

Relaciones suelo-paisaje en la evaluación de la potencialidad forestal de la región central andino-patagónica, Argentina*

Soil landscape relationship in the evaluation for the forestry potentiality in the central andino-patagónica region, Argentina

JORGE IRISARRI, JUAN MENDIA

Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ciencias Agrarias,
C.C. 85-(8303) Cinco Saltos, Río Negro, Argentina.

SUMMARY

The western region of the Argentinian Patagonia lies between parallels 36 and 46 and is characterised by a Mediterranean climate with a decreasing rainfall gradient of 100 mm/km in a west-east direction starting from an annual rainfall of 3.5 to 4 m in the Argentina-Chile border.

The area is mountainous with absolute height variations between 800 and 1000 m covered with a thick basic holocenic Piroclastic layer.

The marked variation in the climate gives way to rapid changes in the magnitude of the pedogenetic processes, on the volcanic ash. The magnitude of the andosolization process gives way to different soil characteristic with significant impact on the vegetation that is linked to how the water retention is taken advantage of at the end of the dry season.

The hydric balance (latitude/altitude/exposure and gradient) linked to the landscape characteristics, become important when the soil maps are drawn and their interpretation is done in order to evaluate forest productivity.

In conclusion, at the time of defining forest potential, the selection of adequate soil characteristic (Soil Landscape relationship) becomes an important aspect.

Key words: soils, land evaluation, forestry, potential, andean-patagonean region.

RESUMEN

La región occidental patagónica en Argentina, entre los paralelos 36° S y 46° S, se caracteriza por un clima mediterráneo, con un gradiente de disminución de lluvias de 100 mm por kilómetro, en dirección oeste-este y comenzando con valores de precipitación anual del orden de 3.5 a 4.0 m, en el límite entre Argentina y Chile.

El relieve es montañoso, con diferencias absolutas de 800 a 1.000 m, y está cubierto por un manto espeso de piroclastitas holocénicas de carácter básico.

La marcada variación climática da origen a cambios pronunciados en los procesos pedogenéticos que actúan sobre el material volcánico. La magnitud del proceso de andosolización imprime características diferenciales a los suelos y resulta significativa por su efecto en la vegetación, y especialmente aquellas ligadas a la retención hídrica y su oportunidad de aprovechamiento al fin de la estación seca.

Las características del paisaje ligadas al balance hídrico (latitud, altitud, exposición y pendiente) cobran relevancia al momento de confeccionar mapas de suelos y en su interpretación con fines de evaluar la productividad forestal. A modo de conclusión se destaca que la selección del suelo con características adecuadas de la tierra (relación suelo-paisaje) toma relevancia al momento de definir sus potencialidades para el uso forestal.

Palabras claves: suelos, evaluación de tierras, potencialidad forestal, región andino-patagónica.

* Trabajo presentado al Simposio IUFRO para Cono Sur Sudamericana "Manejo Nutritivo de Plantaciones Forestales", 25-30 abril, 1995, Valdivia, Chile.

INTRODUCCION

La Cordillera de los Andes constituye una verdadera barrera orográfica entre el Pacífico y el Atlántico, al provocar una elevada pluviometría a barlovento y una disminución rápida de las lluvias a sotavento. El efecto a sotavento no es lineal sino que está condicionado por la topografía local. Las elevaciones en promedio de esta cordillera, entre los paralelos 35 y 47, alcanzan alturas de 2.000 a 3.000 metros sobre el nivel del mar.

En la Patagonia occidental de Argentina podemos diferenciar dentro de esta amplia faja dos zonas: una primera ubicada al norte entre los paralelos 35° S y 40° S, donde constituye una barrera continua, y otra al sur, donde dicho obstáculo se encuentra interrumpido por aberturas, valles de dimensiones variables.

La primera zona muestra una disminución paulatina de las precipitaciones hacia el norte, mientras que la caída pluviométrica en la segunda es más irregular y asociada a variaciones locales de altitud.

La existencia de esta barrera climática tuvo y tiene consecuencias directas en la distribución de los materiales originarios de suelos. La influencia más marcada es sobre el material moderno originario de suelos: las cenizas volcánicas holocénicas.

Dentro de la zona norte, entre los paralelos 35° S y 40° S disminuye el manto de cenizas en el mismo sentido de las lluvias (Ferrer *et al.* 1991), alcanzando espesores superiores a los 2 y 3 m con un ancho variable de 25 a 40 km a la altura de los paralelos 39° S y 40° S y mostrando profundidades menores a 1 m en una faja de 10 a 15 km, entre los paralelos 35° S y 36° S. Estos espesores se consideran en promedio, existiendo variaciones locales.

En tanto al sur del paralelo 40° S los espesores de cenizas resultan mucho más variables, desde 2 a 3 m a inexistentes, siendo en estos casos los materiales originarios de los suelos frecuentemente de origen glacial (till, varves, glacifluviales) (Mendía e Irisarri 1986, Colmet-Daage *et al.* 1991, Irisarri y Mendía 1991).

Las variaciones de las propiedades físicas, de humedad y mineralógicas (arcillas), que a su vez se relacionan entre sí, condicionan la vegetación y el potencial forestal de la zona abarcada en el presente trabajo.

El déficit de agua es progresivamente más severo hacia el este por disminución de las precipi-

taciones, y por elevación de la evapotranspiración, causado por un aumento de la temperatura y cielos más diáfanos con mayor radiación.

Las decisiones acerca del uso de la tierra más conveniente son una preocupación constante para los organismos de planificación. Una de las preguntas a contestar es qué 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 puede llevar a un cambio en el uso de la tierra hacia la forestación. A estas decisiones no excluyentes (por ejemplo los sistemas silvopastoriles) se le debe agregar el uso de la tierra para la protección del suelo y el agua, lo que exige una evaluación de la tierra para la forestación.

El objetivo del presente trabajo consiste en una contribución al conocimiento de las relaciones suelo-paisaje y sus vinculaciones con la potencialidad forestal comercial, de manera de minimizar los fracasos en la toma de decisiones para la elección de las tierras a forestar.

MATERIAL Y METODOS

Para el análisis los suelos se agruparon, teniendo en cuenta la depositación de las cenizas, en mantos continuos y depósitos de espesores variables.

Los perfiles y cortes topográficos (figuras 1, 2 y 3) fueron seleccionados de trabajos cartográficos realizados por los autores (Ferrer *et al.* 1991, Hidronor 1989, Irisarri y Mendía 1991, Irisarri *et al.* 1995, Mendía e Irisarri 1986, Mendía y Roca 1993).

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 (andosoles) y con énfasis en pino ponderosa para la elección del cultivo. Dicha metodología fue utilizada por los autores para la zona cordillerana y precordillerana en las provincias de Chubut, Río Negro y Neuquén (1986, 1991, 1993, 1995).

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 fueron:

- 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 Ca más Mg de intercambio.

Entre los segundos, se tomaron en cuenta: daños fisiográficos (grado de disección del paisaje, o número de cárcavas, deslizamientos), pendiente y riesgo de erosión.

El sistema de clasificación utilizado es inductivo, paramétrico y aditivo.

Es inductivo, pues se basa en relaciones hipotéticas entre beneficios y criterios diagnósticos¹. 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 (tales como podas y raleos).

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

Es aditiva, pues dichos números son sumados para dar un puntaje final, que servirá para evaluar la "clase de aptitud" de la tierra para la forestación.

RESULTADOS Y DISCUSION

RELACIONES SUELO-PAISAJE

Suelos asociados a un depósito más o menos continuo de cenizas volcánicas. Las variaciones locales en este caso están más ligadas a la característica de las erupciones de los volcanes, cuanto más violentas arrojan pumicitas y cuando prevalece la calma, cenizas finas.

Donde el clima es suficientemente húmedo (údic) las cenizas se vuelven más coherentes y menos susceptibles a los transportes eólicos, siendo en este caso capaz de sostener una vegetación boscosa, lo que a su vez garantiza que no sean erosionadas.

Con una ganancia de materia orgánica en estos suelos, los depósitos de cenizas se vuelven más estables, permeables y aireados, la alteración de

los minerales es rápida, apareciendo los alofanos que elevan su capacidad de retención de agua.

En los suelos sometidos a un ligero desecamiento, más al este que los anteriores, hay una tendencia a organizarse por parte de las sustancias amorfas y aparecen minerales de arcilla tipo imogolita. Estos suelos retienen menos agua que los alofánicos pero más que aquellos con minerales secundarios de naturaleza cristalina. Las estructuras son muy estables, la densidad aparente es baja, permitiendo acumular agua de invierno para paliar la sequía en verano. Estas propiedades favorecen la proliferación de las raíces, condiciones favorables para un desarrollo sin déficit hídrico de los árboles (Hidronor 1989).

Suelos sobre depósito variable de cenizas volcánicas. Los vientos han sido los responsables del arrastre y depósito de las cenizas volcánicas y son los que constituyen la causa principal del retransporte de estos materiales de un sitio a otro, removiendo y seleccionando las partículas.

En las regiones más secas como para que se desarrolle el bosque o en los amplios valles que comunican la vertiente Atlántica con el Pacífico, así como sobre las vastas planicies, existe una nueva distribución de los mantos de cenizas asociadas a las remociones y depositaciones en función de la topografía local.

En las posiciones topográficas enfrentadas a la dirección de los vientos las cenizas son acarreadas y depositadas sobre las laderas protegidas, dando acumulaciones importantes de algunos metros de espesor, sucediendo lo mismo sobre las pendientes cóncavas y suaves.

La existencia de cordones montañosos paralelos a la cordillera principal origina un clima más lluvioso que facilita la acumulación de cenizas, generando una vegetación boscosa que tiende a fijar aún más la ceniza acumulada.

Estas variaciones hacen que también los suelos y el potencial forestal cambien en función de las características de los depósitos de materiales piroclásticos.

Así por ejemplo, las laderas largas expuestas a los vientos son apenas recubiertas por arenas gruesas o emergen los afloramientos rocosos, mientras que las laderas a sotavento son recubiertas por potentes mantos de cenizas finas (menores de 0,25 mm de diámetro) de mayor potencial forestal. En zonas donde el relieve resulta más quebrado el viento tiene poca distancia para recorrer y la selección de partículas resulta menos marcada.

¹ 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.

Algunas laderas de exposición este han sido colonizadas por bosques naturales resaltando aún más la espectacularidad de los cambios de suelos con la exposición. En estas condiciones se observa frecuentemente en los horizontes subsuperficiales una menor retención de humedad medida en pF, que en los horizontes superficiales. Seguramente la pedogenesis no ha causado un cambio importante de los minerales primarios y los horizontes superficiales retienen más humedad por el efecto de la materia orgánica (Hidronor 1989).

O habría que pensar que estamos en presencia de un depósito más antiguo, sometido a mayores desecamientos cuando era poco profundo. La consecuencia hoy es una disminución de su potencial forestal para estas situaciones.

En otros casos estas pendientes de sotavento no han sido aún colonizadas por el bosque, están cubiertas de vegetación de estepa. Los horizontes superiores de los suelos se desecan durante la estación estival y las mejores retenciones de humedad aparecen en los horizontes subsuperficiales, donde las plantas herbáceas no la pueden utilizar. La acertada intervención del hombre forestando con especies adecuadas allí permite buenos rendimientos.

Las condiciones de formación de las sustancias amorfas (alofan, imogolita) en los suelos derivados de cenizas volcánicas implican un medio aireado, bien drenado y con humedad permanente por encima de pF 4,2.

Cuando algunas de las condiciones enunciadas precedentemente no se cumplen, por ejemplo en los casos en que los perfiles se desecan en verano, aparecen arcillas cristalinas como la haloisita (suelos con régimen xérico). También se ha identificado la imogolita en estos suelos, mezclada con la haloisita (Colmet-Daage *et al.* 1991).

Las arcillas haloisíticas en fase aún "joven", junto a montmorillonita, denominadas "embriónicas", sumadas a los interstratificados regulares e irregulares, presentan una mayor capacidad de retención de agua que los mismos especímenes en suelos de mayor antigüedad, aunque menor a las especies de arcilla amorfa².

Las fotografías aéreas, en escala adecuada, reflejan muy bien estos cambios, permitiendo una buena interpretación cuando se tienen en cuenta la dirección de los vientos, elevaciones, exposición y grado de la pendiente.

Las figuras 1, 2 y 3 reflejan las variaciones altitudinales de las bioclimo-secuencias de suelos en distintas latitudes y a distancias horizontales que en algunos sectores son realmente muy cortas, por ejemplo, donde existen cadenas montañosas paralelas a la cordillera central (Pitriquitrón en El Bolsón, Cerro León en Aluminé). La selección de especies y rendimientos forestales está fuertemente vinculada por la variación aquí expuesta, como se comprueba a continuación en las tablas de evaluación de la tierra para la forestación.

LA OFERTA AMBIENTAL Y LA PRODUCTIVIDAD FORESTAL

El cuadro 1 presenta la tabla de conversión que sintetiza en términos cuantitativos las relaciones suelo-paisaje y sirve para determinar el puntaje de cada suelo integrante de la unidad cartográfica respectiva.

El cuadro 2 permite, a través del puntaje definido para cada suelo integrante de la unidad cartográfica, determinar la clase de aptitud de la tierra para la forestación. Presenta cinco clases con algún grado de adaptabilidad y una clase no apta.

Por último, en el cuadro 3 se presenta la relación entre las clases de aptitud y el rendimiento corriente expresado en m³/ha/año.

CONCLUSIONES

La distribución del material parental de los suelos derivados de cenizas volcánicas juega un rol fundamental en la búsqueda de las características diagnósticas para la selección de las mejores tierras para la forestación.

La presencia de los mantos de cenizas continuas, su espesor y el grado de selección del tamaño de las partículas sirven como punto de partida para orientar la dirección de los métodos de evaluación de las tierras en estos ambientes geográficos.

La mineralogía de las arcillas cobra una singular importancia en cuanto a su vinculación con la economía del agua al fin de la estación seca, de vital importancia en regímenes de lluvia mediterránea, como los aquí considerados, donde tanto el éxito de la plantación como de la productividad final dependen fundamentalmente de esta cualidad de la tierra.

² Comunicación personal, Colmet-Daage.

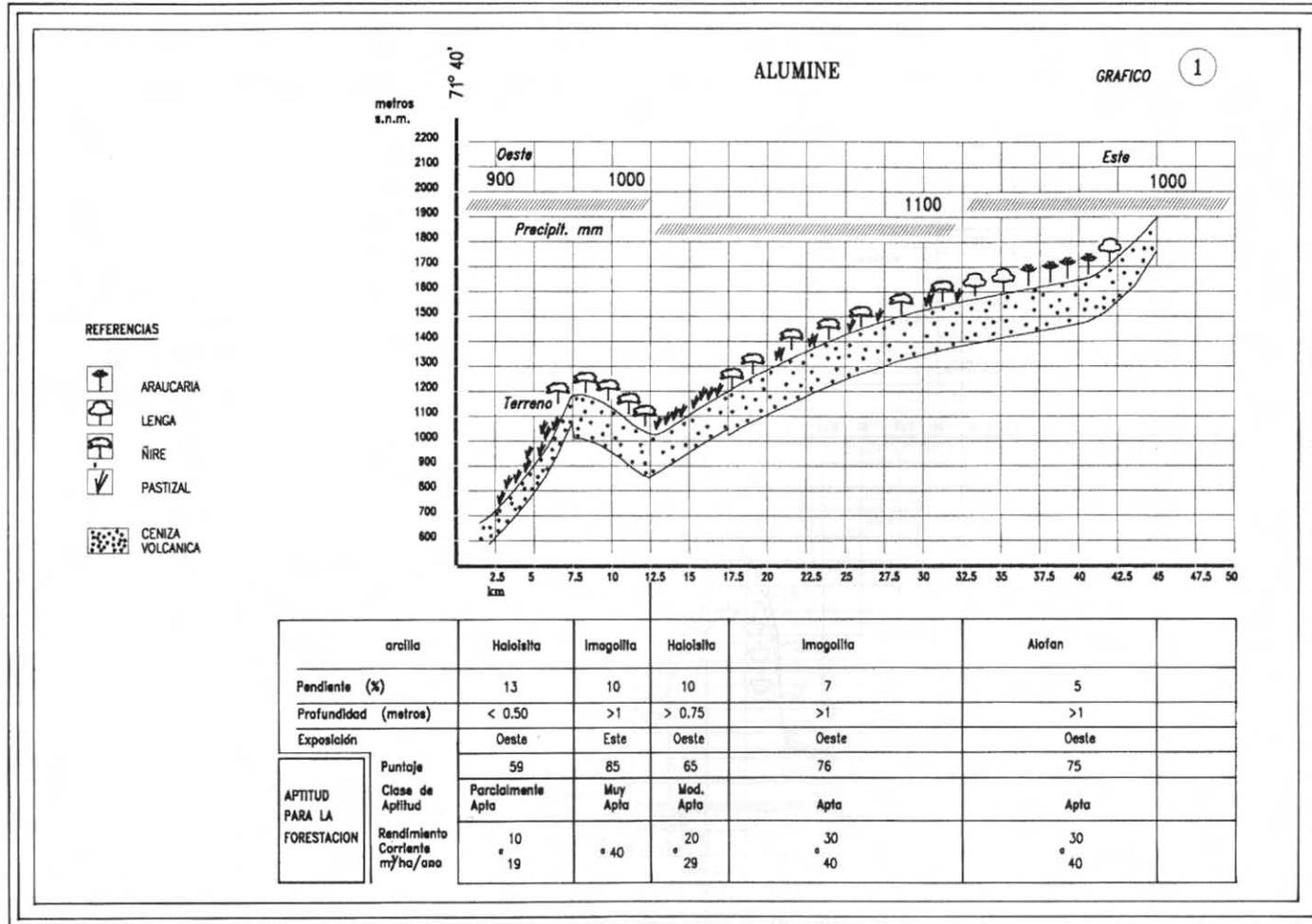
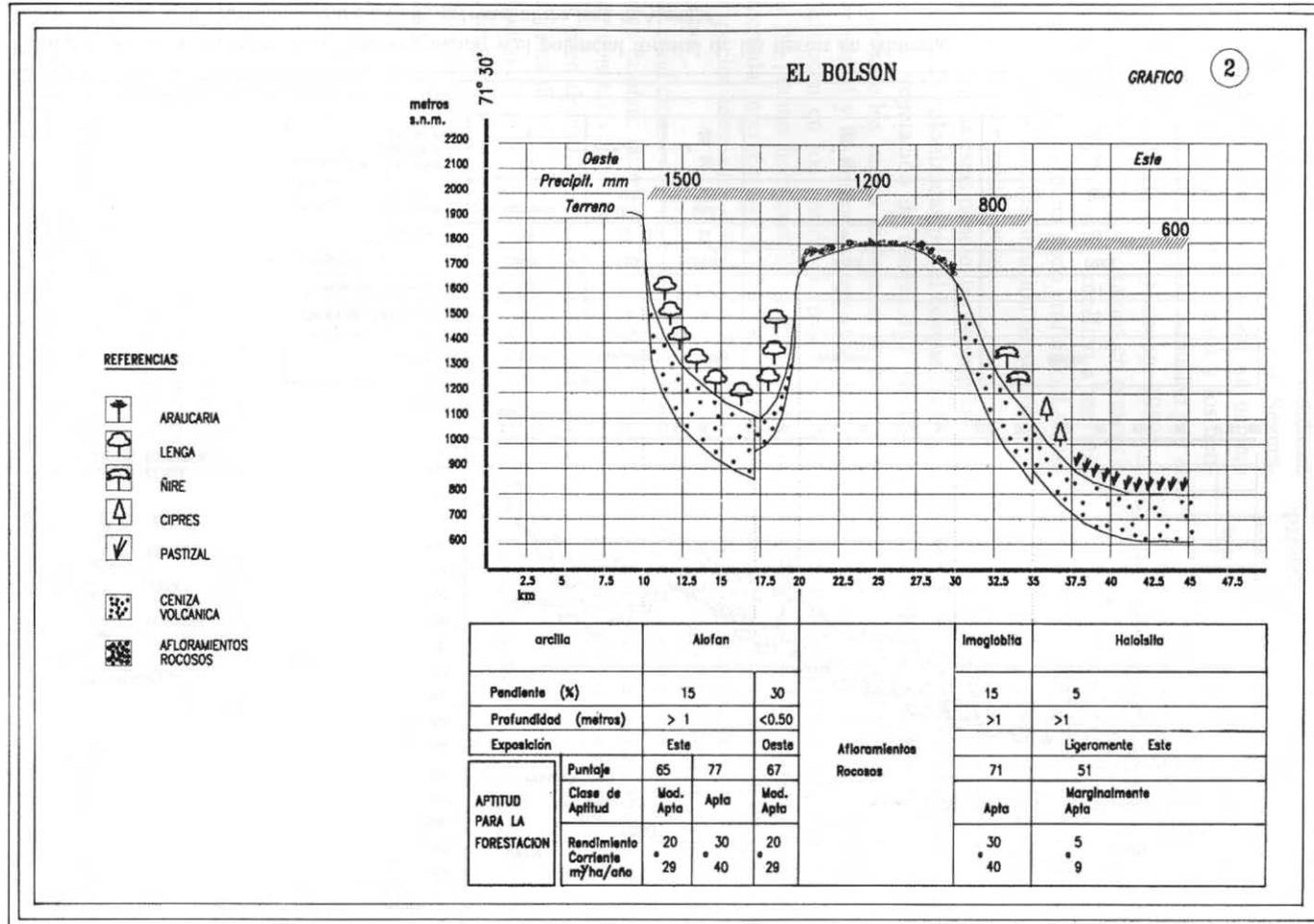


Figura 1. Relación entre los suelos, la vegetación y el potencial forestal de las tierras en Aluminé.

Relation between soil, vegetation and the forestry potential of the land in Aluminé.



CUADRO 1

Tabla de conversión para la clasificación de aptitud de la tierra con fines forestales.
Conversion table for aptitude classification of the soil for forestry purposes.

Puntaje	Valores favorables						Valores desfavorables			Valores limitantes		Valores eliminatorios
Característica	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
Pendiente media %	10-25	5-10	< 5		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 alteración de la roca	roca a + de 60 cm						Presencia de roca entre 20 y 60 cm				Presencia de roca dura aflorante	
							Muy fisurada o alterada	Medianamente fisurada o alterada		Poco fisurada o alterada		Roca dura
Textura	Todas las texturas medias						Texturas extremas					
							Muy limosas	Muy arenosa	Muy arcillosa			
Fragmentos gruesos (%)	< 10% de grava						10-20	Grava 20-30	30-60	Guijarro 60-80	Bloque > 80	Bloques y rocas dominantes
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 estación seca	> 20						20-10			10-5		< 5
Exposición	Este			Sud-sudeste			Cualquier otra					
Riesgo de erosión	Bajo						Medio			Alto		Muy alto
Suma de bases meq./100 g	> 12						12-8		8-4		< 4	

* Adaptado de P. Bontils (1978) y modificado por Mendia, J. (1993).

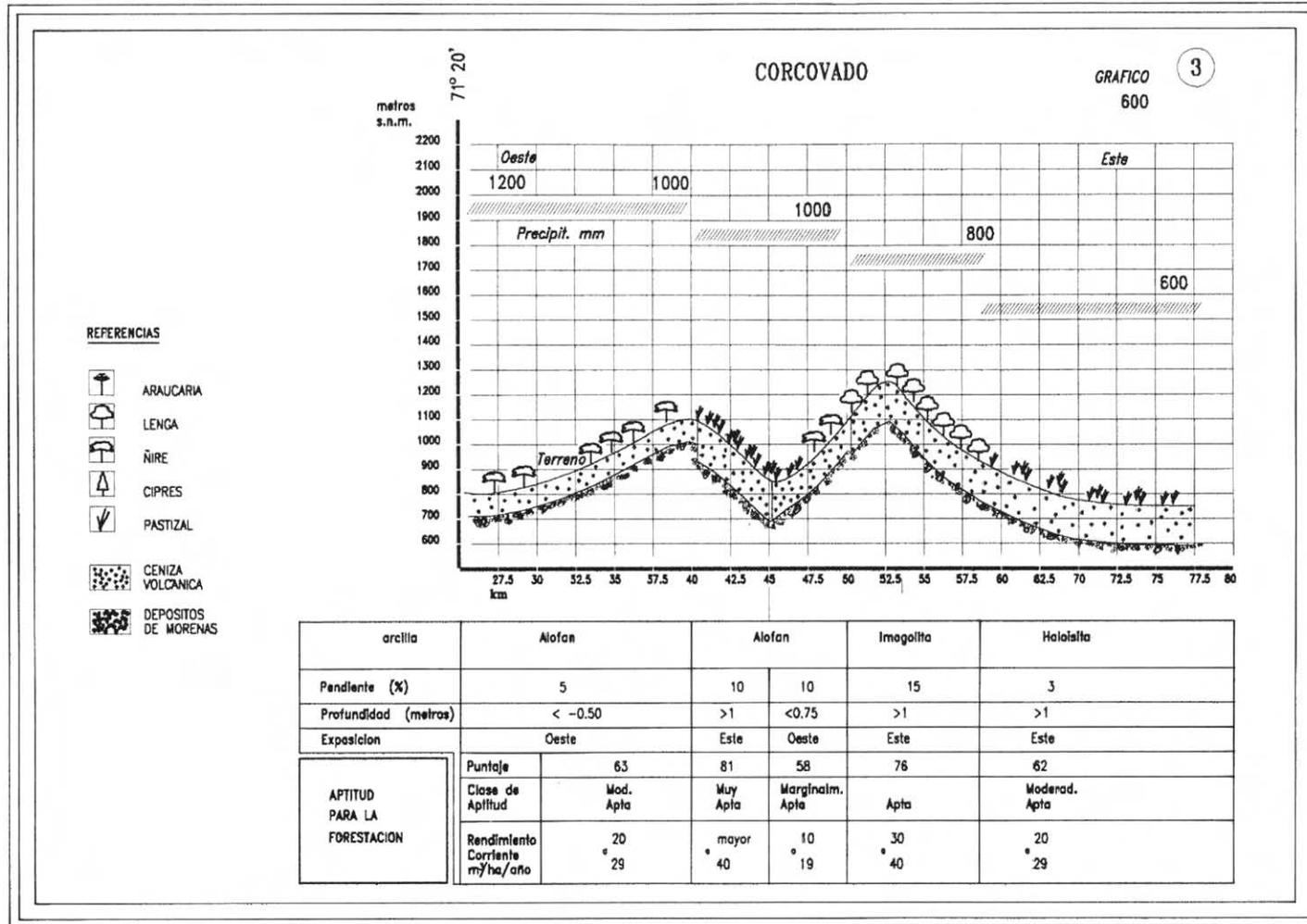


Figura 3. Relación entre los suelos, la vegetación, y el potencial forestal de las tierras en Corcovado

Relation between soil, vegetation and the forestry potential of the land in Corcovado.

CUADRO 2

Clase de aptitud de la tierra para la forestación.
Type of aptitude of the soil for forestry.

Clase de aptitud	Limitaciones	Puntaje	Manejo	
			Nivel	Tipo
Muy apta	Sin limitaciones o ligeras debido a propiedades químicas desfavorables.	> 80	Variable	Trabajos relacionados a la plantación y labores culturales
Apta	Algunas limitaciones por alta retención de humedad, alta retención de fosfato.	79-70	Bajo	En ciertos casos fertilización.
Moderadamente apta	Limitaciones por: escasa profundidad efectiva, alta pedregosidad, drenaje interno impedido.	69-60	Medio	Saneario para mejorar el drenaje interno
Parcialmente apta	Limitaciones por: riesgo de erosión, baja reserva de humedad, daños fisiográficos: deslizamientos de tierra, en diversas formas y grandes disecciones acentuadas del paisaje.	59-55	Elevado a muy elevado	Bosque de producción con medidas antierosivas
Marginalmente apta	Limitaciones por: fuertes pendientes, escasa profundidad efectiva, baja reserva de humedad.	54-50	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.	< 50		Bosque natural para protección o con vegetación natural sin pastoreo.

CUADRO 3

Clases de aptitud y rendimiento.
Aptitude type and average incremental yield

Clase de aptitud	m ³ /ha/año
Muy apta	> 40
Apta	40-30
Moderadamente apta	29-20
Parcialmente apta	19-10
Marginalmente apta	9-5
No apta	< 5

El relieve local contribuye al balance hídrico ya que a los atributos de la tierra enunciados anteriormente (espesor del material parental, tipo de arcilla) se le suman aquellos vinculados a las cualidades externas de la tierra: exposición y pendiente.

Por último, la selección de aquellas características y/o cualidades de la tierra citadas precedentemente han sido ordenadas en "clases de aptitud" y vinculadas con la producción forestal, de manera de contar rápidamente con una metodología de trabajo accesible al momento de decidir la ubicación de la plantación forestal.

BIBLIOGRAFIA

- BONFILS, P. 1978. "Le classement des sols en vue de la reforestacion en zone méditerranéen", *Revue Forestière Française*, XXX-4: 271-282.
- COLMET-DAAGE, F., J. IRISARRI, M. LANCIOTTI. 1991. Los suelos ácidos con Al activo y montmorillonita, illita, vermiculita e interstratificados de Tierra del Fuego, Argentina y Chile, 184 pp. INTA-ORSTOM. Publicación de la Universidad Nacional de Comahue.
- FERRER, J., J. IRISARRI, J. MENDIA. 1991. Estudio regional de suelos Provincia de Neuquén. 6 tomos. COPADE Consejo Federal de Inversiones.
- HIDRONOR. 1989. Degradación de las tierras de la Cuenca Aluminé Collon Cura. Provincia de Neuquén. 102 pp. y 10 mapas.

- IRISARRI, J., J. MENDIA. 1991. Reconocimiento de suelos y evaluación de la aptitud forestal de la región precordillerana de la Pcia. de Río Negro. Consejo Federal de Inversiones, 61 pp.
- IRISARRI, J., J. MENDIA, C. ROCA, C. BUDUBA, F. VALENZUELA, F. EPELE. 1995. Zonificación de la aptitud forestal de los suelos de la Precordillera de Chubut. (Hojas El Maitén, Cholila, Esquel, Trevelin y Corcovado. Cartografía bajo soporte magnético y en sistema de información geográfico). Dirección de Bosques de la Provincia de Chubut.
- MENDIA, J., J. IRISARRI. 1986. Relevamiento de suelos con aptitud forestal en la Región occidental de la Provincia de Río Negro. Consejo Federal de Inversiones.
- MENDIA, J., J. ROCA. 1993. Alternativas de uso de la tierra para el aumento de la productividad silvopastoril en la provincia del Neuquén. Primera Parte, Cuenca del Río Neuquén. Consejo Federal de Inversiones.