

PRESENCIA DE SUELOS RICOS EN ALUMINIO EN LA ZONA SUR DE CHILE (BIO - BIO, LLANQUIHUE)

ARTURO HAUSER YUNG, *Instituto de Investigaciones Geológicas*

GENERALIDADES

El objetivo del presente informe es el de proporcionar algunos antecedentes sobre la existencia de suelos ricos en aluminio en la zona sur de nuestro país. La sola enunciación del tema resulta un enfoque algo inusual en Chile, atendiendo al hecho que se desconoce la existencia de fuentes que permitan la extracción comercial de Al.

La tentación de dar a conocer estos antecedentes se basa en la intención de estimular la búsqueda de testimonios confirmatorios a los planteamientos que este informe entrega, derivados de una materia cuyo desarrollo en nuestro país nunca ha alcanzado significación.

El aprovechamiento que en oportunidades se ha dado en algunos países a ciertos tipos de suelos como materia prima para la explotación de aluminio, en razón de un brusco aumento en la demanda de este elemento, (debido a conflictos bélicos, por ejemplo), ha llevado a preparar un breve informe a objeto de establecer la aplicabilidad del sistema en Chile. Conocido es el hecho que nuestro país, por su condición geológica y climática, carece de yacimientos de aluminio económicamente explotables. Nuestra demanda se satisface a través de importaciones desde la región del Caribe, donde la extracción del aluminio a partir de la bauxita cobra singular importancia.

Durante la segunda Guerra Mundial, el Bureau of Mines y la War Production Board de USA fijaron, debido a la mayor demanda mundial de aluminio, nuevas normas y exigencias que tomaron económica la explotación de determinados materiales o depósitos arcillosos.

La presencia de cierto tipo de suelos denominados "Suelos Rojos Arcillosos" y "trumaos" en las provincias de Bío-Bío a Llanquihue, cuyos contenidos de aluminio exceden las especificaciones del War Production Board de USA, permitirían suponer su explotación como materia prima para la extracción del aluminio.

La amplia distribución areal alcanzada por los suelos en referencia, unido al carácter de los eventuales "yacimientos": homogeneidad química y granulométrica, potencia de los depósitos, naturaleza de la cobertura, accesibilidad, etc. contribuirían a tomar más atractivo su aprovechamiento.

La necesaria información geológica y tecnológica para la elaboración del presente estudio, se obtuvo principalmente de los informes preparados por A. Hauser (1973) y A. Hauser y M. Marti (1973); ellos reconocieron y caracterizaron una serie de materiales correspondientes tanto a suelos "rojos arcillosos" como a "trumaos" en las inmediaciones de Temuco. Se acompañan igualmente algunos resultados del trabajo denominado "Depósitos de Arcilla en las Provincias de Osorno y Llanquihue" efectuado por A. Dávila D. y F. Cech K. en 1973. El estudio se efectuó por encargo de INACESA (Empresa Nacional del Cemento S.A.), a objeto de reconocer y evaluar tecnológicamente el carácter de depó-

sitos arcillosos en dichas provincias, con miras a la instalación de una Planta elaboradora de cemento en las inmediaciones de Puerto Montt.

GEOLOGIA

Tal como se dijo, durante la 2da. Guerra Mundial el Bureau of Mines y la War Production Board de USA, a través de estudios geológicos y metalúrgicos, fijaron nuevas condiciones que un depósito arcilloso debería cumplir para hacerlo aprovechable como materia prima para la extracción de aluminio, estas condiciones son:

- a) La arcilla debería contener al menos un 20% de aluminio disponible.
- b) Menos de 5% de hierro disponible.
- c) Los bancos deberían tener, para los efectos de una explotación económica, al menos un espesor de 5 pies.
- d) La sobrecarga no debería ser mayor a 3 veces el espesor de depósito arcilloso.
- e) El yacimiento debería ubicarse en una zona que garantice un transporte económico y seguro. Adicionalmente, el sistema de exploración debería ser tal que permita extraer un gran número de toneladas al día: "Strip-mining", con el empleo de equipo convencional para movimiento de tierra como ser escarificadores, trilladoras, cargadores frontales, etc.

Nuestra actividad en la región Sur del país, en estudios de Mecánica de Suelos para fines viales, geomorfología aplicada a la edafología y prospección de arcilla para la elaboración de cemento, nos ha permitido reconocer la existencia de determinados tipos de suelos que en cierto modo cumplirían con las exigencias químicas, granulométricas y de explotación, como para ser consideradas materia prima para la extracción de aluminio de suelos (Bureau of Mines, USA).

Nos referimos a los llamados "suelos rojos arcillosos" y "trumaos" objeto de múltiples estudios de reconocimiento y detalles por parte de edafólogos en nuestro país.

La realización, en particular, de un trabajo de prospección de arcilla para la elaboración de cemento en la región de Temuco, A. Hauser y M. Marti, (1973), permitió reconocer bastante bien la naturaleza química y granulométrica de los "suelos rojos arcillosos" a la vez que determinar su distribución areal, espeso-

res, establecer sus relaciones con los materiales infra- y suprayacente, cubriciones probables, etc. El trabajo por consideraciones económicas y tecnológicas se centró principalmente en torno de la ciudad de Temuco. Adicionalmente se obtuvieron algunos antecedentes respecto a la presencia de suelos "tipo trumao" en la región correspondiente al flanco oriental del Valle Central (sectores de Caivico, Hichahue, Carilafquén, Coipué, etc).

En esencia, se trata de suelos residuales derivados de cenizas volcánicas que en la región sur del Valle Central, Bío - Bío a Cautín, especialmente, alcanzan una amplia distribución territorial. Aparecen enmantando una serie de unidades pre-existentes con espesores variables de 1 a 15 m.

a) rocas paleozoicas del tipo esquistos y micacitas, en el flanco oriental de la cordillera de Nahuelbuta,

b) rocas sedimentarias y volcánicas de edad Terciaria, particularmente en torno de las inmediaciones de la ciudad de Temuco.

c) depósitos glaciales y fluvio torrenciales del Cuaternario más antiguo.

Las mejores exposiciones de estos suelos se ubican en cortes en la carretera Panamericana en las inmediaciones de Temuco, así como en torno del viaducto del Malleco.

Corresponden a suelos evolucionados a partir de cenizas volcánicas; poseen textura finas y matices rojos a pardo rojizos. Desde el punto de vista genético, los llamados "suelos rojos arcillosos" se habrían formado bajo condiciones climáticas propicias a acciones intemperizantes muy rigurosas (clima cálido, precipitaciones intensas, etc.). En tal situación, su origen estaría en relación directa con un avanzado proceso de evolución a partir de suelos primarios pre-existentes de tipo volcánico (suelos del tipo "trumao").

Estudios pedogenéticos han demostrado que la formación de arcillas a partir de cenizas volcánicas, se desarrolla en dos etapas: en la primera de ellas se forma predominantemente alófono (silicato amorfo de aluminio), mientras en la segunda, por resiliación de éste, se llega a arcillas cristalinas del tipo caolinita y haloisita (silicatos laminares); de aquí que la mineralogía de la arcilla guarde estrecha interdependencia con la edad y grado de intemperización del material generador del suelo (ceniza volcánica).

La notable estabilidad química y granulométrica que presentan estos materiales a través de grandes extensiones territoriales en la zona sur, permite establecer que el material cinerítico primario habría provenido de un mismo campo eruptivo, en conexión con una intensa fase volcánica explosiva en la región andina. Cortes en la Carretera Panamericana, proporcionan

excelentes exposiciones de los "suelos rojos arcillosos", particularmente, en sectores donde el relieve está formado por estructuras acolinadas, con cerros de base circular y pendientes suaves, que rematan en alturas que sólo ocasionalmente sobrepasan los 400 m s.n.m. e integradas por rocas del tipo andesita porfírica y basalto (inmediaciones de Temuco).

Los suelos rojos arcillosos arealmente presentan perfiles muy homogéneos; sólo localmente pueden reconocerse en ellos algunos clastos heterogéneos, en forma de intercalaciones de horizontes tobáceos amarillentos, de 10 - 30 cm de espesor.

Un perfil típico en la zona de Metrenco permite identificar en superficie una cobertura vegetal de 10 - 40 cm; inmediatamente en profundidad el suelo adquiere un color pardo oscuro (3YR 2/2)*, el que luego varía a pardo rojizo oscuro (5YR 2/2); se presenta en general muy bien estructurado, homogéneo, alta resistencia seca, húmedo muy plástico.

Determinaciones de humedad "in situ" (con hmedímetro C.M.Gérat) efectuadas en el mes de Febrero de 1973, en muestras provenientes de calicatas y a una profundidad de 2 m, dieron valores de 28%. Conocido es el hecho que una amplia extensión del valle central entre Talca y Chiloé, desde la región precordillerana andina hasta la Cordillera de la Costa, aparece cubierta por una serie de depósitos volcánicos pulverulentos conocidos como "trumaos" (del mapuche "polvo amarillento"). Se trata de sedimentos de origen eólico en cuya composición predomina el polvo volcánico; en Japón, materiales de idéntico carácter y origen, reciben la denominación de "Kando"; en Nueva Zelanda "Brown Yellow Loams" y en las Islas Canarias "Polvillo". Se trata de suelos volcánicos del tipo intrazonal atendiendo a que en su condición pedogenética el carácter y naturaleza del material generador, juega un rol preponderante.

Situándonos cronológicamente, podríamos decir que los suelos del tipo "trumao" derivarían de cenizas volcánicas Recientes, mientras que los "suelos rojos arcillosos" de cenizas más antiguas, probablemente del Pleistoceno Superior.

Morfológicamente los depósitos de "trumao" exhiben perfiles profundos, con colores pardo rojizo y pardo rojizo oscuro, texturas arcillosas, en general bien estructurados; son químicamente ácidos y poseen densidades aparentes que fluctúan entre 1,2 y 1,5. Macroscópicamente y desde el punto de vista granulométrico, presentan poca variación; en los distintos sitios donde se les ubica sólo presentan modificaciones estructurales y de color, en razón de eventuales

(*) Tabla de colores Munscl.

cambios en la composición química de los materiales generadores. Con un aumento de altura en el relieve hacia el este, los suelos se tornan gradualmente más granulares, sueltos y porosos, desarrollando colores más fuertes.

ANÁLISIS DE LABORATORIO

A partir del informe de Hauser y Marti (1973), se obtienen algunos resultados de análisis químicos y

granulométricos efectuados sobre muestras de "arcillas rojas", provenientes de las inmediaciones de Temuco.

I Análisis granulométricos. Se efectuaron en el Lab. de Sedimentología del I.I.G. Se ocuparon las mallas N° 35 (0,500 mm), N° 60 (0,250 mm), N° 120 (0,125 mm) y N° 200 (0,074 mm) de la serie Tyler. En la tabla I se adjuntan los resultados de dichos análisis granulométricos.

Tabla I

Análisis Granulométricos

Suelos Rojos Arcillosos (Cautín)

N°	Tamiz Tyler	Abertura mm °/o	Muestra 1 °/o	Muestra 2 °/o	Muestra 3 °/o	Muestra 4 °/o	Muestra 5 °/o	Muestra 6 °/o
35		0,500	2,5	0,5	0,62	1,0	1,0	0,5
60		0,250	6,5	1,5	1,25	1,0	1,5	1,5
120		0,125	3,5	1,0	1,87	3,0	1,5	1,0
200		0,074	1,5	1,0	1,25	16,5	1,0	1,0
Residuo			86,0	96,0	95,0	78,5	95,0	96,0

En lo que respecta a suelos del tipo "trumao", los análisis granulométricos dieron los siguientes resultados:

Tabla II

Análisis Granulométricos

Suelos tipo "trumao" (Cautín)

N°	Tamiz Tyler	Abertura mm °/o	M - 33 El Avenal °/o	M - 41 Santa Rosa °/o	M - 47 El Canelo °/o	M - 48 Caivico °/o
35		0,500	0,5	0,5	0,66	4,5
60		0,250	1,0	1,0	2,0	4,5
120		0,125	4,5	2,5	12,0	7,5
200		0,074	8,0	8,6	12,00	8,5
Residuo			85,5	91,5	73,3	75,0

Análisis granulométricos efectuados sobre las muestras DE-2-73 y DC-23-73, provenientes de los alrededores de Purranque, Provincia de Osorno, dieron la siguiente composición: (tomado de Dávila, A. y Cech, F., (1973).

Fracción mayor que 0.205 mm: 1.1. -5.2 °/o

Fracción Mayor que 0.074 mm: 1.4. -2.8 °/o (*)

Fracción menor que 0.074 mm: 91.5 - 97.5 °/o.

II Análisis Químicos. Las determinaciones químicas se efectuaron en el Lab. Químico del I.I.G., con muestras secadas a 105° C.

Los métodos empleados incluyeron a) el gravimétrico, b) complejo-métrico y fotometría de llama. En la tabla III se adjuntan resultados de análisis químico.

(*) Incluye la fracción mayor que 0.2 mm.

SUELOS RICOS EN ALUMINIO, (BIO- BIO, LLANQUIHUE)

Tabla III
Análisis Químicos
Suelos Rojos Arcillosos (Cautín)

Muestra N ^o	Sílice SiO ₂ o/o	Alúmina Al ₂ O ₃ o/o	Hierro Fe ₂ O ₃ o/o	Sodio Na ₂ O o/o	Potasio K ₂ O o/o
M - 8	48,46	25,57	11,67	0,09	0,22
M - 11	48,45	23,95	12,00	0,32	0,17
M - 15	44,95	26,24	12,23	0,16	0,19
M - 45	46,69	22,87	10,56	0,26	0,27
M - 31	45,75	25,50	12,40	0,15	0,22
M - 43a	45,57	23,59	11,11	0,16	0,22

En lo que respecta a suelos del tipo "trumao", los análisis químicos dieron los siguientes resultados:

Tabla IV
Análisis Químicos
Suelos del tipo "trumao" (Cautín)

Localidad	Muestra N ^o	Sílice SiO ₂ o/o	Alúmina Al ₂ O ₃ o/o	Hierro Fe ₂ O ₃ o/o	Sodio Na ₂ O o/o	Potasio K ₂ O o/o
Avenal	M - 33	46,23	22,61	10,70	1,11	0,03
Santa Rosa	M - 41	41,50	23,72	11,11	0,57	0,37
El Canelo	M - 47	42,37	24,25	11,11	0,42	0,34
Caivico	M - 48	36,39	24,38	12,82	0,27	0,24
Carilafquén	Pto. 11	43,60	23,59	10,75	0,57	0,43

Adicionalmente, a una muestra proveniente de las inmediaciones de Temuco se le hizo un análisis por 13 elementos con el resultado que se adjunta en la tabla V.

Tabla V
Análisis Químico
Análisis total (Cautín)

Muestra	M - 44
SiO ₂	42,37 o/o
Al ₂ O ₃	24,24
Fe ₂ O ₃	11,10
Na ₂ O	0,42
K ₂ O	0,34
CaO	0,53
MgO	0,79
TiO ₂	1,50
MnO	0,17
SO ₃	0,17
Co ₂	0,00
P ₂ O ₅	0,34 o/o
H ₂ O	17,89
	99,86 o/o

Adicionalmente se adjuntan los resultados de tres análisis químicos efectuados sobre otras tantas muestras de "suelos rojos arcillosos", provenientes de las inmediaciones de la ciudad de Purranque, Prov. de Osorno. (datos tomados de Dávila, A. y Cech, F., 1973):

Tabla VI
Análisis Químicos
Suelos Rojos Arcillosos (Osorno)

Muestra	DC-1-73	DC-2-73	DC-23-73
SiO ₂ (o/o)	42,41	39,03	32,73
Al ₂ O ₃ "	26,17	28,54	33,07
Fe ₂ O ₃ "	12,81	13,40	16,28
TiO ₂ "	1,30	1,50	0,90
CaO "	0,53	0,11	0,07
MgO "	1,78	0,38	0,56
Na ₂ O "	1,19	0,18	0,19
K ₂ O "	0,39	0,20	0,21
P ₂ O ₅ "	0,17	0,11	0,25
SO ₃ "	0,01	0,11	1,14

Valores similares a los entregados en la tabla VI se obtuvieron en varias otras muestras provenientes de dis-

tintos sectores ubicados en las provincias de Osorno y Llanquihue.

III Determinaciones de Rayos - X. En el estudio de A. Hauser (1973), se efectuaron determinaciones de Rayos-X sobre muestras de "arcillas rojas" proveniente de las inmediaciones de la Estación de Metrenco, 6 km al sur de Temuco (Prov. de Cautín).

1) Muestra M-27, Sector de Pil Pilco; contiene los siguientes elementos:

- a) arcilla del grupo caolinita
- b) α cristobalita
- c) cuarzo (indicios)
- d) sericita (indicios)

2) Muestras M-42, Sector de Loncoche. Contiene los siguientes elementos:

- a) feldespatos
- b) arcilla en grupo caolinita
- c) cuarzo
- d) cristobalita

GEOLOGIA ECONOMICA

Con los actuales conocimientos que se tienen sobre los "suelos rojos arcillosos" y "trumaos" en la región sur de nuestro país, en materia de ubicación, distribución areal, cubicación aproximada en algunos sectores, accesibilidad, condición química y granulométrica, junto al espesor de los depósitos, resulta posible confrontar estos antecedentes con las exigencias del Bureau of Mines y de War Production Board de USA., a objeto de establecer su eventual significación económica.

A la luz de los resultados obtenidos en los análisis químicos tanto de suelos tipo "trumao" como de "arcillas rojas", en muestras colectadas en las provincias de Cautín y Osorno, es posible concluir que los contenidos de aluminio, en forma de Al_2O_3 , con promedios de 26^o/o, sobrepasarían con exceso las exigencias mínimas (20^o/o) del Bureau of Mines. Los valores más atractivos corresponden a muestras de Osorno (promedio de 3 muestras) con porcentajes de 29^o/o.

Los contenidos de hierro, en forma de Fe_2O_3 alcanzan promedios de 11,4^o/o en suelos tipo "trumao" de Cautín; corresponden a los valores más bajos de este elemento, porcentaje que en todo caso excede el valor máximo (menos 5^o/o) fijado por las especificaciones del Bureau of Mines. Los valores máximos en cuanto a contenido de hierro, corresponden a muestras de "arcillas rojas" de Osorno con 14^o/o.

En todo caso, entendemos que el problema que eventualmente pueda provocar la presencia de hierro, podría ser abordado y resuelto con éxito mediante mo-

dificaciones en el proceso metalúrgico estandarizado para extraer aluminio de ciertos tipos de suelos. En atención a que la sílice generalmente dificulta los procesos metalúrgicos para la obtención de aluminio a partir de suelos, convendría señalar que los valores más bajos en porcentaje de dicho elemento y por tanto más atractivos económicamente, se alcanzan en "arcillas rojas" de Osorno, con promedios de 38^o/o. En general la razón SiO_2/Al_2O_3 en los suelos del tipo "trumao" es del orden de 1.4, mientras que en suelos "rojos arcillosos" es de 1.7.

El espesor de los eventuales depósitos a explotar sobrepasarían con exceso los mínimos exigidos para tornar económicamente explotable un suelo arcilloso rico en Al (al menos 5 pies de espesor); cortes en la Carretera Panamericana en las inmediaciones de Temuco, alcanzan espesores promedios que fluctúan entre 12 - 14 m.

En lo que a la sobrecarga se refiere, por tal debe entenderse solamente la cobertura vegetal, cuyo espesor no excede generalmente de 40 cm.

Hauser y Marti (1973), solamente en torno de la ciudad de Temuco, en base a fotointerpretación y a datos obtenidos a partir de calicatas y cortes en la Carretera Panamericana, determinaron la existencia de 4 yacimientos probados de "arcillas rojas", con una cubicación de 7.200.000 ton., junto a una serie de yacimientos "probables" que totalizarían 5.700.000 ton. Conviene señalar que la zona estudiada con mayor detalle, en torno de la ciudad de Temuco, corresponde sólo a una parte del total de la superficie cubierta por "arcillas rojas" y "suelos tipo trumao" en la provincia de Cautín.

A su vez, la zona prospectada en detalle, corresponde sólo a un sector del total de la región ocupada por las "arcillas rojas"; ello supone que una cubicación total de los depósitos sobrepasarían considerablemente las cifras anteriormente entregadas.






Los "suelos rojos arcillosos" alcanzan particular desarrollo en el flanco occidental del valle central, en las provincias de Malleco y Cautín. Allí aparecen, cubriendo con espesores que en algunos casos sobrepasan los 12 m, una serie de relieves acolinados, integrados por rocas ígneas del tipo andesita (cerros Niñolol, Cunumbueno, Trihue, Huenchuleo, en las inmediaciones de Temuco).

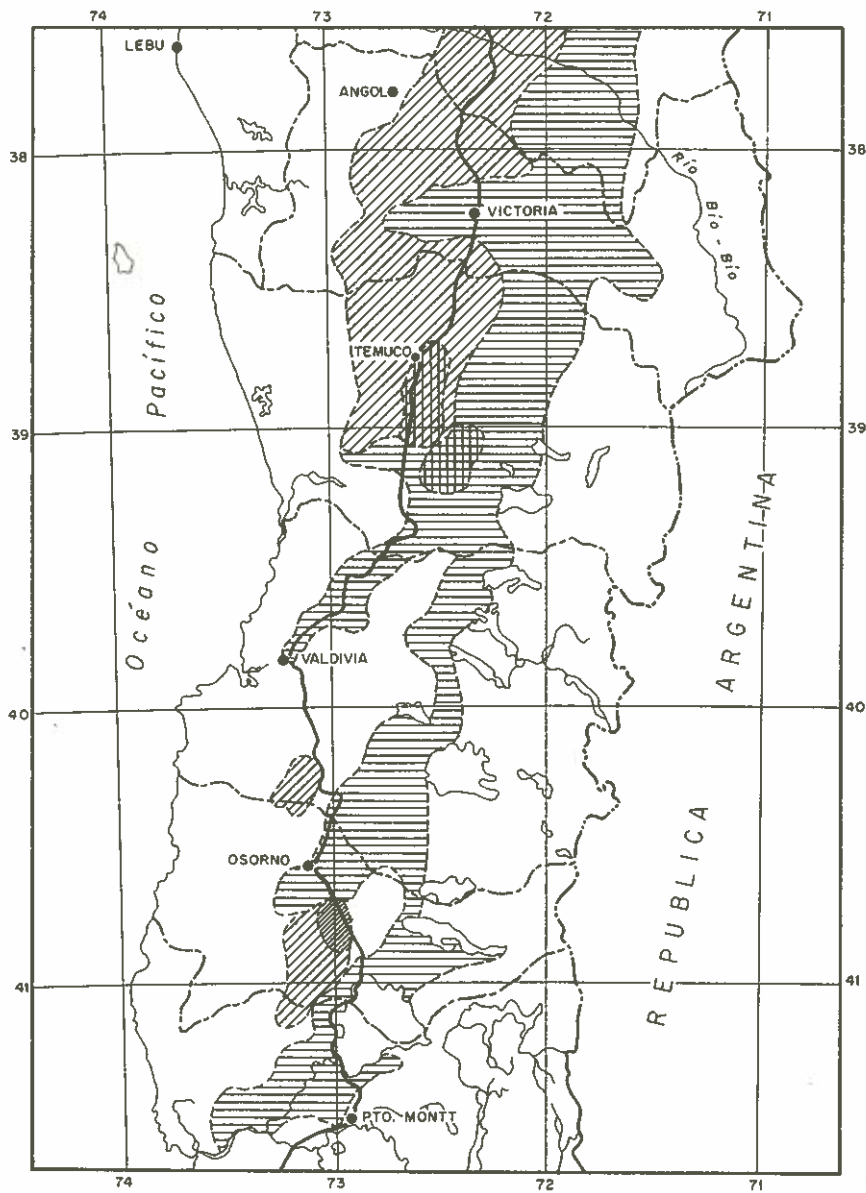
Los suelos del tipo "trumao", por su parte, se distribuyen entre las provincias de Bío-Bío y Llanquihue, alcanzando su mejor expresión en la región precordillerana de Cautín, Valdivia y Osorno. En el extremo sur, alcanzan particular desarrollo entre los lagos Ranco y Llanquihue, flanco oeste y sur del Lago Llanquihue, así como en las inmediaciones de la ciu-

MAPA DE DISTRIBUCION APROXIMADA DE SUELOS ROJOS ARCILLOSOS Y TRUMAOS

Provincias Bío Bío - Llanquihue.

LEYENDA

-  Suelos Rojos Arcillosos
-  Suelos Rojos Arcillosos. Hauser A. y Marti M. (1973).
-  Suelos Rojos Arcillosos. Dávila A. y Cech. F. (1973)
-  Suelos "Trumao".
-  Suelos "Trumao". Hauser A. y Marti M. (1973)



ESCALA 1 : 3.000.000

Fig. 1

dad de Puerto Varas, y pueblos de Nueva Braunau, Los Muermos. En algunos sectores (cortes en el camino de Freire a Villarrica), los depósitos de "trumaos" se presentan en forma de suelos enterrados o paleosuelos, cuyos perfiles individuales tienen potencias que fluctúan entre 1.2 y 1.5 m, concordantes y perfectamente estratificados; las potencias totales sobrepasan los 12.0 m (Ver fig. 1).

El carácter geológico de los depósitos de "suelos rojos arcillosos" y "trumaos" unidos a la naturaleza topográfica de los sectores donde se ubicarían los eventuales "yacimientos", condicionarían una explotación por el método de "strip - mining", con el empleo del típico equipo convencional de movimiento de tierra: escarificadores, traillas, cargadores frontales, etc. El sistema permitiría altos rendimientos tornando muy económica la explotación de los depósitos. Pendientes adecuadas en el "piso" de las excavaciones, del orden de 4°/o a 7°/o, facilitarían el drenaje en época invernal; además existen por doquier, en torno de los eventuales yacimientos, depósitos de materiales granulares aptos para ser utilizados para la construcción de caminos de acceso.

El beneficio o procesamiento de las arcillas por el método de separación mediante agua o aire, podría contribuir o incrementar el aprovechamiento del aluminio disponible. Estudios geológicos y metalúrgicos de

detalle podrían determinar la posibilidad adicional de extraer durante el procesamiento algunos subproductos, como es el caso del titanio, el que en forma de óxido se encuentra en los suelos "rojos arcillosos" en porcentajes de 1,5°/o.

BIBLIOGRAFIA

- Dávila D., A., y Cech, F., 1973, Depósitos de Arcilla en las Provincias de Osorno y Llanquihue: INACESA, Inf. Inéd., 71 p.
- Hauser Y., A., 1973, Prospección de Materiales para la elaboración de ladrillos de Construcción en la zona de Metrenco (Prov. Cautín). Inf. Inéd. Inst. Invest. Geol. 33 p.
- Hauser Y., A., y Marti, M., 1973, Prospección de arcillas para la elaboración de cemento en la zona de Temuco. INACESA, Inf. Inéd. 70 p.
- Hosterman, J. W., Scheid, V.E., Allen, V.T. y Sohn I.G., 1960, Investigations of some Clay Deposits in Washington and Idaho: Geol. Survey Bull. n. 1091. 146 p.
- Wright, C., 1959-1960, Observaciones sobre los Suelos de la Zona Central de Chile: Agricultura Técnica años XIX y XX, Ministerio de Agricultura p. 65-95.