad de vías pavimentadas.
16. La infraestructura caminera existente en el área tiene comunicación con los principales centros consumidores de productos forestales y puertos de la zona central del país.
17. En el Area de Estudio, los terrenos con aptitud de uso forestal (Clase de Capacidad de Uso VI y VII) alcanzan una superficie de 304.003 ha (76,7% del área total), de las cuales 243.505 ha están concentradas en la VI Región.
18. La superficie actual de plantaciones alcanza a 73.152 ha, de las cuales 71.454 corresponden a plantaciones de pino insigne y 1.698 a plantaciones de eucalipto.

19. Las plantaciones están preferentemente agrupadas en la VI Región, que concentra el 65,8% de la superficie total. La V y VII Regiones abarcan en conjunto el 34,2% restante.
20. De la superficie total de plantaciones de pino insigne existentes en el área, el 89% de ella corresponde a plantaciones jóvenes ubicadas en el rango de edad 0 - 12 años. El 11% restante corresponde a plantaciones ubicadas en el rango de edad 13 a 31 años.
21. Existen 230.851 ha de terrenos de aptitud forestal disponibles para plantaciones forestales. El 63% de dicha superficie se ubica en la parte del área de estudio perteneciente a la VI Región.
22. La distribución de edades existentes al año 1982 se desplazará hacia edades mayores a medida que transcurra el tiempo. Este desplazamiento determinará que las plantaciones que tienen entre 0 y 12 años de edad actualmente, estarán disponibles para la explotación a partir del año 1996.
23. El volumen cúbico se incrementará fuertemente, período a período, debido al desplazamiento hacia edades mayores de la superficie más extensa de plantaciones, cuyo rango de edad actual es 0 - 12 años. Hasta el año 1992, la mayor parte del volumen en pie de las plantaciones del área, estará concentrado bajo el límite de 20 años de edad. A partir de 1993, el volumen se concentrará fuertemente en el rango de 20 y más años de edad.
24. El raleo de las plantaciones, a los 15 años de edad, producirá importantes volúmenes en los distintos períodos. La mayor producción se obtendrá en el período comprendido entre los años 1983 y 1992 y

alcanzará a 1.093.070 m³ ssc. Posteriormente, se producirá una baja en el volumen, debido fundamentalmente a que la superficie afecta a raleo disminuye.

25. El volumen actual de Oferta de madera en pie de las plantaciones del área alcanza a 907.220 m³ ssc; la Reserva a 2.589.910 m³ ssc, y la Existencia a 3.497.130 m³ ssc.
26. Tanto el volumen de Oferta como de Reserva, se incrementarán en los próximos 20 años. La Oferta mantendrá un crecimiento lento hasta el año 1992, pero a partir del año 1993 crecerá en forma exponencial. Dicha tendencia se mantendrá durante los siguientes nueve años.
27. El volumen de Reserva de madera también se incrementará en los próximos 20 años. Sin embargo, a partir de 1997 dicho volumen disminuirá debido a que una importante extensión de plantaciones de Reserva se constituirán en volumen de Oferta.
28. En términos absolutos, el volumen de existencias en el año 2002, será de 21.349.894 m³ ssc, es decir más de 6 veces el volumen actual.
29. El volumen de Oferta Acumulada al final del período 1992 - 1997 tendrá un valor de más de 8 veces la cifra actual; en el período 1997 - 2002, será 20 veces superior.
30. El volumen aserrable bruto y neto de Oferta Actual de las plantaciones del área, alcanza a 725.776 m³ ssc y a 329.217 m³ (15,9 millones de pulgadas madereras), respectivamente.

31. Se estima que la Oferta de volumen aserrable al año 2002 alcanzará a 180,8 millones de pulgadas madereras. La Oferta Acumulada al mismo año, será de 283,9 millones de pulgadas madereras.
32. La extensión total de plantaciones en el Area de Estudio se incrementará sostenidamente en los próximos años en base a los supuestos de forestación considerados. A partir de un total de 71.454 ha de su superficie de plantaciones en 1982, se llegará a 113.596 ha en el año 2002.

7. BIBLIOGRAFIA.

1. ALMEYDA A.E. Y SAEZ, S.F. 1958. Recopilación de datos climáticos de Chile y Mapas sinópticos respectivos. Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile. 195 p.
2. CHILE FORESTAL. 1981. El Potencial Forestal del Secano Costero de la VI Región. Suplemento septiembre 1981. 7 p.
3. CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. 1965. Geografía Económica de Chile. Santiago, Chile. Texto refundido. 885 p.
4. CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. 1970. Proyecto de desarrollo de un plan de reforestación como base para una expansión industrial forestal en Chile. 53 p.
5. CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. 1981. Crecimiento de Especies de los Géneros Pinus y Eucalyptus, Secano Costero - VI Región. Proyecto AF-81/21. Santiago, Chile. 32 p.
6. CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. 1981. Mejoramiento de Técnicas de Manejo Forestal. Informe N° 1. Santiago, Chile. 80 p.
7. CORPORACION NACIONAL FORESTAL. 1980. Informe Final Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. s/p.
8. CORPORACION NACIONAL FORESTAL. 1981. Plantaciones 1981. Informe Final Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. s/p.
9. CORPORACION NACIONAL FORESTAL. 1981. El potencial forestal del Secano Costero en la VI Región. Santiago, Chile. 24 p.
10. CORPORACION NACIONAL FORESTAL. 1982. Plantaciones 1982. Informe Final Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. s/p.
11. CONAF - FAO - PNUD. 1981. Modelo para el manejo de plantaciones de pino insigne. Documento de Trabajo N° 34. Santiago, Chile. 155 p.

12. DI CASTRI, F. 1975. Esbozo Ecológico de Chile. Ministerio de Educación, Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas. 64 p.
13. DIRECCION DE VIALIDAD, VIII REGION. 1982. Comunicación personal.
14. FAO. 1973. Guide for Planning pulp and paper enterprises. FAO Forestry Series N° 1. FAO Forestry and Forest Products Studies N° 18. Rome, Italy. 375 p.
15. PAJEK, E.R. Y DI CASTRI, F. 1975. Bioclimatografía de Chile. (Manual de Consulta). Dirección de Investigación. Vice-Rectoría Académica, Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 107 p.
16. INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES. 1964. Suelos., Descripciones. Proyecto Aerofotogramétrico CHILE/OEA/BID. Publicación N° 2. Santiago, Chile. 391 p.
17. INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES. 1965. Evaluación de la Erosión. Cordillera de la Costa entre Valparaíso y Cautín. Informe N° 3. Santiago, Chile. p/i.
18. INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES. 1973. Estudio Integrado de los Recursos Naturales Renovables, provincias de O'Higgins y Colchagua. Santiago, Chile. 533 p. Anexos : 19 mapas escala 1: 500.000.
19. INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES. 1975. Antecedentes Hidrométricos. Hoya de los ríos Aconcagua, Maipo, Rapel, Mataquito, Maule, Itata, Bío-Bío, Imperial y Toltén. Informe N° 18. Santiago, Chile. 197 p.
20. INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES. 1979. Análisis de los Recursos Forestales. Perspectivas de Desarrollo de los Recursos de la VII Región. Publicación N° 25. Santiago, Chile. 105 p. Anexos : 6 mapas de Uso Actual Forestal y Prioridades de Reforestación, escala 1: 100.000.

21. INSTITUTO FORESTAL. 1966. Inventario de las Plantaciones Forestales de la Zona Centro-Sur de Chile. Informe Técnico N° 24. Santiago, Chile. 93 p.
22. INSTITUTO FORESTAL. 1977. Inventario de las Plantaciones Forestales Establecidas por la CONAF en la VI Región. Santiago, Chile. 49 p.
23. INSTITUTO FORESTAL. 1980. Prueba y Corrección de las Tablas de Volumen para Pino Insigne (Pinus radiata D.DON). Informe Técnico N° 55. Santiago, Chile.
24. INSTITUTO FORESTAL. 1980. Inventario de las Plantaciones Forestales de la VI Región. Documento Interno.
25. INSTITUTO FORESTAL. 1981. El Transporte Forestal Terrestre 1980. Serie Informática N° 4. Santiago, Chile. 77 p.
26. INSTITUTO FORESTAL. 1981. Inventario de las Plantaciones Forestales de la VII Región. Documento Interno.
27. INSTITUTO FORESTAL. 1982. El Transporte Forestal Ferroviario 1981. Serie Informática N° 7. Santiago, Chile. 64 p.
28. INSTITUTO FORESTAL - UNIVERSIDAD DE CHILE. 1979. Areas Cubiertas con Ensayos de Introducción de Especies y Ubicación de Nuevas Experiencias. Santiago, Chile. 86 p. y Apéndices.
29. MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS. Cuadro de Distancias Arica a Castro. Dirección de Vialidad.
30. PEGASO. 1982. Mapa Rutero de Chile. Santiago, Chile. 16 p.
31. ROBERTS Y DIAZ. 1960. Los Grandes Grupos de Suelos de Chile. Agricultura Técnica, Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. p/i.
32. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1979. Field Manual for Research in Agricultural Hydrology. Agricultural Handbook N° 224. 547 p.

ANEXO N° 1.

Formularios de Terreno

Formulario N° 1. Mediciones Dendrométricas.

Parcela N° :
 Brigada :
 Fecha :

[illegible]

* D y CD

Formulario N° 2. Análisis Fustal.

Flecha : Parcela N° :
 Clase de copa : Muestra I de S. N° :
 Espesor corteza al DAP (cm): Fecha :
 Edad :

Altura medición (m)	N° anillos	Diámetro c/c (cm)	Diámetro s/c (cm)
0,3			
1,3			
2			
4			
6			
8			
10			
12			
14			
16			
18			
20			
22			
24			
26			
28			
30			
32			
34			
36			

Nacimiento de rama altura (m) :
 Doble flecha (m) :
 Observaciones :

Formulario N° 3. Muestreo de Volumen.

- Listado de parcelas de muestreo VI Región -

Página. de

[illegible]

Formulario N° 4. Muestreo de Indices de Sitio.

- Listado de puntos de Análisis Fustal VI Región -

Pág. de

[illegible]

Formulario N° 5. Muestreo Edad - Altura

- Listado de puntos de muestreo VI Región -

Pág. de

[illegible]

ANEXO N° 2.

Tablas de Rendimiento para las Plantaciones de Pino Insigne
ubicadas en el Area de Estudio

Tablas de Rendimiento para
Plantaciones de Pino Insigne Area Costera Maipo - Mataquito

Edad (años)	Volumen cúbico (IU = 10 cm) en m ³ ssc según clase de sitio					
	I		II		III	
	s/raleo	c/raleo	s/raleo	c/raleo	s/raleo	c/raleo
10	82		65		51	
11	107		85		67	
12	134		106		84	
13	162		128		101	
14	190		151		119	
15	219	119	173	103	137	87
16	247	141	196	121	155	102
17	276	165	218	140	172	117
18	304	188	240	159	190	132
19	331	212	262	178	207	147
20	357	236	283	197	223	162
21	383	261	303	216	240	177
22	409	285	323	235	255	192
23	433	309	343	254	271	206
24	457	333	362	272	285	221
25	480	356	380	291	300	235

ANEXO N° 3.

Variables de Estado según Edad y Clase de Sitio para Plantaciones
de Pino Insigne sin manejo, ubicadas en el Área de Estudio

Variables de Estado según Edad y Clase de Sitio para Plantaciones de Pino Insigne sin manejo, ubicadas en el Area de Estudio.

Sitio I				
Edad (años)	N/ha	HDom (m)	AB (m ² /ha)	d _C (cm)
10	1.200	14,9	21,4	15,1
11	1.187	16,5	23,7	15,9
12	1.176	18,1	26,1	16,8
13	1.167	19,5	28,6	17,7
14	1.159	20,7	31,1	18,5
15	1.152	21,9	33,6	19,3
16	1.147	23,0	36,1	20,0
17	1.142	24,0	38,7	20,8
18	1.137	24,9	41,2	21,5
19	1.133	25,8	43,6	22,1
20	1.129	26,6	45,9	22,8
21	1.126	27,3	48,3	23,4
22	1.123	28,0	50,6	24,0
23	1.121	28,7	52,7	24,5
24	1.118	29,3	54,8	25,0
25	1.116	29,9	56,9	25,5

Sitio II				
Edad (años)	N/ha	IdDom (m)	AR (m ² /ha)	d _c (cm)
10	1.150	12,9	19,9	14,8
11	1.141	14,4	21,7	15,6
12	1.134	15,7	23,6	16,3
13	1.127	16,9	25,5	17,0
14	1.122	18,0	27,6	17,7
15	1.117	19,0	29,5	18,3
16	1.113	20,0	31,6	19,0
17	1.110	21,8	33,6	19,6
18	1.107	21,7	35,5	20,2
19	1.104	22,4	37,5	20,8
20	1.102	23,1	39,3	21,3
21	1.099	23,7	41,1	21,8
22	1.097	24,3	42,9	22,3
23	1.095	24,9	44,7	22,8
24	1.094	25,4	46,4	23,2
25	1.092	25,9	48,0	23,7

Sitio III				
Edad (años)	N/ha	HDom (m)	AB (m ² /ha)	d _C (cm)
10	1.100	11,0	18,7	14,7
11	1.088	12,2	20,1	15,3
12	1.078	13,3	21,6	16,0
13	1.070	14,3	23,1	16,6
14	1.063	15,3	24,7	17,2
15	1.056	16,2	26,3	17,8
16	1.051	17,0	27,9	18,4
17	1.046	17,7	29,5	18,9
18	1.042	18,4	31,1	19,5
19	1.039	19,0	32,6	20,0
20	1.035	19,6	34,0	20,5
21	1.032	20,1	35,5	20,9
22	1.030	21,3	36,8	21,3
23	1.027	21,8	38,3	21,8
24	1.025	22,2	39,5	22,2
25	1.023	22,6	40,9	22,6

ANEXO N° 4.

Datos climáticos de estaciones meteorológicas
cercanas al Area de Estudio

Estación : Constitución

Latitud : 35°20' S.

Longitud : 72°56' W.

Altitud : 7 m.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año	Nº de años observados
Temperatura máxima media (°C)	24,4	23,6	22,5	19,7	16,5	15,0	14,6	15,3	17,0	18,7	20,8	22,5	19,2	18
Temperatura media (°C)	18,2	17,7	16,2	13,9	12,1	10,7	10,1	10,4	11,7	13,3	15,5	17,2	13,9	18
Temperatura mínima media (°C)	12,0	11,8	10,4	8,9	8,2	6,9	6,0	6,0	7,2	8,2	9,7	11,2	8,9	18
Humedad relativa (%)	72,0	74,0	74,0	80,0	85,0	85,0	84,0	84,0	80,0	77,0	73,0	71,0	78,0	16
Precipitación (mm)	9,3	10,1	17,6	60,1	184,5	213,0	175,2	125,7	75,6	36,9	22,5	12,3	942,8	41

Estación : Punta Angeles.

Latitud : 33°01' S.

Longitud : 71°38' W.

Altitud : 41 m

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año	N° de años observados
Temperatura máxima media (°C)	22,4	22,4	21,2	19,3	17,3	15,8	15,6	16,1	16,9	18,3	20,4	21,8	19,0	35
Temperatura media (°C)	18,0	17,9	16,7	14,9	13,5	12,3	11,8	12,1	12,9	14,1	15,8	17,3	14,8	35
Temperatura mínima media (°C)	13,3	13,3	12,3	10,9	10,1	8,9	8,4	8,4	9,0	10,0	11,1	12,4	10,6	35
Humedad relativa (%)	72	74	76	78	80	80	80	79	78	75	71	70	76	47
Precipitación (mm)	1,6	1,2	6,9	17,5	38,5	126,3	95,6	65,2	25,1	12,3	5,6	2,9	448,7	90

ANEXO N° 5.

Distancias aproximadas (Km) según calidad de caminos desde
algunas localidades ubicadas en el Area de Fstudio, a
principales centros consumidores de productos forestales y puertos cercanos

Distancias aproximadas (Km) según calidad de caminos (Tipos P, R y T ^(*)) desde algunas localidades ubicadas en el área de estudio a principales centros consumidores de productos forestales y puertos cercanos.

DE \ A	Ciudades															
	Talca				Constitución				Linares				Chillán			
	Calidad de Camino				Calidad de Camino				Calidad de Camino				Calidad de Camino			
	P	R	T	Total	P	R	T	Total	P	R	T	Total	P	R	T	Total
Rapel	235,0	73,8	11,2	320,0	338,0	73,8	11,2	423,0	289,0	73,8	11,2	374,0	392,0	73,8	11,2	477,0
Navidad	235,0	86,8	11,2	333,0	338,0	86,8	11,2	436,0	286,0	86,8	11,2	384,0	389,0	86,8	11,2	487,0
Punta Topocaima	176,9	44,3	35,4	256,6	279,9	44,3	35,4	359,6	230,9	44,3	35,4	310,6	333,9	44,3	35,4	413,6
Pichilemu	176,9	73,1	-	250,0	279,9	73,1	-	353,0	230,9	73,1	-	304,0	333,9	73,1	-	407,0
Paredones	20,6	132,3	-	152,9	123,6	132,3	-	255,9	74,6	132,3	-	206,9	177,6	132,3	-	309,9
Bucalemu	20,6	132,3	16,0	168,9	123,6	132,3	16,0	271,9	74,6	132,3	16,0	222,9	177,6	132,3	16,0	325,9
Vichuquén	20,6	69,7	16,2	106,5	123,6	69,7	16,2	209,5	74,6	69,7	16,2	160,5	177,6	69,7	16,2	263,5
Licantén	20,6	77,0	-	97,6	123,6	77,0	-	200,6	74,6	77,0	-	151,6	177,6	77,0	-	254,6
Hualañé	20,6	53,0	-	78,6	123,6	53,0	-	181,6	74,6	53,0	-	132,6	177,6	53,0	-	235,6

(*) P = Pavimento o Asfalto
R = Ripio
T = Tierra

Distancias aproximadas (Km) según calidad de caminos (Tipos P, R y T^(*)) desde algunas localidades ubicadas en el área de estudio a principales centros consumidores de productos forestales y puertos cercanos.

A DE	Ciudades															
	Santiago				Rancagua				San Fernando				Curicó			
	Calidad de Camino				Calidad de Camino				Calidad de Camino				Calidad de Camino			
	P	R	T	Total	P	R	T	Total	P	R	T	Total	P	R	T	Total
Rapel	123,7	13,1	10,7	147,5	58,0	73,8	11,2	143,0	110,0	73,8	11,2	195,0	167,0	73,8	11,2	252,0
Navidad	123,7	26,1	10,7	160,5	58,0	86,8	11,2	156,0	110,0	86,8	11,2	200,8	167,0	86,8	11,2	265,0
Punta Topocalma	123,7	22,9	56,2	202,8	103,9	44,3	35,4	183,6	51,9	44,3	35,4	131,6	108,9	44,3	35,4	188,6
Pichileru	123,7	83,6	10,7	218,0	103,9	73,1	-	177,0	51,9	73,1	-	125,0	108,9	73,1	-	182,0
Paredones	177,0	54,6	-	231,6	89,0	54,0	-	143,0	37,0	54,0	-	91,0	-	120,2	-	120,2
Bucalero	177,0	54,6	16,0	247,6	89,0	54,0	16,0	159,0	37,0	54,0	16,0	107,0	-	120,2	16,0	136,2
Vichuquén	177,0	62,0	26,0	265,0	89,0	62,0	26,0	177,0	37,0	62,0	26,0	125,0	-	81,2	16,2	97,4
Licantén	177,0	62,0	42,2	281,5	89,0	62,0	42,2	193,2	37,0	62,0	42,2	141,2	-	88,5	-	88,5
Hualañé	177,0	128,9	-	305,9	89,0	73,7	42,2	204,9	37,0	73,7	42,2	152,9	-	69,5	-	69,5

(*) P = Pavimento o Asfalto
R = Ripio
T = Tierra

Distancias aproximadas (km) según calidad de caminos (Tipos P, R y T^(*)) desde algunas localidades ubicadas en el área de estudio a principales centros consumidores de productos forestales y puertos cercanos.

DE \ A	Puertos											
	San Vicente				San Antonio				Valparaíso			
	Calidad de Camino				Calidad de Camino				Calidad de Camino			
	P	R	T	Total	P	R	T	Total	P	R	T	Total
Rapel	505,0	73,8	11,2	590,0	6,4	46,3	-	52,7	108,4	46,3	-	154,7
Navidad	502,0	86,8	11,2	600,0	6,4	59,3	-	65,7	108,4	59,3	-	167,7
Punta Topocalma	446,9	44,3	35,4	526,6	6,4	71,3	45,5	123,2	108,4	71,3	45,5	225,2
Pichilemu	446,9	73,1	-	520,0	6,4	132,0	-	138,4	108,4	132,0	-	240,4
Paredones	290,6	132,3	-	422,9	6,4	141,0	27,5	174,9	108,4	141,0	27,5	276,9
Bucalemu	290,6	132,3	16,0	438,9	6,4	141,0	43,5	190,9	108,4	141,0	43,5	292,9
Vichuquén	290,6	69,7	16,2	376,5	6,4	149,0	69,5	224,9	108,4	149,0	69,5	326,9
Licantén	290,6	77,0	-	367,6	6,4	149,0	85,7	241,1	108,4	149,0	85,7	343,1
Lhualañé	290,6	58,0	-	348,6	6,4	223,3	85,7	315,4	108,4	223,3	85,7	417,4

(*) P = Pavimento o Asfalto

R = Ripio

T = Tierra

ANEXO N° 6.

Superficie y Volumen cúbico en pie (m^3 s.s.c.) al final
de cada período, según Edad y Clase de Sitio

Superficie y Volumen Cúbico en Pie (m³ ssc) al 31 de diciembre de 1982, según Edad y Clase de Sitio.

Edad (años)	Año de plantación	Superficie total (ha)	Superficie según clase de sitio (ha)			Volumen según clase de sitio (III = 10 cm, m ³ ssc)			Volumen total (m ³ ssc)
			I	II	III	I	II	III	
0	1982	2.021	404	1.011	606	-	-	-	-
1	1981	3.688	738	1.844	1.106	-	-	-	-
2	1980	4.019	804	2.010	1.205	-	-	-	-
3	1979	1.669	334	834	501	-	-	-	-
4	1978	7.760	1.552	3.880	2.328	-	-	-	-
5	1977	6.230	1.248	3.120	1.871	-	-	-	-
6	1976	12.699	2.540	6.350	3.809	-	-	-	-
7	1975	2.756	551	1.378	827	-	-	-	-
8	1974	3.658	732	1.829	1.097	-	-	-	-
9	1973	4.999	1.000	2.500	1.499	-	-	-	-
10	1972	5.602	1.120	2.801	1.681	91.840	182.065	85.731	359.636
11	1971	4.240	848	2.120	1.272	90.736	180.200	85.224	356.160
12	1970	4.246	849	2.123	1.274	113.766	225.038	107.016	445.820
13	1969	613	123	306	184	19.926	39.168	18.584	77.678
14	1968	488	98	244	146	18.620	36.844	17.374	72.838
15	1967	280	56	140	84	12.264	24.220	11.508	47.992
16	1966	364	73	182	109	18.031	35.672	16.895	70.598
17	1965	178	36	89	53	9.936	19.402	9.116	38.454
18	1964	110	22	55	33	6.688	13.200	6.270	26.158
19	1963	295	59	148	88	19.529	38.776	18.216	76.521
20	1962	358	72	179	107	25.704	50.657	23.861	100.222
21	1961	662	132	331	199	50.556	100.293	47.760	198.609
22	1960	889	178	444	267	72.802	143.412	68.085	284.299

(continúa)

Edad (años)	Año de plantación	Superficie total (ha)	Superficie según clase de sitio (ha)			Volumen según clase de sitio (II' = 10 cm, m ³ ssc)			Volumen total (m ³ ssc)
			I	II	III	I	II	III	
23	1959	221	44	111	66	19.052	38.073	17.886	75.011
24	1958	617	123	309	185	56.211	111.858	52.725	220.794
25	1957	370	74	185	111	35.520	70.300	33.300	139.120
26	1956	1.605	321	802	482	154.080	304.760	144.600	603.440
27	1955	187	37	94	56	17.760	35.720	16.800	70.280
28	1954	198	40	99	59	19.200	37.620	17.700	74.520
29	1953	110	22	55	33	10.560	20.900	9.900	41.360
30	1952	142	28	71	43	13.440	29.980	12.900	53.320
31	1951	171	34	86	51	16.320	32.680	15.300	64.300
Total		71.454	14.292	35.730	21.432	892.541	1.767.838	836.751	3.497.130

Superficie y Volumen Cúbico en Pie (m³ ssc) al 31 de diciembre de 1987, según Edad y Clase de Sitio

Edad (años)	Año de plantación	Superficie total (ha)	Superficie según clase de sitio (ha)			Volumen según clase de sitio (III = 10 cm, m ³ ssc)			Volumen total (m ³ ssc)
			I	II	III	I	II	III	
0	1987	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
1	1986	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
2	1985	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
3	1984	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
4	1983	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
5	1982	2.021	404	1.011	606	-	-	-	-
6	1981	3.688	738	1.844	1.106	-	-	-	-
7	1980	4.019	804	2.010	1.205	-	-	-	-
8	1979	1.669	334	834	501	-	-	-	-
9	1978	7.760	1.552	3.880	2.328	-	-	-	-
10	1977	6.239	1.248	3.120	1.871	102.336	202.800	95.421	400.557
11	1976	12.699	2.540	6.350	3.809	271.780	539.750	255.203	1.066.733
12	1975	2.756	551	1.378	827	73.834	146.068	69.468	289.370
13	1974	3.658	732	1.829	1.097	118.584	234.112	110.797	463.493
14	1973	4.999	1.000	2.500	1.499	190.000	377.500	178.381	745.881
15	1972	5.602	1.120	2.801	1.681	178.080	425.773	221.897	825.750
16	1971	4.240	848	2.120	1.272	155.502	367.820	190.429	713.751
17	1970	4.246	849	2.123	1.274	177.825	413.128	212.143	803.096
18	1969	613	123	306	184	28.808	65.988	33.916	128.712
19	1968	488	98	244	146	25.417	57.796	29.322	112.535
20	1967	280	56	140	84	19.992	39.620	18.732	78.344
21	1966	364	73	182	109	27.959	55.146	26.160	109.265
22	1965	178	36	89	53	14.724	28.747	13.515	56.986

(continúa)

Edad (años)	Año de plantación	Superficie total (ha)	Superficie según clase de sitio (ha)			Volumen según clase de sitio (III = 10 cm, m ³ ssc)			Volumen total (m ³ ssc)
			I	II	III	I	II	III	
23	1964	110	22	55	33	9.526	18.865	8.943	37.334
24	1963	295	59	148	88	26.963	53.576	25.080	105.619
25	1962	358	72	179	107	34.560	68.020	32.100	134.680
26	1957 - 1961	2.759	551	1.380	828	264.480	524.400	248.400	1.037.280
Total		79.041	15.810	39.523	23.708	1.720.370	3.619.109	1.769.907	7.109.386

Superficie y Volumen Cúbico en Pie (m³ ssc) al 31 de diciembre de 1992, según Edad y Clase de Sitio

Edad (años)	Año de plantación	Superficie total (ha)	Superficie según clase de sitio (ha)			Volumen según clase de sitio (III = 10 cm, m ³ ssc)			Volumen total (m ³ ssc)
			I	II	III	I	II	III	
0	1992	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
1	1991	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
2	1990	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
3	1989	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
4	1988	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
5	1987	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
6	1986	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
7	1985	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
8	1984	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
9	1983	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
10	1982	2.021	404	1.011	606	33.128	65.715	30.906	129.749
11	1981	3.688	738	1.844	1.106	78.966	156.740	74.102	309.808
12	1980	4.019	804	2.010	1.205	107.736	213.060	101.220	422.016
13	1979	1.669	334	834	501	54.108	106.572	50.601	211.461
14	1978	7.760	1.552	3.880	2.328	294.880	585.880	277.032	1.157.792
15	1977	6.239	1.248	3.120	1.871	198.412	474.240	246.977	919.629
16	1976	12.699	2.540	6.350	3.809	465.836	1.101.725	570.202	2.137.763
17	1975	2.756	551	1.378	827	115.335	268.190	137.679	521.204
18	1974	3.658	732	1.829	1.097	171.604	394.491	202.050	768.145
19	1973	4.999	1.000	2.500	1.499	259.600	592.000	301.293	1.152.893
20	1972	5.602	1.120	2.801	1.681	318.528	720.443	364.615	1.403.586
21	1971	4.240	848	2.120	1.272	262.686	587.028	297.279	1.146.993
22	1970	4.246	849	2.123	1.274	284.125	629.673	316.869	1.230.667

(continúa)

Edad (años)	Año de plantación	Superficie total (ha)	Superficie según clase de sitio (ha)			Volumen según clase de sitio (III = 10 cm, m ³ ssc)			Volumen total (m ³ ssc)
			I	II	III	I	II	III	
23	1969	613	123	306	184	44.083	96.770	48.694	189.547
24	1968	488	98	244	146	37.470	81.758	40.650	159.878
25	1967	280	56	140	84	26.880	53.200	25.200	105.280
26	1962-1966	1.305	262	653	390	125.760	248.140	117.000	490.900
Total		86.282	17.259	43.143	25.880	2.879.137	6.375.805	3.202.369	12.457.311

Superficie y Volumen Cúbico en Pie (m³ ssc) al 31 de diciembre de 1997, según Edad y Clase de Sitio

Edad (años)	Año de plantación	Superficie total (ha)	Superficie según clase de sitio (ha)			Volumen según clase de sitio (II ^a = 10 cm, m ³ ssc)			Volumen Total (m ³ ssc)
			I	II	III	I	II	III	
0	1997	7.240	1.448	3.620	2.172	-	-	-	-
1	1996	7.246	1.449	3.623	2.174	-	-	-	-
2	1995	3.000	600	1.500	900	-	-	-	-
3	1994	3.000	600	1.500	900	-	-	-	-
4	1993	3.000	600	1.500	900	-	-	-	-
5	1992	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
6	1991	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
7	1990	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
8	1989	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
9	1988	2.000	400	1.000	600	-	-	-	-
10	1987	2.000	400	1.000	600	32.800	65.000	30.600	128.400
11	1986	2.000	400	1.000	600	42.800	85.000	40.200	168.000
12	1985	2.000	400	1.000	600	53.600	106.000	50.400	210.000
13	1984	2.000	400	1.000	600	64.800	128.000	60.600	253.400
14	1983	2.000	400	1.000	600	76.000	151.000	71.400	298.400
15	1982	2.021	404	1.011	606	64.276	153.693	79.972	297.941
16	1981	3.688	738	1.844	1.106	135.328	319.949	165.547	620.824
17	1980	4.019	804	2.010	1.205	168.402	391.146	200.660	760.208
18	1979	1.669	334	834	501	78.336	179.910	92.290	350.536
19	1978	7.760	1.552	3.880	2.328	402.923	918.784	467.916	1.789.623
20	1977	6.239	1.248	3.120	1.871	354.907	802.464	405.826	1.563.197
21	1976	12.699	2.540	6.350	3.809	786.892	1.758.315	890.157	3.435.364
22	1975	2.756	551	1.378	827	184.315	408.750	205.656	798.721

(continúa)

Edad (años)	Año de plantación	Superficie total (ha)	Superficie según clase de sitio (ha)			Volumen según clase de sitio (IU = 10 cm, m ³ ssc)			Volumen total (m ³ ssc)
			I	II	III	I	II	III	
23	1974	3.658	732	1.829	1.097	262.520	578.486	290.137	1.131.143
24	1973	4.999	1.000	2.500	1.499	382.600	837.500	417.615	1.637.715
25	1972	5.602	1.120	2.801	1.681	454.272	989.620	493.380	1.937.272
26	1967-1971	9.867	1.974	4.933	2.960	804.796	1.746.558	869.345	3.420.699
Total		108.463	21.694	54.233	32.536	4.349.567	9.620.175	4.831.701	18.801.443

Superficie y Volumen Cúbico en Pie (m³ ssc) al 31 de diciembre de 2002, según Edad y Clase de Sitio.

Edad (años)	Año de plantación	Superficie total (ha)	Superficie según clase de sitio (ha)			Volumen según clase de sitio (IU = 10 cm, m ³ ssc)			Volumen total (m ³ ssc)
			I	II	III	I	II	III	
0	2002	15.699	3.140	7.850	4.709	-	-	-	-
1	2001	5.756	1.151	2.878	1.727	-	-	-	-
2	2000	6.658	1.332	3.329	1.997	-	-	-	-
3	1999	7.999	1.600	3.999	2.400	-	-	-	-
4	1998	8.602	1.720	4.301	2.581	-	-	-	-
5	1997	7.240	1.448	3.620	2.172	-	-	-	-
6	1996	7.246	1.449	3.623	2.174	-	-	-	-
7	1995	3.000	600	1.500	900	-	-	-	-
8	1994	3.000	600	1.500	900	-	-	-	-
9	1993	3.000	600	1.500	900	-	-	-	-
10	1992	2.000	400	1.000	600	32.800	65.000	30.600	128.400
11	1991	2.000	400	1.000	600	42.800	85.000	40.200	168.000
12	1990	2.000	400	1.000	600	53.600	106.000	50.400	210.000
13	1989	2.000	400	1.000	600	64.800	128.000	60.600	253.400
14	1988	2.000	400	1.000	600	76.000	151.000	71.400	298.400
15	1987	2.000	400	1.000	600	63.600	152.000	79.200	294.800
16	1986	2.000	400	1.000	600	73.360	173.500	89.820	336.680
17	1985	2.000	400	1.000	600	83.760	194.600	99.900	378.260
18	1984	2.000	400	1.000	600	93.760	215.700	110.520	419.980
19	1983	2.000	400	1.000	600	103.840	236.800	120.600	461.240
20	1982	2.021	404	1.011	606	114.946	260.055	131.417	506.418
21	1981	3.688	738	1.844	1.106	228.608	510.621	258.447	997.676
22	1980	4.019	804	2.010	1.205	269.068	596.166	299.715	1.164.949

(continúa)

Edad (años)	Año de plantación	Superficie total (ha)	Superficie según clase de sitio (ha)			Volumen según clase de sitio (II' = 10 cm, m ³ ssc)			Volumen total (m ³ ssc)
			I	II	III	I	II	III	
23	1979	1.669	334	834	501	119.822	263.812	132.521	516.155
24	1978	7.760	1.552	3.880	2.328	593.820	1.299.800	648.568	2.542.188
25	1977	6.239	1.248	3.120	1.871	506.164	1.102.296	549.145	2.157.605
26	1972-1976	29.714	5.943	14.858	8.913	2.410.456	5.249.367	2.615.920	10.275.743
Total		143.310	28.663	71.657	42.990	4.931.204	10.789.717	5.388.973	21.109.894

ANEXO N° 7.

Resumen de Volúmenes, según Disponibilidad y Clase de Sitio

Resumen de Volúmenes según Disponibilidad y Clase de Sitio

Disponibilidad	1982				1987				1992			
	Volumen (m ³ ssc) IU = 10 cm según clase de sitio				Volumen (m ³ ssc) IU = 10 cm según clase de sitio				Volumen (m ³ ssc) IU = 10 cm según clase de sitio			
	I	II	III	Total	I	II	III	Total	I	II	III	Total
Oferta	231.360	458.660	217.200	907.220	446.780	683.860	271.150	1.401.790	490.060	566.850	162.550	1.219.460
Reserva	661.181	1.309.178	619.551	2.589.910	1.455.890	3.094.709	1.521.507	6.072.106	2.753.377	6.127.665	3.085.369	11.966.411
Existencia	892.541	1.767.838	836.751	3.497.130	1.902.670	3.778.569	1.792.657	7.473.896	3.243.437	6.694.515	3.247.919	13.185.871
Oferta Acumulada	231.360	458.660	217.200	907.220	676.700	1.126.940	488.350	2.291.990	1.166.760	1.693.790	650.900	3.511.450

Disponibilidad	1997				2002			
	Volumen (m ³ ssc) IU = 10 cm según clase de sitio				Volumen (m ³ ssc) IU = 10 cm según clase de sitio			
	I	II	III	Total	I	II	III	Total
Oferta	1.034.596	1.947.668	898.095	3.880.359	2.530.456	5.354.367	2.630.920	10.515.743
Reserva	3.544.771	7.873.617	3.962.356	15.380.744	2.520.748	5.540.350	2.773.053	10.834.151
Existencia	4.579.367	9.821.285	4.860.451	19.261.103	5.051.204	10.894.717	5.403.973	21.349.894
Oferta Acumulada	2.201.356	3.641.458	1.548.995	7.391.809	4.731.812	8.995.825	4.179.915	17.907.552

ANEXO N° 8.

Programa Computacional para la provección de superficies
y determinación del Volumen en pie

```
5      REM SIMULADOR MATAQUITO
10     PRINT AT 5, 1; "EL SISTEMA PERMITE PROYECTAR SUPERFICIES Y DETERMINAR
      RENDIMIENTOS VOLUMETRICOS DE LAS PLANTACIONES DE PINO INSIGNTE SEGUN
      EDAD Y CLASE DE SITIO PARA EL AREA COSTERA UBICADA ENTRE LOS RIOS MAI
      PO Y MATAQUITO. EL METODO USADO PARA DETERMINAR RENDIMIENTOS DE VOLU-
      MEN EN PIE ESTA BASADO EN EL USO DE TABLAS DE RENDIMIENTO PROVENIENTES
      DE FUNCIONES ESPECIALMENTE CONFECCIONADAS PARA LA ZONA".

15     PAUSE 2000
20     CLS
25     PRINT AT 5, 1; "ENTRE EL NUMERO DE PARES DE VALORES DE EDAD Y SUPERFI
      CIE"
26     INPUT N
27     CLS
28     PRINT AT 5, 1; "ENTRE EL AÑO A PARTIR DEL CUAL DESEA PROYECTAR"
29     INPUT AÑO
35     CLS
40     DIM E(N)
41     DIM T(N)
42     DIM U(N)
43     DIM V(N)
45     DIM S(N)
46     LET SITIO1 = 0
47     LET SITIO2 = 0
48     LET SITIO3 = 0
49     LET SUMA = 0
50     FOR A = 1 TO N
60     LET E (A) = A - 1
75     PRINT AT 5, 1; "ENTRE LA SUPERFICIE (HA) ("; A-1;")"
80     INPUT S(A)
81     LET SUMA = SUMA + S (A)
85     CLS
90     NEXT A
95     PRINT AT 5, 1; "ENTRE EL NUMERO DE AÑOS DE PROYECCION"
```

```
100 INPUT PERIODO
105 CLS
110 PRINT AT 5, 1; "DESEA REALIZAR LA PROYECCION SUPONIENDO UN RALFO
    SISTEMATICO A LOS 15 AÑOS DE EDAD?. (SI = 1, NO = 0)"
115 INPUT B
116 IF B = 1 THEN LET A$ = "CON MANEJO"
117 IF B = 0 THEN LET A$ = "SIN MANEJO"
118 CLS
119 FAST
125 FOR I = 1 TO N
130 LET F (I) = F (I) + PERIODO
135 LET T (I) = S (I) * . 2
140 LET U (I) = S (I) * . 3
145 LET V (I) = S (I) * . 5
150 LET SITIO1 = SITIO 1 + T (I)
155 LET SITIO2 = SITIO 2 + V (I)
160 LET SITIO3 = SITIO 3 + U (I)
165 NEXT I
167 SLOW
168 LET RESTO = 0
169 CLS
170 PRINT TAB 9; "RESULTADOS"
171 PRINT "AÑO INICIAL ="; AÑO
172 PRINT "AÑO FINAL ="; PERIODO + AÑO
173 PRINT "PERIODO ="; PERIODO; "AÑOS"
177 PRINT "SUPERFICIE (HA) SEGUN CLASE DE SITIO"
180 PRINT "E SITIO1 SITIO2 SITIO3 TOTAL"
182 IF RESTO = 1 THEN GOTO 202
185 LET Y = 7
187 FOR Z = 1 TO N
```

```
190      PRINT AT Y, 0; E (Z); AT Y, 2;"";AT Y, 3; T (Z); AT Y, 9; "  
      "; AT Y, 10; V(Z); AT Y, 16;"" "; AT Y, 17; U(Z); AT Y, 23"  
      "; AT Y, 24; S(Z)  
192      LET Y = Y + 1  
194      IF Y >20 THEN GOTO 196  
195      GOTO 202  
196      LET Y = 7  
197      PRINT "DESEA VER FL RESTO (SI = 1, NO = 0)"  
198      INPUT RESTO  
199      IF RESTO = 1 THEN GOTO 169  
200      GOTO 209  
202      NEXT Z  
205      PRINT "T = "; TAB 3; SITIO1;"";TAB 10; SITIO2; "" "; TAB 17; SITIO 3;"  
      "; TAB 24; SUMA  
209      PRINT " "  
210      PRINT "QUIERE DETERMINAR FL VOLUMEN EN PIF? (SI = 1, NO = 2)"  
215      INPUT F  
220      CLS  
222      FAST  
225      IF F = 2 THEN GOTO 250  
230      IF B = 0 THEN GOSUB 1000  
232      IF B = 1 THEN GOSUB 1500  
233      SLOW  
235      GOSUB 2000  
250      SLOW  
255      STOP  
1000      GOSUB 3000  
1005      FOR I = 1 TO N  
1010      IF F (I) < 10 THEN GOTO 1080  
1020      IF E (I) > 25 THEN LET E (I) = 25
```

```

1030 LET P (I) = T (I) * 1555 . 2 * EXP (- 29.41/E (I))
1040 LET Q (I) = V (I) * 1231 . 2 * EXP (- 29.41/E (I))
1050 LET R (I) = U (I) * 972 * EXP (-29.41/E (I))
1060 GOSUB 4200
1080 NEXT I
1090 RETURN
1500 GOSUB 3000
1520 LET VORAL = 0
1530 FOR I = 1 TO N
1532 LET SW = 1
1535 IF E(I) < 10 THEN GOTO 1600
1540 IF (((AÑO + PERIODO) <> 1982) AND (E (I) >= 15) AND (F (I) <
(AÑO + PERIODO - 1967))) THEN GOSUB 4000
1542 IF SW = 0 THEN GOTO 1590
1545 IF E (I) > 25 THEN LET E(I) = 25
1560 LET P (I) = T (I) * 1555 . 2 * EXP(-29.41/E (I))
1570 LET Q (I) = Y (I) * 1231 . 2 * EXP ( - 29.41/E (I))
1580 LET R (I) = U (I) * 972 * EXP ( - 29.41/E (I))
1590 GOSUB 4200
1600 NEXT I
1610 RETURN
2000 PRINT TAB 9; "RESULTADOS"
2010 IF B = 1 THEN PRINT "VOLUMEN DE RALFO = "; VORAL;" M3 SSC"
2030 PRINT TAB 4;"VOL EN PIE (M3 SSC), SEGUN CLASE DE SITIO PARA
PLANTACIONES"; A$
2035 PRINT " E SITIO1 SITIO2 SITIO 3 TOTAL"
2040 FOR I = 1 TO N
2050 IF E (I) < 10 THEN GOTO 2070
2055 IF (I + PERIODO) > 25 THEN LET E (I) = I + PERIODO - 1
2060 PRINT TAB 0; E (I); TAB 3; " "; TAB 4; P (I); TAB 10;" "; TAB 11;
Q (I); TAB 18;" "; " "; TAB 19; R (I); TAB 25; " ";TAB 26; W (I)

```

```
2070      NEXT I
2080      PRINT "T = "; TAB 4; CONT1; TAB10 ; CONT2; TAB 18; CONT3; TAB 26;
          CONT4
2090      RETURN
3000      DIM P (N)
3010      DIM Q (N)
3020      DIM R (N)
3030      DIM W (N)
3050      LET CONT1 = 0
3060      LET CONT2 = 0
3070      LET CONT3 = 0
3080      LET CONT4 = 0
3090      RETURN
4000      IF E (I) >25 THEN LET E (I) = 25
4005      LET P (I) = T (I) * (1108. 34071 * EXP (-41.1267/E (I))+ 622.08 *
          EXP (-29.41/E (I)))
4010      LET Q (I) = V (I) * (413.12934 * EXP (-38.887/E (I)) + 861.84 *
          EXP (-29.41/E (I)))
4020      LET R (I) = U (I) * (103. 84277 * EXP (-37.1493/E (I)) + 874.8 *
          EXP (-29.41/E (I)))
4030      IF E (I) < 15 + PERIOD0 AND E (I) >= 15 THEN LET VORAL = (U (I)*
          5 + V (I) * 21 + T (I) * 60)
4040      LET SW = 0
4050      RETURN
4200      LET W (I) = P (I) + Q (I) + R (I)
4210      LET CONT1 = CONT1 + P (I)
4220      LET CONT2 = CONT2 + Q (I)
4230      LET CONT3 = CONT3 + R (I)
4240      LET CONT4 = CONT4 + W (I)
4250      IF I > 25 THEN LET E (I) = I - 1
4260      RETURN
```

