

O
X12
M15a
I

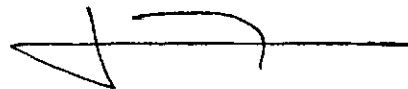
Neuquén, 25 de febrero de 1993

Sr. Secretario General
del Consejo Federal de Inversiones
Ing. Juan José Ciáccera

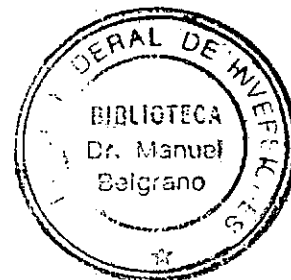
C.F.I.
INGRESO
~ 1 MAR 1993
Nº 1109

Me dirijo a Ud. a fin de hacerle llegar el Primer Informe Parcial del estudio " Alternativas de uso de la tierra para el aumento de la productividad silvo-pastoril en la provincia del Neuquén; Primera parte, Cuenca del Neuquén", Expediente N° 2437.

Sin más lo saluda atentamnete



Ing. Agr. Juan M. Mendía



O/X12
M15a
I

H1112
H1225
H.12241

37535

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

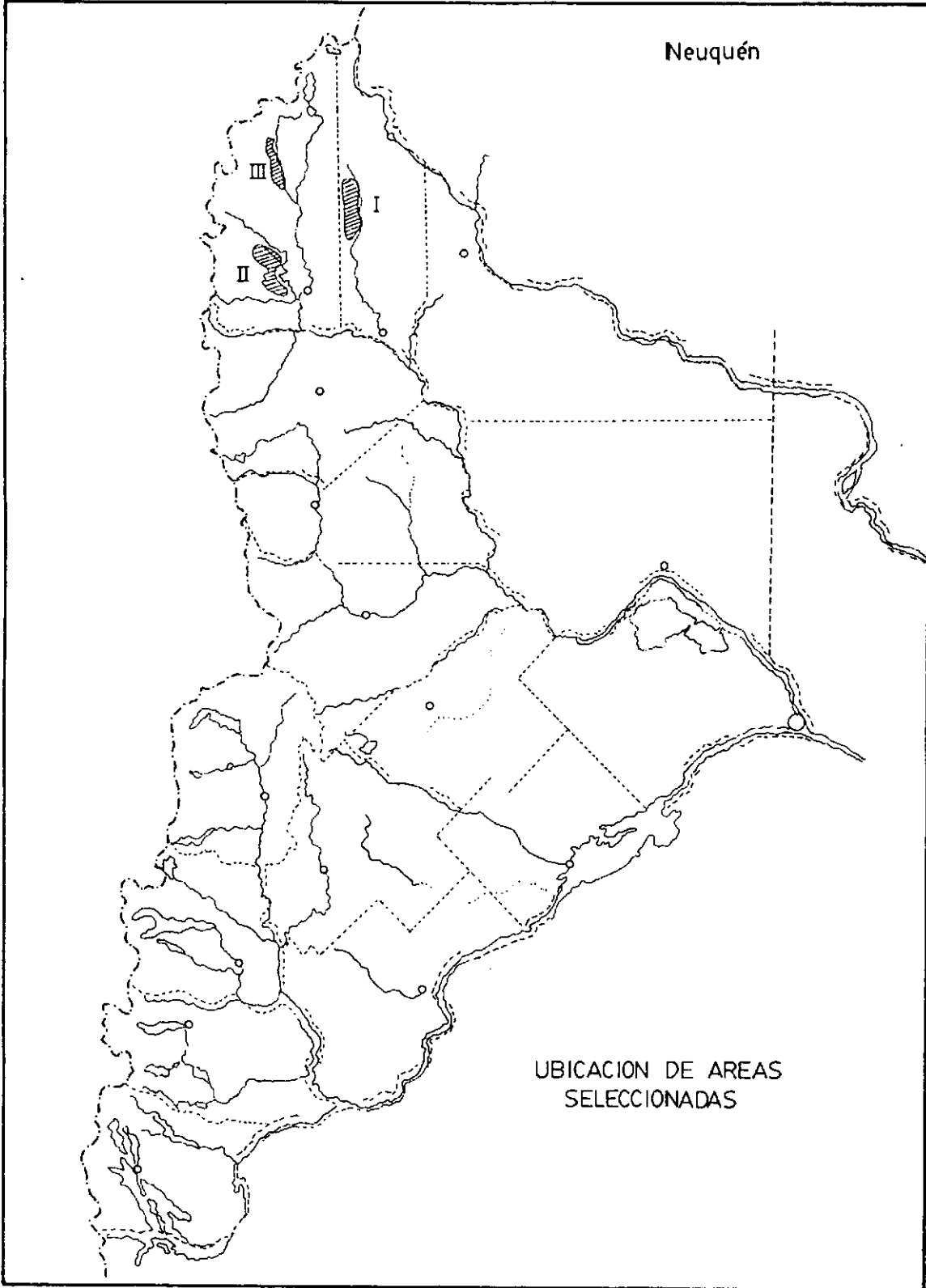
EXPEDIENTE N° 2437

ALTERNATIVAS DE USO DE LA TIERRA PARA EL AUMENTO
DE LA PRODUCTIVIDAD SILVO-PASTORIL EN LA PROVINCIA
DEL NEUQUEN; PRIMERA PARTE, CUENCA DEL RIO NEUQUEN

PRIMER INFORME PARCIAL: DELINEACION DE LAS AREAS SELECCIONADAS

EXPERTO: ING. AGR. JUAN M. MENDIA

MARZO 1993

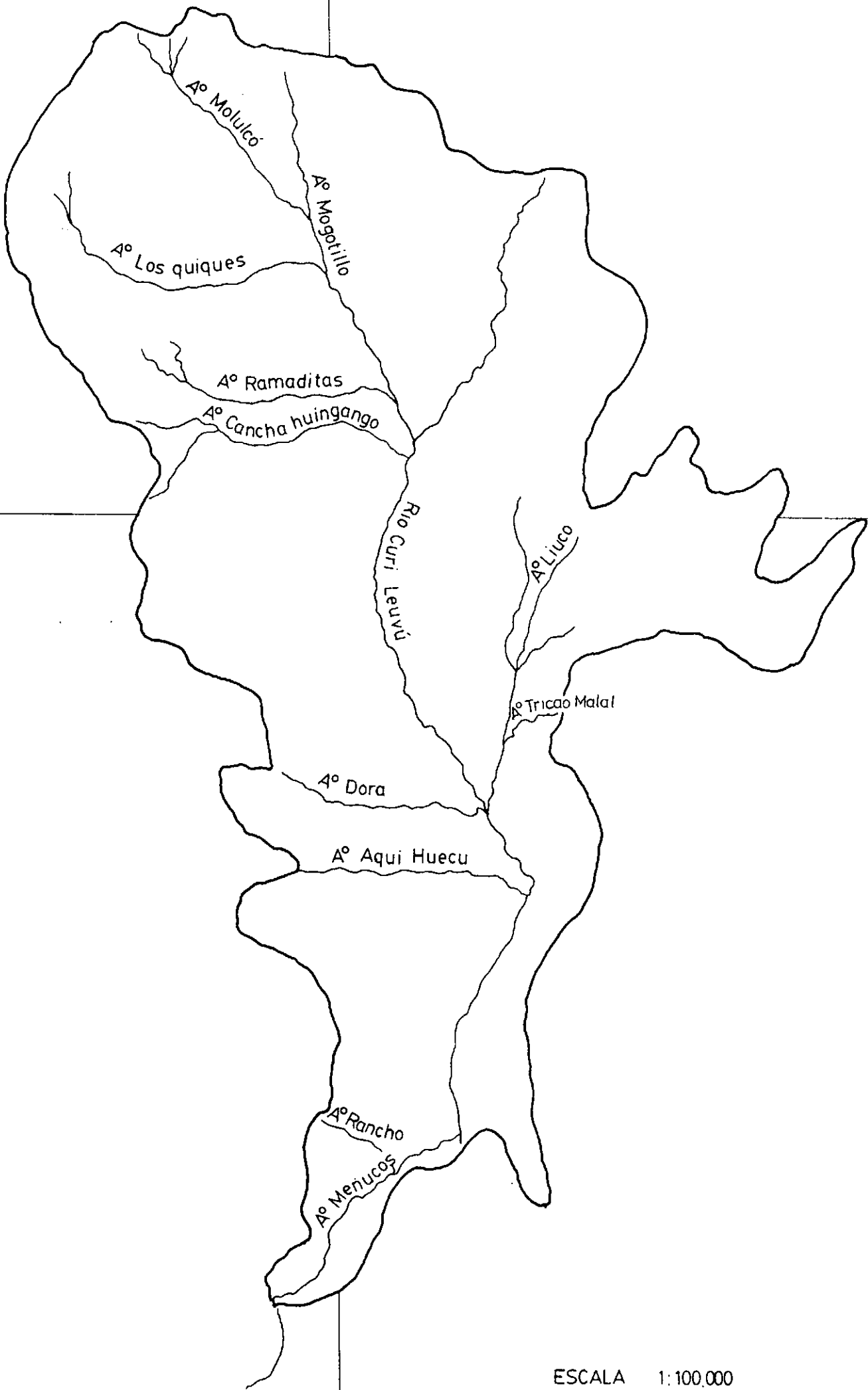


Neuquén

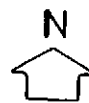
UBICACION DE AREAS
SELECCIONADAS

CUENCA RIO CURI LEUVU
SUPERFICIE 18.700 Has.

AREA I

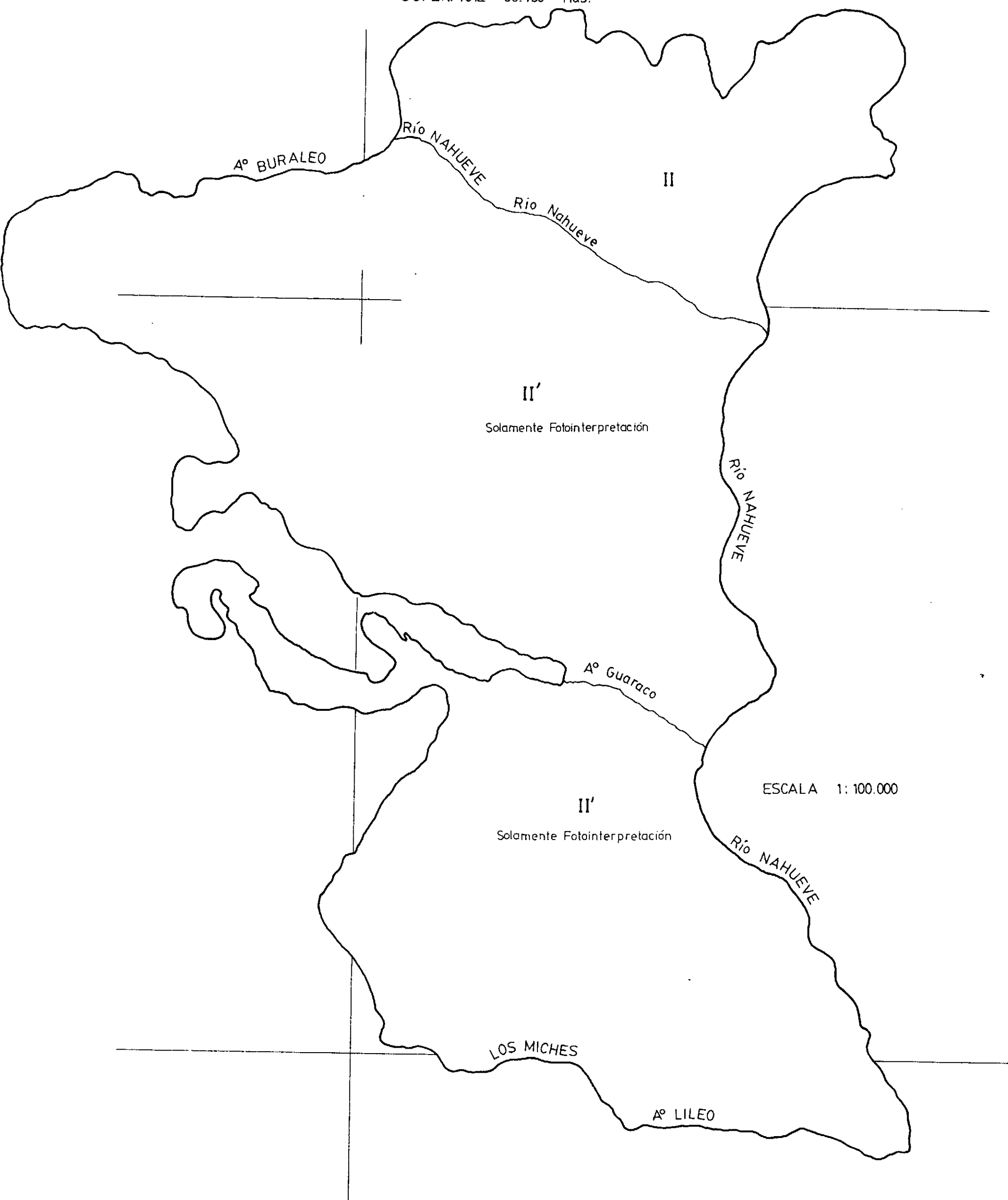


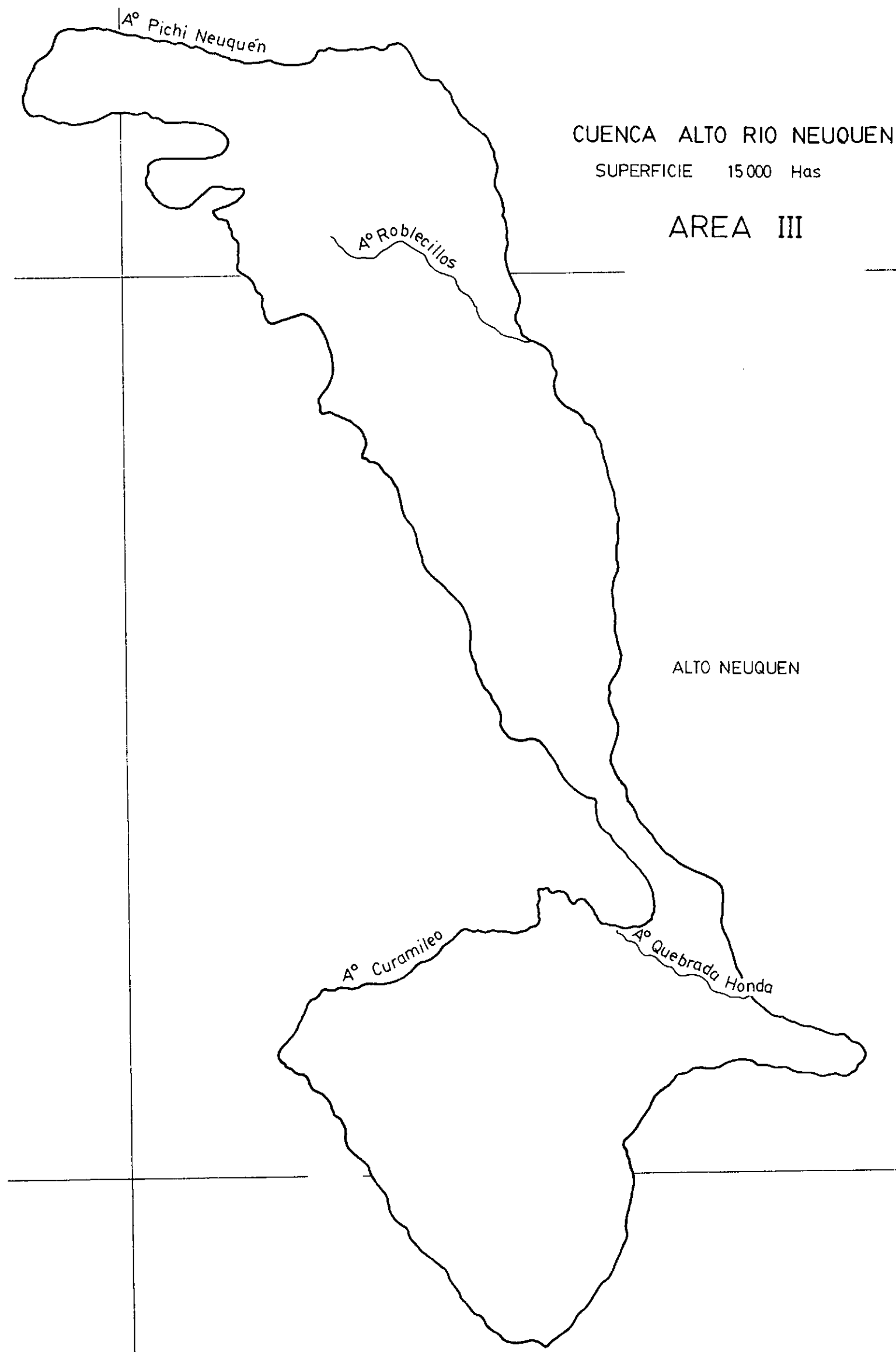
ESCALA 1:100,000



CUENCA RIO NAHUEVE

AREA II SUPERFICIE 6.950 Has.
AREA II' SUPERFICIE 30.450 Has.



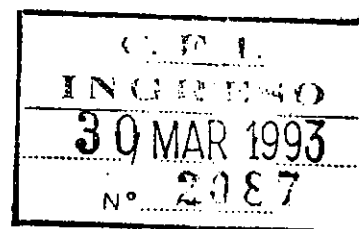


ESCALA 1:100.000

Cipolletti, 29 de marzo de 1993

Sr. Secretario General del
Consejo Federal de Inversiones
Ing. Juan José Ciácerá

S _____ / _____ D _____



Me dirijo a Ud. con el fin de hacerle llegar el 2^{do}
Informe Parcial, referido al Expediente N° 2437 " Alternativas de
uso de la tierra para el aumento de la Productividad Silvo-Pastoril
en la Provincia del Neuquén: Primera parte, Cuenca del Rio Neuquén".

Sin más, lo saluda con la consideración más distinguida

A stylized handwritten signature in dark ink, consisting of a large, sweeping 'J' followed by a horizontal line and a small flourish.

Ing. Agr. Juan M. Mendía

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

EXPEDIENTE Nº 2437

ALTERNATIVAS DE USO DE LA TIERRA PARA EL AUMENTO
DE LA PRODUCTIVIDAD SILVO-PASTORIL EN LA PROVINCIA
DEL NEUQUEN; PRIMERA PARTE, CUENCA DEL RIO NEUQUEN

SEGUNDO INFORME PARCIAL: ELABORACION DE METODOS PARA APTITUD

EXPERTO: ING. AGR. JUAN M. MENDIA

ABRIL 1993

EVALUACION DE LA TIERRA PARA LA FORESTACION

- Fundamentos

Las decisiones acerca del uso de la tierra más conveniente, es una preocupación constante para los organismos de planificación. Una de las preguntas a contestar es que tierras forestales deben convertirse al uso agrícola. Esto es de fundamental importancia en áreas donde se necesita mayor producción de alimentos; o a la inversa el incremento en demanda de madera pueden llevar a un cambio en el uso de la tierra hacia la forestación.

Estas decisiones que no son excluyentes (por ejemplo los sistemas silvo-pastoriles lo demuestra) a las que debe agregarse el uso de la tierra para la protección del suelo y el agua, exige una evaluación de la tierra para la forestación.

El concepto tierra se refiere a todas las particularidades del medio ambiente natural que tienen influencia en el uso. Tierra no sólo incluye el paisaje y el suelo sino también el clima y la vegetación, como así mismo el stand de bosque existente.

La planificación para la forestación puede definirse a cuatro niveles (F.A.O., 1984).

1) Un nivel continental o global

Se refiere a estudios realizados como base para la planificación (lineamientos) y ordenamiento de la información sin llegar a ser una evaluación en si misma. Por ej.: Proyectos FAO/UNEP.

2) Nivel nacional o provincial

Son estudios llevados a cabo en amplias regiones. Ellos pueden sentar base para decisiones en la asignación de tipos mayores de uso de la tierra, por ej.: transformación de tierras de uso forestal hacia la agricultura, ubicación de parques nacionales, zonas o cuencas de protección, etc.

3) Nivel de proyecto

Estos proyectos cubren divisiones administrativas, como distritos, departamentos, partidos, grandes cuencas o áreas de proyecto. Los objetivos pueden incluir la localización de tierras para la producción de bosque maderable, de bosque de leña y de bosque para conservación, selección de las mejores áreas disponibles para el establecimiento de plantaciones forestales, coordinación de la futura producción forestal en términos de espacio y tiempo; o para la elección de uso de la tierra entre forestación, producción de cultivos y pastoreo en proyectos de desarrollo de multi-propósito.

4) Un nivel local

Estos estudios se llevan a cabo para propósitos detallados de manejo.

En este estudio se presenta una categorización de la aptitud de la tierra de mayor a menor aptitud, que provee información para ubicar las zonas con vocación forestal y aquellas que deben dejarse para protección.

Obviamente, se pueden alcanzar el cuarto nivel de planificación, que permite tomar decisiones entre la elección del uso más apropiado de la tierra (comparar uso actual vs. uso potencial). No se llega a contestar que clase de manejo debe darse al bosque implantado, pues se necesita mayor experimentación local en áreas demostrativas que permita extrapolar la experiencia.

- Metodología propuesta

La metodología adoptada en la evaluación de la tierra para la forestación, es la sugerida por Bonfils (1978) para zonas mediterráneas montañosas, con algunas modificaciones vinculadas a la influencia local que aportan los suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas.

Dicha metodología fue utilizada por los autores en trabajos anteriores (Mendía, J. e Irrisarri, J., 1986), para la zona de El Bolsón y la colindante con esa área. (Mendía, J. e Irrisarri, J., 1991).

Entre los criterios que se tomaron en consideración, algunos son inherentes al suelo mismo y otros toman en cuenta los factores externos.

Entre los primeros, las características edáficas seleccionadas son:

- a) características físicas: Profundidad efectiva, agua útil, grado de fisuración o de alteración de la roca, textura, fragmentos gruesos y drenaje interno.
- b) características químicas: Suma de Bases.

Entre los segundos, se toma en cuenta: daños fisiográficos (grado de disección del paisaje, deslizamiento), pendiente, riesgo de erosión y exposición.

El sistema de clasificación utilizado es inductivo, paramétrico y aditivo. Es inductivo pues se basa en relaciones hipotéticas entre beneficios y criterios diagnósticos (*). La selección de estos criterios se lleva a cabo considerando los factores del suelo más estables y permanentes que influyen en la productividad, de acuerdo a las técnicas culturales de mayor difusión en el momento.

Es paramétrico pues a las características seleccionadas, se le asigna valores numéricos de acuerdo a su impacto inferido sobre el desarrollo vegetal.

Es aditivo pues dichos números son sumados para dar un puntaje final, que servirá para evaluar la Clase de Aptitud de la tierra para la forestación.

Se presenta una Tabla de Conversión (Tabla 1) que sirve para determinar el puntaje de cada suelo integrante de la Unidad cartográfica respectiva.

(*) Un criterio diagnóstico es una o más características de la tierra que tienen una influencia decisiva en la producción de la masa forestal. Para cada criterio diagnóstico existe un valor crítico que permite definir las clases de aptitud.

TABLA 1
TABLA DE CONVERSION para la clasificacion
de aptitud de la tierra con fines forestales(x)

Puntaje Característica	Valores Favorables						Valores desfavorables			Valores limitantes		Valores Eliminatorios
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
Pendiente media (%)	5-10	< 5	10-25		25-35		35-50				50-100	>100
Profundidad efectiva (cm)	> 80	60-80	40-60		30-40		20-30				<20	
agua útil (mm)	>120	90-120	60-90		45-60		30-45				<30	
Grado de fisuración o de alteración de la roca						roca a más de 60 cm	Presencia de roca entre 20 y 60 cm					presencia de roca dura aflorante
							muy fisurada o alterada	medianamente fisurada o alt.			poco fisurada o alt.	
Textura					Todas las texturas medias	Texturas extremas						
						muy limosa	muy arenosa	muy arcillosa				
Fragmentos gruesos (%)						<10% de grava	grava			guijarro	bloque	bloques y rocas dominantes
							10-20	20-30	30-50	50-80	> 80	
Daños fisiográficos					ausente		poco frecuente			común	muy común	
Drenaje interno						bueno	moderado	imperfecto	pobre	algo excesivo	excesivo o muy pobre	capa aflorante permanente
% de humedad fin estacion seca						> 20		20-10		< 10		
Exposición						Este		Sud Sudeste	cualquiera			
Riesgo de erosión					bajo			medio			alto	muy alto
Suma de Bases (meq/100g)						> 12	12-8		8-4	< 4		

(x) Adaptado de P. Bonfils (1978) y modificado por Mendía J., (1993)

TABLA Nº 2
CLASE DE APTITUD DE LA TIERRA PARA LA FORESTACION

Clase de Aptitud	Limitaciones	Puntaje	Manejo	
			Nivel	Tipo
Muy Apta	Sin limitaciones, o ligeras debido a propiedades químicas desfavorables.	> 60	Variable	Trabajos relacionados a la plantación y labores culturales.
Aptas	Algunas limitaciones por alta retención de humedad, alta retención de fosfato.	60 - 50	Bajo	En ciertos casos fertilización.
Moderadamente Apta	Limitaciones por: escasa profundidad efectiva alta pedregosidad, drenaje interno impedido.	49 - 40	Medio	Saneamiento para mejorar el drenaje interno.
Parcialmente Aptas	Limitaciones por: riesgo de erosión, baja reserva de humedad, daños fisiográficos.	39 - 35	Elevado a muy elevado	Bosque de producción con medidas antierosivas
Marginalmente Apta	Limitaciones por: fuertes pendientes escasa profundidad efectiva, baja reserva de humedad.	34 - 30	Elevado	Bosque natural para protección o bosque protector con importantes trabajos antierosivos.
No Apta	Limitaciones por: muy fuertes pendientes, rocosidad superficial, capa de agua aflorante permanente.	< 30		Bosque natural para protección o con vegetación natural sin pastoreo

La Tabla 2 permite, a través del puntaje definido para cada suelo integrante de la unidad cartográfica, y modificado por los factores correctivos, determinar la clase de aptitud de la tierra para la forestación. Presenta cinco clases con algún Grado de Adaptabilidad y una No Apta.

Factores eliminatorios

Se toma en consideración como factores eliminatorios para esta evaluación, la unidades cartográficas del mapa básico de suelos que presentan las siguientes limitaciones:

- Afloramiento rocoso abundante;
- Hidromorfismo total y permanente;
- Estación muy fría.

Un factor eliminatorio es considerado como tal en su situación actual y de acuerdo a los fines perseguidos, esto es la forestación para uso comercial. En un sentido estricto, en cualquiera de las situaciones mencionadas como eliminatorias pueden crecer plantaciones de exóticas adaptadas a dichas limitaciones, pero tomando como punto de referencia a la forestación con Pino ponderosa con la obtención de calidad y cantidad de volumen maderable en el menor tiempo de turno posible, se han eliminado de la evaluación las áreas con las características eliminatorias mencionadas anteriormente.

Afloramientos rocosos abundantes, no permiten una explotación radicular eficiente como ocurre en suelos mullidos, presentan escasas disponibilidad de nutrientes y pocas reservas de humedad.

El drenaje impedido, limita la libre disponibilidad de oxígeno en el perfil del suelo para un rápido crecimiento de las coníferas. Aunque existen excepciones de adaptación a este medio desfavorable, como lo es el pino contorta, de cualquier forma no puede expresar todo su potencial de rendimiento.

La estación muy fría frena la actividad del desarrollo de las plantaciones y el peligro de heladas tardías aumenta el riesgo de llegar a término con plantaciones en buen estado de altura y volumen.

Factores correctivos

Estos factores se relacionan con las modificaciones que sufren en la evaluación final cada suelo, clasificados según el método aditivo propuesto en la sección anterior, en función de la oferta de humedad para el crecimiento y por la accesibilidad o transitabilidad dificultosa tanto para la plantación como para la futura extracción de madera.

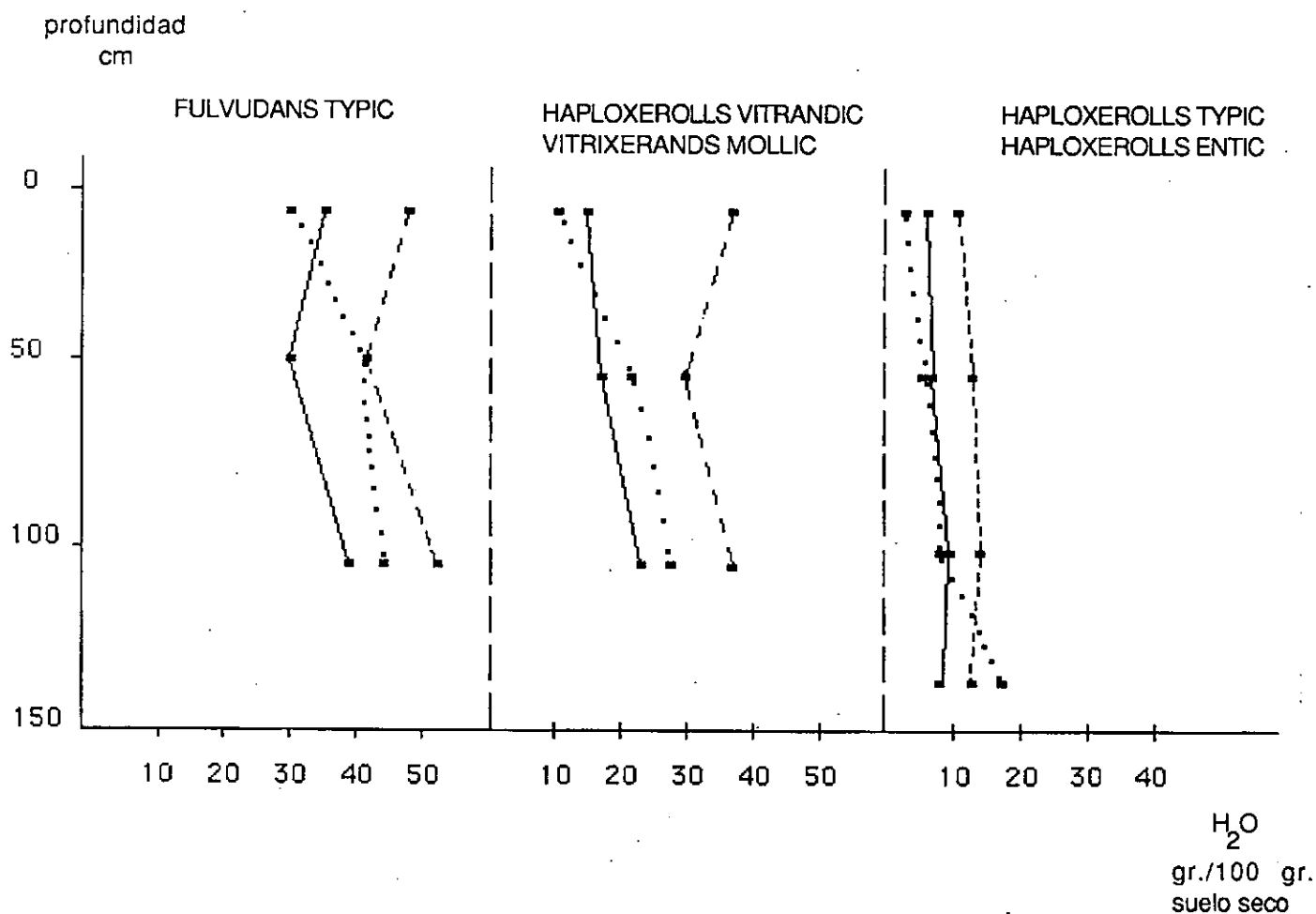
1) Oferta de humedad

El desarrollo de la plantación forestal está en relación directa con el porcentaje de humedad que se registra a fin de la estación seca en el perfil del suelo. A menor humedad a fines de verano, mayor seguridad de "stress hídrico".

Con lluvias concentradas en invierno, como es el caso que nos toca analizar, el agua almacenada en el perfil o agua de campo presente a fines de febrero/marzo, es un indicador relevante de la humedad utilizada en el período de la estación seca.

A título de ejemplo, se presenta para suelos representativos del área las variaciones del contenido de humedad en el perfil del suelo en la época considerada anteriormente y las retenciones de humedad de agua a 1/3 y 15 bar, es decir el agua a "capacidad de campo" y "punto de marchitez permanente", respectivamente.

- VARIACIONES DE LA HUMEDAD EDAFICA -



Referencias:

- retención de agua a 15 bar.
- retención de agua a 1/3 bar.
- agua de campo a fin de la estación seca.

Los factores correctivos teniendo en cuenta la oferta de humedad se adopta según los siguientes criterios:

- para las unidades cartográficas asociadas a más de 1200 mm. de precipitación anual se les asigna un factor correctivo igual a 1. (zona húmeda).
- para las unidades cartográficas comprendidas entre 800 - 1200 mm. de precipitación anual se les asigna un factor correctivo igual a 0.75. (zona subhúmeda).
- para las unidades cartográficas con menos de 800 mm. de precipitación anual se les asigna un valor igual a 0.50. (zona semiárida).
- De esta forma un suelo cuyo puntaje da por el método propuesto un valor de 55 e integra una unidad cartográfica que se encuentra en la zona subhúmeda, tendrá como puntaje final un valor de 41.

2) Accesibilidad

La accesibilidad es la llave del manejo. El planeamiento debe incluir el desarrollo y mantenimiento de rutas y sistemas de saca de madera, así como el mejor uso del equipamiento en función de las características fisiográficas y los suelos.

Las características externas que se utilizaron en este trabajo como factores correctivos para la accesibilidad y transitabilidad fueron: los pisos altitudinales y las pendiente.

Por encima de los 1300 msnm. la accesibilidad en el área en estudio se vuelve dificultosa, ya que no existen rellanos en las laderas por encima de la altitud mencionada. Estos "descansos" son de suma utilidad para la instalación de campamentos de operación de tareas.

Para las unidades cartográficas ubicadas por encima de los 1300 msnm., el factor correctivo asignado es de 0.8.

Para las unidades cartográficas ubicadas por debajo de los 1300 msnm., el factor correctivo es igual a 1.

Con respecto a las pendientes, aquellas unidades cartográficas que presentan laderas con pendientes muy empinadas tendrán un factor correctivo igual a 0.9.

EVALUACION DE LA TIERRA PARA LA RECOMENDACION DE ESPECIES (Una segunda aproximación para Pino Oregón: *Pseudotsuga mensiesii*).

Antecedentes

Existe en Estados Unidos numerosos estudios realizados para vincular las relaciones sitio-suelo para Pino Oregón.

Experiencias efectuadas en el oeste de Washington por Hill et al (1948), muestran una relación entre la calidad del sitio de esta especie y las unidades de mapeo de suelos utilizadas por el Servicio de Conservación de Suelos (Clases de aptitud de I a VIII). El índice de Sitio se correlaciona positivamente con la profundidad del suelo y la precipitación anual.

Estudios realizados en el Area de Pouget sound (Gessel and Lloyd, 1950), identifican como factores importantes a la profundidad a la capa limitante y la precipitación anual.

Carmean (1954) relaciona la productividad del Pino Oregón en el sudoeste de Washington a cinco factores. El índice de sitio incrementa con la profundidad del sustrato, con el producto de la humedad equivalente y el contenido de grava y con la precipitación anual. La disminución del sitio se produce con la altitud y con el contenido de grava en suelo.

Lemmon (1955) encuentra que la profundidad efectiva es el factor edáfico más importante que afecta el índice de sitio del Pino Oregón en el Valle de Willamette.

La profundidad efectiva fue tambien el factor más importante identificado por Steinbrenner (1963) en el oeste de Washington. Otros hallazgos fueron: correlación positiva con la profundidad del horizonte A y con el contenido de arcilla del horizonte B y una correlación negativa con el contenido de microporos del horizonte B y con la altitud.

Bajo condiciones muy variables, como es en la Cascada de Oregon, como ser: altitud de 240 a 1300 msnm.; pendiente de 0 a 80%; precipitación anual de 1680-3680 mm.; manto névico de poco a varios metros de espesor y con un amplio rango en el índice de sitio; Stephens (1965) concluye que: a pesar de la variabilidad de la fisiografía y de la productividad del Pino Oregón; la unidad taxonómica de suelos, a nivel de serie, provee una acertada predicción del índice de sitios de esos suelos.

En nuestro país, Mendía e Irrisarri (1986) encuentra que para suelos desarrollados bajo cenizas volcánicas en la zona del Bolsón, siendo los demás factores edáficos constantes, existe una relación óptima entre la pendiente y la productividad del Pino Oregón.

Para valores bajos de pendiente, los valores de productividad relativa tambien son bajos, incrementándose ambos hasta un óptimo entre 7-15% de pendiente, para disminuir aceleradamente con pendientes cada vez mayores.

Recientemente Colmet Daage (1989), presenta una memoria descriptiva con sugerencias de especies susceptibles de adaptarse en la zona de San Martín de los Andes, al mismo tiempo que una carta de zonificación forestal potencial y recomendación de especies para el área ya mencionada.

Entre otras especies mencionadas, se destaca las excelentes posibilidades del Pino Oregón en esta zona y se acompaña datos de rendimiento obtenidos, orígenes recomendados, descripción de las características del paisaje, del clima y las propiedades relevantes de los suelos asociadas con la productividad (profundidad, retención de humedad, exposición, etc.).

En base a la lectura y análisis de este material, la información reciente de Broquen et al. (1991) sobre datos de rendimiento de esta especie y la experiencia acumulada en trabajos similares en otras áreas aledañas, se intenta la elaboración de una tabla de valoración para recomendación de orígenes para Pino Oregón, de manera de orientar más precisamente a los planificadores, donde ubicar las plantaciones para que expresen de la mejor forma su potencial de rendimiento.

Así se obtienen categorías de rendimiento que van de: más de 35 m³/ha/año hasta 20 m³/ha/año. Al mismo tiempo, se indica las zonas del U.S. Forest Service recomendadas para la introducción de esta especie.

En la tabla nº 3 se presenta la clasificación tentativa para recomendación de orígenes en Pino Oregón.

TABLA Nº 3
CLASIFICACION TENTATIVA PARA RECOMENDACION DE
ORIGENES EN PINO OREGON

Precipitación (mm)	> 1200	> 1200	> 1200	1200-800
Altitud (msnm)	800-1000	800-1300	> 1300	1300-1800
Influencia del lago	cerca	lejos	lejos	lejos
Exposición	cualq.	cualq.	cualq.	cualq.
Ubicación en ladera	cualq.	cualq.	part. baja.	part. baja
Clase drenaje	Bd	Bd	Bd	Bd
Prof. efectiva (cm)	> 100	> 100	> 100	< 100
Retenc. humedad (%)	> 40	> 40	> 40	> 25
Humedad est. seca (%)	20-10	20-10	20-10	< 10
Densidad ap. (gr./cm ³)	0,5-0,9	0,5-0,9	0,5-0,9	0,8-1,0
Fosfato ret. (%)	> 80	> 80	60-70	60-70
Base de cambio meq/100 gr.	3-6	3-6	3-6	8-15
Rendimiento (m ³ /ha/año)	35-40	30-35	25-30	20-30
Orígenes recomend. (zonas del U.S Forest Service)	072 081 082	202 221 222	451 452	321

EVALUACION DE LA TIERRA PARA EL PASTOREO

La técnica de amallinamiento o praderización artificial, consiste en el riego continuo de áreas generalmente sin sistematizar, de faldeos suaves y pequeñas depresiones en el área de cordillera. Esta práctica muy difundida en la cordillera neuquina permite elevar la producción de forraje para el ganado, transformando la vegetación de estepa en pradera herbácea.

Metodología

La evaluación del potencial de amallinamiento apuntará a determinar con el mejor nivel de aproximación posible los siguientes aspectos:

- a) Eliminación de la disponibilidad de aguas superficiales en el período de crecimiento de la vegetación.
- b) Estimación de disponibilidad de tierras aptas para amallinamiento. En esta aspecto se conjugarán sus aptitudes físicas con el dominio para riego del curso del agua más próximo.
- c) Relevamiento de los usos actuales de los cursos de agua y análisis de la optimización de los insumos técnicos y materiales a utilizar.
- d) Cálculo de la dotación necesaria para producir de la pradera artificial y estimación del potencial de amallinamiento de cada subcuenca.

De acuerdo a los tres aspectos en estudio se realizarán mediciones, relevamientos "in situ" y recopilación de información hidrometeorológica de acuerdo al siguiente detalle:

- a) Estimación de la disponibilidad de aguas superficiales.
 - El área de estudio se dividirá en subcuencas tomando aquellos curso permanentes que son afluentes de los ríos más importantes (Neuquén, Nahueve, Curi -Leuvú).
 - Se efectuará una caracterización hidroclimática estableciendo isoyetas anuales, área potencial de acumulación nival, período de crecimiento vegetativo (duración, fechas de inicio y finalización), hidrogramas medios y distribución de lluvias, medias, mensuales. Para ello se utilizará información producida por organismos provinciales (Rec. Hidrológicos, EPCN) y Nacionales (Hidronor S. A., Agua y Energía Eléctrica, SE).
 - Se efectuarán aforos en el período de estiaje en aquellos curso permanentes con la técnica de flotadores o molinete en caso de que la profundidad sea superior a los 0,50 m., utilizando las metodologías tradicionales. (GUIDE TO HYDROLOGICAL PRACTICES VOL. 1, WMO. Nº 168).

b) Estimación de tierras aptas para amallinamiento

- Se determinarán a través de fotografías aéreas e imágenes satelitales las áreas actualmente ocupadas por mallines susceptibles de ser ampliadas dentro de las subcuencas en estudio. Estas áreas serán demarcadas y planimetradas.
- Se realizarán visitas "in situ" de las áreas identificadas obteniéndose muestras de suelo y verificándose las distancias y dominio de los cursos de agua que puedan alimentar las áreas a "amallinar".

c) Relevamiento de usos actuales del agua

- Se relevará "in situ" los distintos usuarios del agua en cada una de las subcuencas estudiadas.
- Se determinará a través de los aforos las dotaciones actualmente utilizadas para los distintos usos.

d) Cálculo de la Dotación para amallinamiento

- Cálculo del Balance hídrico para las tierras potencialmente regables de acuerdo a la metodología tradicional (Thornwaite) aplicada a cuencas nivales (Snow Hydrology, US. ARMY CORPS of Engineers, North Pacific Division).

Presentación de resultados

Los resultados se presentarán en forma de tablas y mapas por cada subcuenca estudiada. Estableciéndose superficie actual de mallines naturales y artificiales y ubicación y dimensión del área potencial de amallinamiento. Se efectuarán recomendaciones en cuanto a técnicas a utilizar y a mecanismos para optimizar el uso del agua.

BIBLIOGRAFIA

- BONFILS, P. 1978. Le classement des sols en vue de la reforestation en zone Méditerranée. R.F.F. (4) 271-282.
- BROQUEN, P. ; GIRARDIN, J. y FRUGONI, M. 1991. Influencia de los factores ecológicos sobre el crecimiento del *Pinus ponderosa* y del *Pseudotsuga menziesii*. XIII Congreso Argentino de las Ciencias del Suelo. San Carlos de Bariloche, Río Negro. Argentina.
- CARMEAN, W. H. 1954. Site quality for Douglas-Fir in Southwestern Washington and its relation to precipitation, elevation, and physical soil properties. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 18 (3):330-334.
- COLMET DAAGE, F. 1989. Notice detaille concernant la legende des cartes de zonification Pontielle des forest et des especes recommandables. Transect de San Martín de los Andes. 14 p. Convenio INTA-ORSTOM. Bariloche.

- GESSEL, S.; and LLOYD, W. 1950. Effect of some physical soil properties on Douglas-fir site quality. J. For. 48 (6): 405-410.
- "GUIDE TO HYDROLOGICAL PRACTICES", Vol. I, DATA ACQUISITION AND PROCESSING, WMO N° 168, SUIZA, 1981.
- HILL, W.; ARNST, A. y BOND R. 1948. Method of correlating soils with Douglas-fir site quality. J. for. 46 (11): 835-841.
- LEMMON, P. 1955. Factors affecting productivity of some lands in the Willamette Basin of Oregon for Douglas-fir timber. J. For 53 (5): 323-330.
- MENDIA, J. e IRISARRI, J. 1986. Relevamiento de suelos con aptitud forestal en la región occidental de la provincia de Río Negro. Consejo Federal de Inversiones.
- MENDIA, J. e IRISARRI, J. 1991. Reconocimiento de Suelos y Evaluación de la Aptitud Forestal de la región Precordillerana de la provincia de Río Negro. Consejo Federal de Inversiones.
- "METODOS DE CALCULO DEL BALANCE HIDRICO". Guía Internacional de Investigación y Métodos, Instituto de Hidrología de España, UNESCO, 1981.
- "SNOW HYDROLOGY" Summary Report of the snow investigations, North Pacific. Division CORPS of Engineers, U.S. ARMY.
- STEINBRENNER, E. 1965. The influence of individual soil and physiographic factors on the site index of Douglas-fir in western Washington. p. 261-277. Forest-Soil Relationships in North America. Youngberg (ed). Oregon State Univ. Press.
- STEPHENS, F. 1965. Relation of Douglas-fir productivity to some zonal soils in the Northwestern Cascades in Oregon. p. 245-260. Forest-Soil Relationships in North America. Youngberg (ed). Oregon State Univ. Press.