

Evaluación de la estabilidad morfogénica del secano costero de la provincia de Ñuble (VIII Región)

(Proyecto FONDECYT 1930027)

JAIME REBOLLEDO VILLAGRA (**)
JUAN MUÑOZ RAU (*)
MARTA HENRIQUEZ FERNANDEZ (**)

RESUMEN

El presente artículo hace un balance actual de los principales aspectos físicos que inciden en la estabilidad de los suelos en el secano costero de la provincia de Ñuble (VIII Región). El acento se hace particularmente en las interrelaciones de los factores y procesos morfogénicos. Los resultados son obtenidos mediante fotointerpretación, trabajo de terreno y planimetría para llegar además a una cuantificación del proceso erosivo en tres comunas representativas del área de estudio.

RESUME

Cet article fait état des principaux aspects physiques qui ont une liaison étroite avec l'instabilité des sols sur le "secano costero" du province de Ñuble (VIII Région). Un accent particulier est mis sur les relations entre les facteurs et les processus morphogéniques. Les résultats sont obtenus par photointerpretation, le travail sur terrain et la planimétrie pour aboutir à une cuantification du processus erosive dans trois communes representatives du secteur.

INTRODUCCION

La observación simple del secano costero de la provincia de Ñuble muestra evidencias claras de una inestabilidad morfogénica producto de una degradación del medio derivada de roce de bosques, de caminos abiertos en zonas frágiles, numerosos surcos en pendientes suaves a fuertes, sectores sin vegetación así como zonas de matorrales, afloramientos de rocas y profusión de cárcavas profundas.

La situación antes descrita deriva en consecuencia en una erosión del suelo que se califica de grave, principalmente en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa. Revertir esta situación es complejo y para que sea posible el sector debe pasar por una modernización del sector agrícola y forestal, tema del Proyecto FONDECYT N° 1930027, cuyo avance, entre otros, constituye el presente artículo con el objeto de obtener una visión de la magnitud del problema.

EL SECANO COSTERO

El secano costero de la provincia de Ñuble se localiza en el dominio subtropical mediterrá-

neo meridional (36° - 36° 45' S de latitud y 72° 15' - 72° 55' W de longitud), inserto en el sector transicional entre el dominio mediterráneo y el dominio templado húmedo.

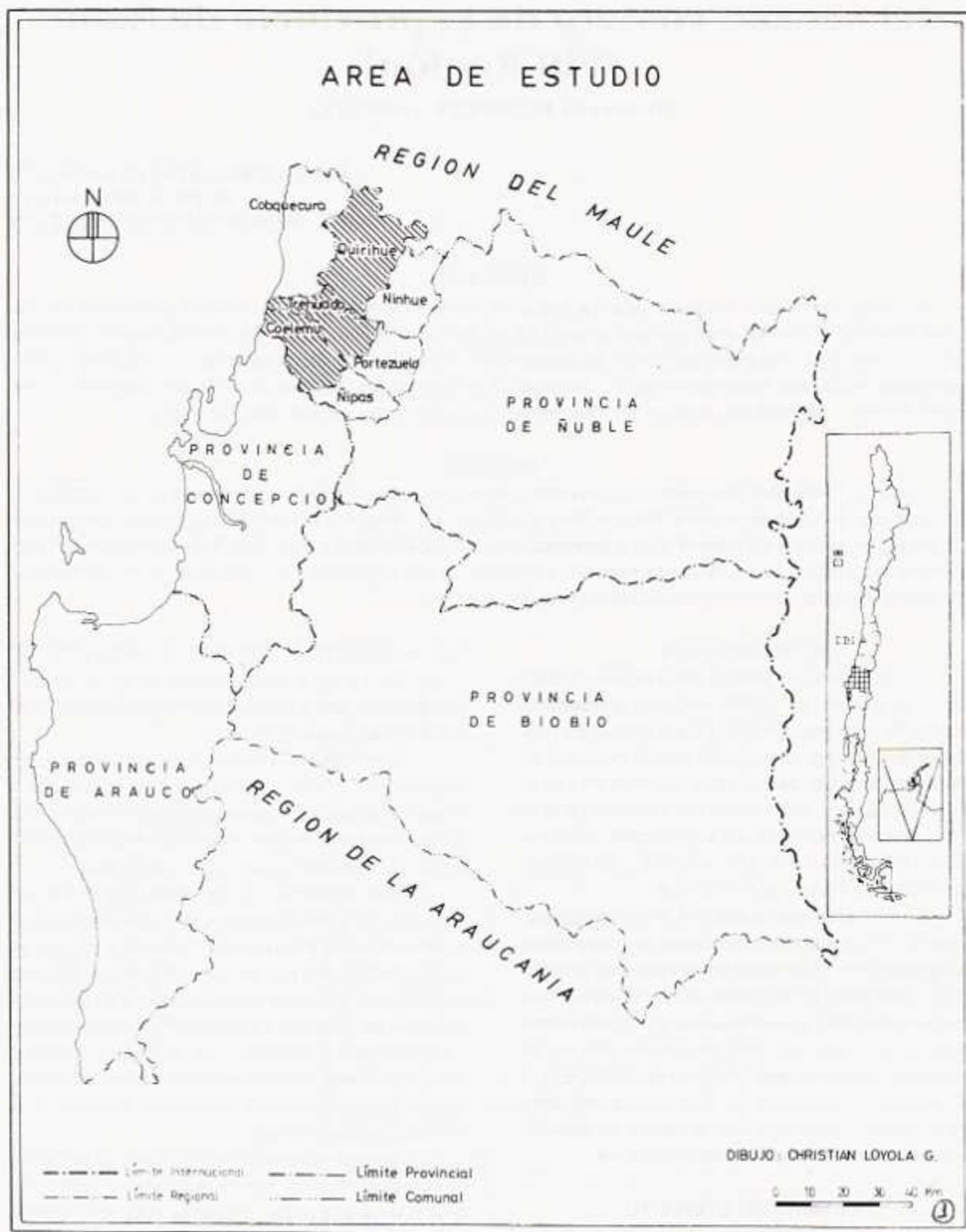
Las condiciones ecológicas están dadas en la zona por efecto de situaciones locales con respecto al agua y a la orientación de los relieves ya que en toda la zona hay marcado contraste entre las vertientes sombrías y solanas.

Como sistema natural hace parte de un mosaico de sistemas cuyas diferencias entre sí están indicadas por la acción humana y organizados grandemente por los aspectos morfológicos y climáticos. Es parte de la Cordillera de la Costa formada de granitos y pizarras Paleozoicas muy meteorizadas que junto a las unidades clásicas de Chile Central (plataformas sedimentarias litorales, depresión central y cordillera andina) está estructurado por fallas.

El paisaje natural de la Cordillera de la Costa está reducido a las zonas húmedas e inaccesibles donde subsisten especies nativas (robles, peumos, canelos, arrayanes). El pino radiata,

** Departamento de Hist. y Geografía, y Cs. Sociales Universidad del Bío-Bío

* Escuela Ingeniería Forestal, Universidad de Talca



especie de buen desarrollo en la región constituye el elemento significativo del paisaje (CONTRERAS, R.).

AREAS DEGRADADAS Y EN DESARROLLO

La región que nos ocupa puede ser caracterizada como de fuerte degradación biótica y abiótica como también con condiciones ecológicas que permiten un cierto desarrollo biopedológico y de estabilidad morfofenética, que llevan a la identificación de unidades de comportamiento diferencial.

Unidades con restricción al desarrollo

Esta unidad es de fuerte degradación, correspondiente a la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa representada por el abandono de los territorios agrícolas (decrecimiento de la población) que se ha traducido en aspectos de aridez en el paisaje en el cual la erosión lineal es determinante (ENDLICHER, 1982). Esta morfogénesis tiene lugar en vertientes de solana (>10°). Asimismo, muchos sectores manifiestan erosión en manto lo que impide el desarrollo de la pedogénesis.

Los estudios sobre el tema indican una máxima de la erosión en las viñas de secano con pendientes de 20°. Las causas que se han señalado para lo anterior, aparte del intensivo uso en el pasado, son los actuales cultivos de trigo y viña de secano que no ofrecen protección al suelo. En lo que respecta a los campos abandonados, la vulnerabilidad está presente en las formaciones esclerófilas degradadas abiertas. La erosión del manto superficial y posteriormente aquella más profunda o geomorfológica se explica fundamentalmente por la fuerte acción antrópica.

Unidades susceptibles al desarrollo

Estas presentan ciertas condiciones ecológicas favorables, correspondientes a sectores de la montaña costera interior con campos de secano, matorrales y forestación reciente que se sitúa en el interfluvio de la Cordillera de la Costa desbordando hacia el oriente. Esta característica puede degradar hacia la primera descrita más arriba. Tiene mayor humedad ambiental y pendientes más débiles con una mayor cobertura vegetal permanente con procesos morfológicos menos importantes. Existe una menor extensión de erosión en manto y en zanjas cada vez más atenuados en la última década a causa de prác-

ticas de forestación y reforestación con *Pinus Radiata*.

Otra unidad también relativamente estable y de desarrollo potencial importante es la correspondiente al sector occidental o vertiente de barlovento de la Cordillera Costera. Lo anterior debido a una importante humedad climática que favorece la actividad forestal y la permanencia de una mayor cobertura vegetal en los sectores de alta destrucción arbórea, protegiendo los suelos a lo largo del año. El relieve y el gran desarrollo de las alteritas (granito y pizarras paleozoicas) que están fuertemente degradadas en otras unidades, aparecen aquí estabilizadas por la mayor humedad que permite una cobertura de vegetación protectora, que tiende a disminuir el establecimiento y desarrollo de los procesos de erosión lineal y de manto.

La situación antes descrita permite establecer que la dinámica del espacio, erosión superficial y geomorfológica, se explica principalmente por la acción del hombre que sólo recientemente trata de reconstituir el medio a través de la actividad forestal, pero que se ve frenada por el escurrimiento difuso y concentrado. Como casi siempre es el caso, el ritmo de evolución generado por el hombre es también aquí más acelerado que el ritmo de reconstitución de los sectores descritos.

FACTORES GEOPEDOLOGICOS DE LA EROSION

La Cordillera de la Costa es una estructura ("batolito de la costa") constituida de montañas antiguas con disección alveolar que está formada por un basamento fuertemente plegado y de carácter metamórfico. Esta antigüedad de los materiales geológicos, mayor que en otras formaciones del relieve de Chile, la hace ostentar una alta facilidad para la ocurrencia de los procesos erosivos, sobre todo en lo que a cárcavas se refiere como en Quirihue, además de Coelemu y Trehuaco, entre otras.

Desde el punto de vista orográfico, el sector de estudio es un lomerío en el que sólo destaca el Cerro Coiquén de 908 m., (más de 2.000 m. a la latitud de Santiago) con cuencas internas de escasa magnitud caracterizadas por sus sistemas de relleno y por su drenaje de viejos sistemas fluviales.

Estas cuencas reciben sedimentos de origen granítico paleozoico y cretácico que son estructuras cataclásticas muy desarrolladas con

fuerzas de color de sus minerales componentes, que se constituyen en importantes factores de alteración rápida dando como resultado el denominado "maicillo" que puede alcanzar importantes profundidades.

Los suelos que de éstos materiales se derivan son los Alfisoles o suelos pardo-rojizos no cálcicos profundos que se desarrollan en pendientes complejas, variando de ligeras a suavemente onduladas, con gradientes de 2 a 10%, lo que dificulta las actividades agrícolas. Los perfiles no muestran capas superficiales (horizonte A) salvo en terrenos ocupados por bosques y los horizontes subsuperficiales (Bt) tienen un alto contenido de arcilla.

También se desarrollan en el área los Inceptisoles, ubicados al SE del pueblo de Ninhue con un perfil poco desarrollado. Además se evidencian los mollisoles al SW de la localidad de Portezuelo. Ambos tipos de suelos se desarrollan en pendientes que varían de simple a compleja y en algunas áreas de fuertes ondulaciones con gradientes de 0 a 20%.

En el periodo seco se forma en estos suelos una costra dura; además la infiltración más lenta se produce en lugares impermeabilizados por la arcilla (caolinitas e illitas; capacidad de intercambio moderada). Una lluvia importante no penetra estos suelos y por lo tanto escurre sobre la superficie donde produce erosión laminar y eventualmente lineal.

Los procesos de erosión y la impermeabilización de los suelos son causa directa de los fuertes contrastes verano-invierno.

En el primero, el verano, con muy pocas precipitaciones y con fuerte insolación subtropical principalmente en nuestra área de estudio, la vertiente oriental. Se caracteriza por periodos secos largos, de fuerte insolación, altas temperaturas atmosféricas y del suelo, escasa humedad del aire y vientos de alta velocidad que producen una desecación de la superficie del suelo y formaciones de fisuras así como la desintegración mecánica del sustrato granítico. Con lo anterior es difícil la regeneración de la vegetación natural para que cumpla con su papel protector de los suelos.

En el segundo, en invierno, las frecuentes y permanentes precipitaciones alternando con tiempo anticiclónico frío ventoso. Las precipitaciones (1.000-1.400 mm/año) se concentran entre mayo y octubre (6 meses) en los que puede llover cinco días alrededor de cinco veces al año. Además, el

paso de las presiones bajas con sus frentes están separadas por cortos periodos de buen tiempo de invierno (debido a la influencia del anticiclón del Pacífico), típico de los climas subtropicales con lluvia de invierno (clima mediterráneo). Esto hace en consecuencia, que en noches despejadas las temperaturas desciendan fuertemente en la superficie del suelo muchas veces bajo cero grado contribuyendo a la alteración de las capas superficiales del suelo, que al resblandecerse quedan expuestas a los procesos de erosión principalmente en sectores de laderas. La escasa infiltración aporta a lo anterior un alto escurrimiento superficial.

La erosión de manto en consecuencia es la responsable de la pérdida de la capa superficial del suelo y la erosión linear del arroyamiento en laderas principalmente en laderas de solana.

FACTORES CLIMATOVEGETACIONALES

De acuerdo a la clasificación climática de Köeppen, el clima puede ser clasificado como templado cálido con estación seca correspondiente al verano de 4 a 5 meses (Csb2), en el cual son claras las diferencias del régimen térmico con amplitudes anuales y diaria bajas en la costa y amplias hacia el interior. La nubosidad anticiclónica se hace presente en el sector costero. Los vientos son de constante Sur y muy continuos durante el verano y las precipitaciones superan los 700 mm. en régimen mediterráneo.

Este clima puede también ser clasificado como húmedo, mesotérmico con moderada falta de agua, siendo grande en el verano con claras diferencias de las vertientes de sotavento y barlovento y máximos de precipitación de aproximadamente 1.200 mm.

Domina esta zona la formación vegetal de matorral arbustivo y arbóreo, compuesto por espino, quillay y boldo, con clara presencia de cambios espaciales debido a la penetración del matorral arbustivo desde los márgenes xerofíticos, que se explica por los desequilibrios provocados por los cambios climáticos recientes donde el clima ha evolucionado hacia una mayor sequedad, destruyendo al bosque climax y favoreciendo el avance de los espinos en un evidente anuncio de un proceso de desertificación.

En el sector costero se encuentran numerosas especies tales como el llantén, la arvejilla, boldo, litre y huingán, que tiende a aumentar en variedad de especies en las zonas húmedas de quebradas, con clara presencia del maqui, cane-

lo, arrayán, petra, peumo y helechos diversos, que obviamente constituyen formaciones aisladas que se desarrollaron históricamente en asociación con el bosque transicional maulino de roble o huaio, que aún presenta pequeñas evidencias en el área de mayor humedad, de laderas umbrias.

En general, el territorio costero ha sufrido los efectos de una intensa explotación. Primero, sus bosques nativos fueron cortados para obtención de madera y fines energéticos, despeje de suelos para agricultura, que junto con el sobrepastoreo de ganado mixto, terminó por prácticamente hacer colapsar la capacidad vegetativa de reproducción con lo cual este factor significativo disminuye su rol pedogenético y de filtro contra la erosión, desarrollándose profundas cárcavas y erosión de manto (muy grave y grave) en prácticamente el 80% de la superficie estudiada.

Finalmente, estos territorios con características de marginalidad han sido colonizados con plantaciones exóticas de *pinus radiata* y más recientemente el eucalipto otorgándole una nueva singularidad al paisaje costero de la provincia de Ñuble.

EVALUACION DEL PROCESO EROSIVO

Para una evaluación del proceso erosivo que afecta la estabilidad morfofenética del secano costero de la provincia de Ñuble, es importante referirse a trabajos previos que cuantifican la gravedad de ellos.

En segundo lugar, presentar los resultados del análisis espacial realizado mediante fotointerpretación, seguido de observaciones de terreno que permiten la realización de una cartografía de erosión. Mediciones planimétricas posteriores llevan a apreciar la magnitud de superficies afectadas.

Respecto a los trabajos previos, destacan los estudios realizados por ENDLICHER (1982-1983) que mediante parcelas de experimentación y de crecimiento de cárcavas mide la erosión en distintos tipos de uso de suelo y condiciones climáticas poniendo de relieve los principales procesos que son la denudación y la erosión lineal respectivamente.

Respecto a la denudación se distinguen dos grupos diferenciados de acuerdo a su mayor o menor pérdida de suelo. El primero que corresponde a usos de viñas y cultivos de trigo y barbechos con y sin pasto presentan ostensiblemente montos más altos de pérdida de suelos.

Por ejemplo las pérdidas de suelos en viñas ascienden a 6.415 g/10m² o kg/ha. y en trigo de secano a 3.173 g/10m² o kg/ha. En barbecho negro las cifras son del orden de 2,136 g/10m² o kg/ha. El segundo corresponde a barbechos regados con rastrojos de maíz con pastos altos y las plantaciones de pino insigne que muestran una disminución notoria en los niveles de pérdida. Así, el barbecho con alto pasto natural alcanza a los 93 g/10m² o kg/ha.; el barbecho con rastrojos de maíz 329 g/10m² o kg/ha. y las plantaciones de pino insigne a 126 g/10m² o kg/ha.

En lo que concierne a la erosión lineal (cárcavas), los estudios realizados mediante fotointerpretación comparativa (1943-1978), muestran un aumento en el número y tamaño y por lo tanto en superficie afectada por este tipo de erosión. Este incremento proporcional es de 6,2% a un 9,6% en el periodo.

En segundo lugar, a través del análisis de las ortofotos 1/20.000, la fotointerpretación y el reconocimiento en terreno, fue posible detectar en forma exploratoria los rangos de erosión que afectan a tres comunas características del área de estudio (Quirihue, Coelemu y Trehuaco) a través de correlaciones entre geoformas - rangos de erosión. Sobre esta base se determinan niveles de erosión masivo indistintamente de los factores y de su mecánica que caracterizan sus diferentes tipos y clases, como asimismo, sin discriminar, si ésta es activa o pasiva y si está o no en vías de estabilización.

Se establecieron cinco niveles de erosión, a saber:

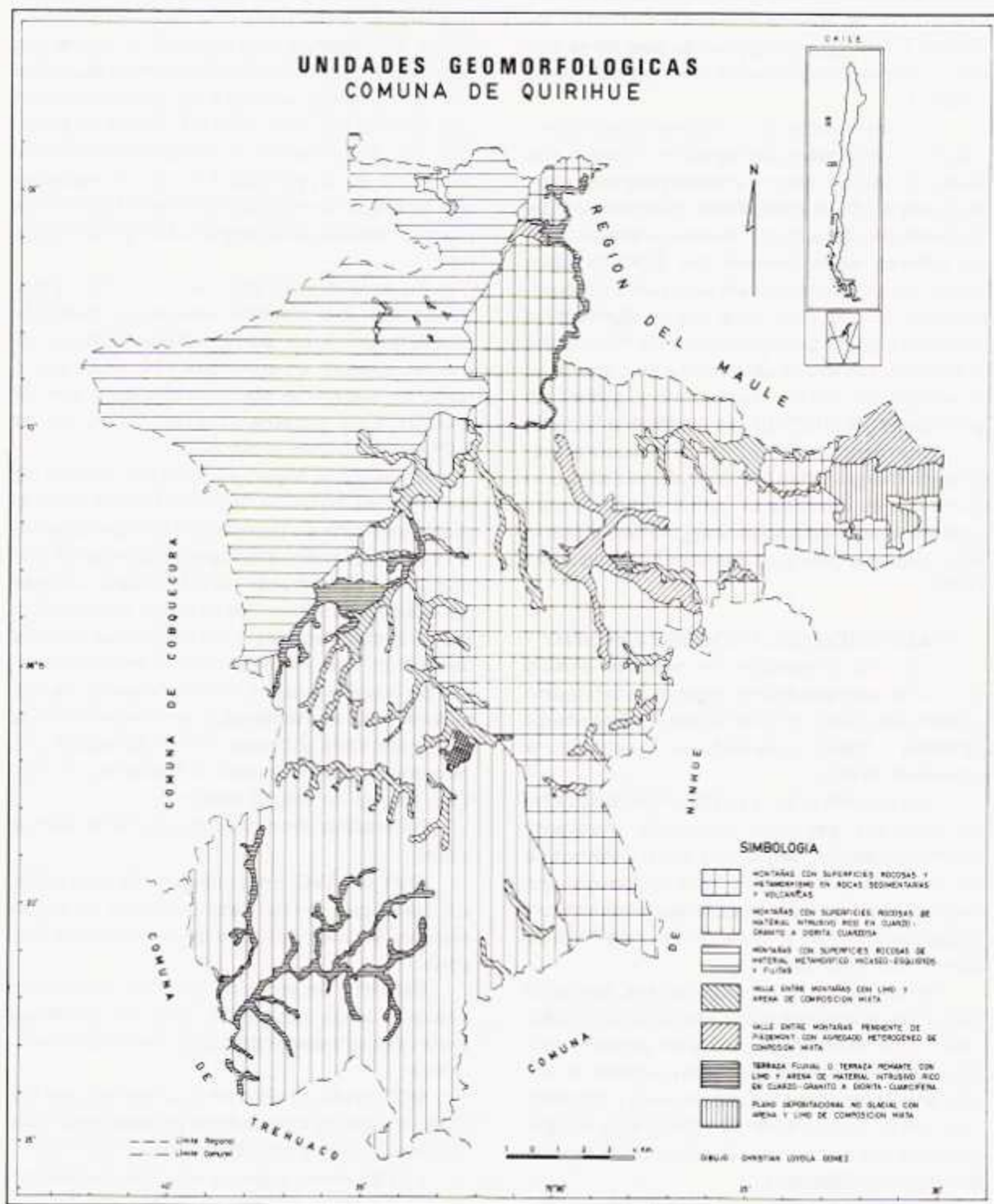
MUY GRAVE: Esta categoría incluye todas las áreas que revelan alta densidad a rangos erosivos lineales y areales de dimensiones mayores.

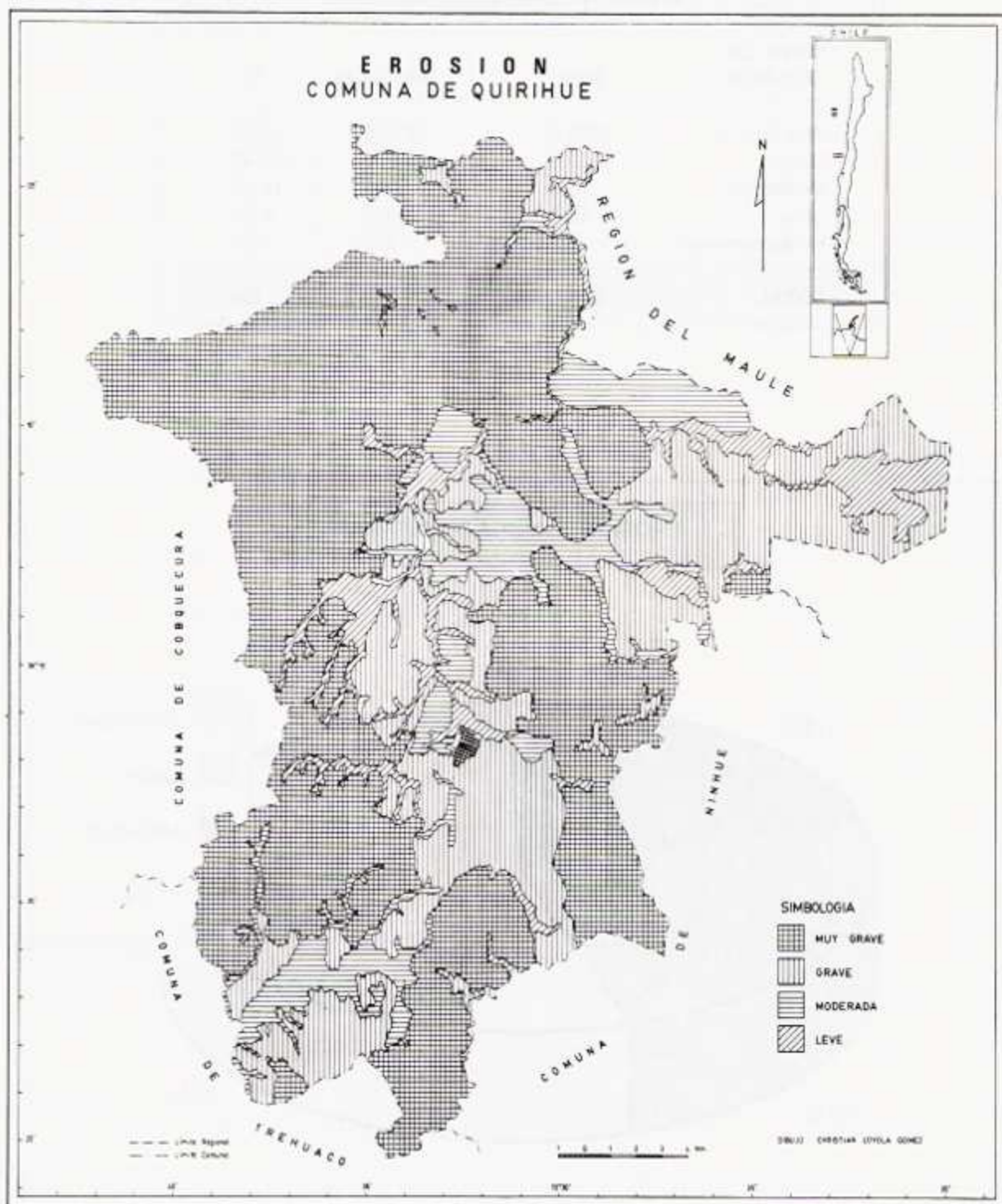
GRAVE: Se incluyen aquí las superficies similares a las anteriores, pero su densidad presenta cierta discontinuidad y menores dimensiones.

MODERADA: En este nivel se incluyen las áreas en que los rangos erosivos presentan una densidad media y con dimensiones menores.

LEVE: Areas cuyas geoformas presentan rangos menores de erosión lineal y areal y que por su posición fisiográfica poseen una degradación menor en relación a las anteriores.

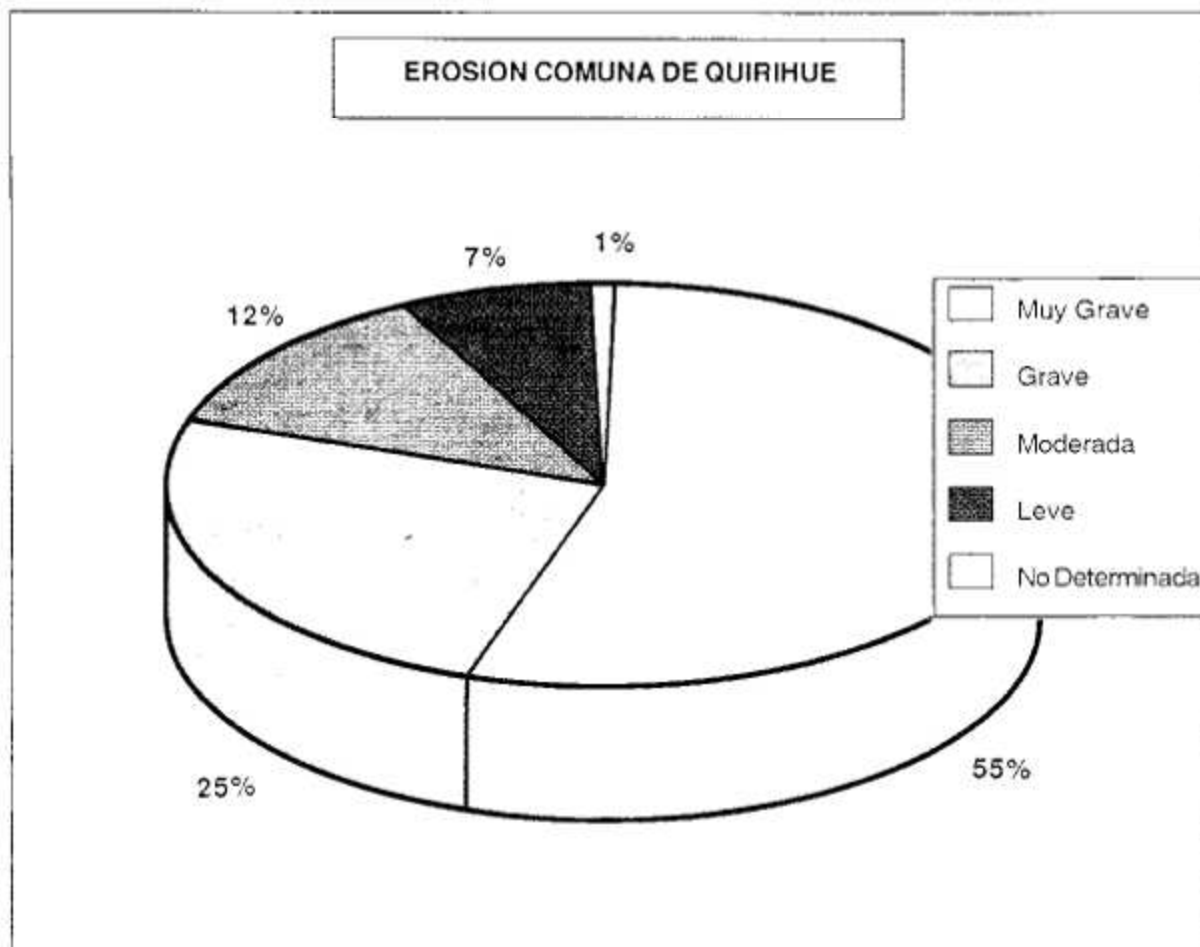
NO DETERMINADA: Sectores fundamentalmente sin indicios superficiales de erosión que se consideran respecto a la geoforma y su





CUADRO N° 1

EROSION COMUNA DE QUIRIHUE			
NIVEL DE EROSION	Km2	Hectáreas	%
Muy Grave	325,9	32.590	55,37
Grave	149,5	14.950	25,40
Moderada	70,6	7.060	12,00
Leve	39,4	3.940	6,69
No determinada	3,2	320	0,54
TOTAL	588,6	58.860	100



emplazamiento y con limitantes de información para ser identificadas en un nivel de erosión.

En virtud de los planteamientos anteriores destaca la dinámica morfogénica vinculada a la erosión de la comuna de Quirihue (Cuadro N° 1) y mapas N°s. 2 y 3.

Es destacable los altos porcentajes y superficie afectadas por erosión muy grave y grave (80,77%), consolidados sobre unidades geomorfológicas de montaña y constituidos litológicamente por roca metamórfica micácea - esquistos y filitas en algunos sectores; en otros, material intrusivo rico en cuarzo - granito o diorita cuarzosa, que constituyen fuente de sedimentación en formaciones deleznable de baja resistencia a los agentes de la meteorización (especialmente la lluvia y escorrentia superficial).

La erosión moderada alcanza a un 12,0% (7.060 has.) y se desarrolla en unidades geomorfológicas de quebradas a montañoso, de superficie rocosa intrusiva rica en cuarzo - granito a diorita cuarzosa y sectores de plano a ligeramente ondulado de valle en montaña con composición fina de limo y arena. Además también es posible encontrar sectores montañosos de complejo metamórfico relativamente estables, tal como muestran los mapas N°s. 2 y 3.

El proceso leve está presente en 3.940 has. (6,69% del territorio comunal) en sectores restringidos del espacio analizado en formaciones geomorfológicas onduladas con base de arena y material intrusivo rico en cuarzo estable o también composición mixta, además de plano de inundación y pendientes de piedmont relativamente estables y normales. La proporción espa-

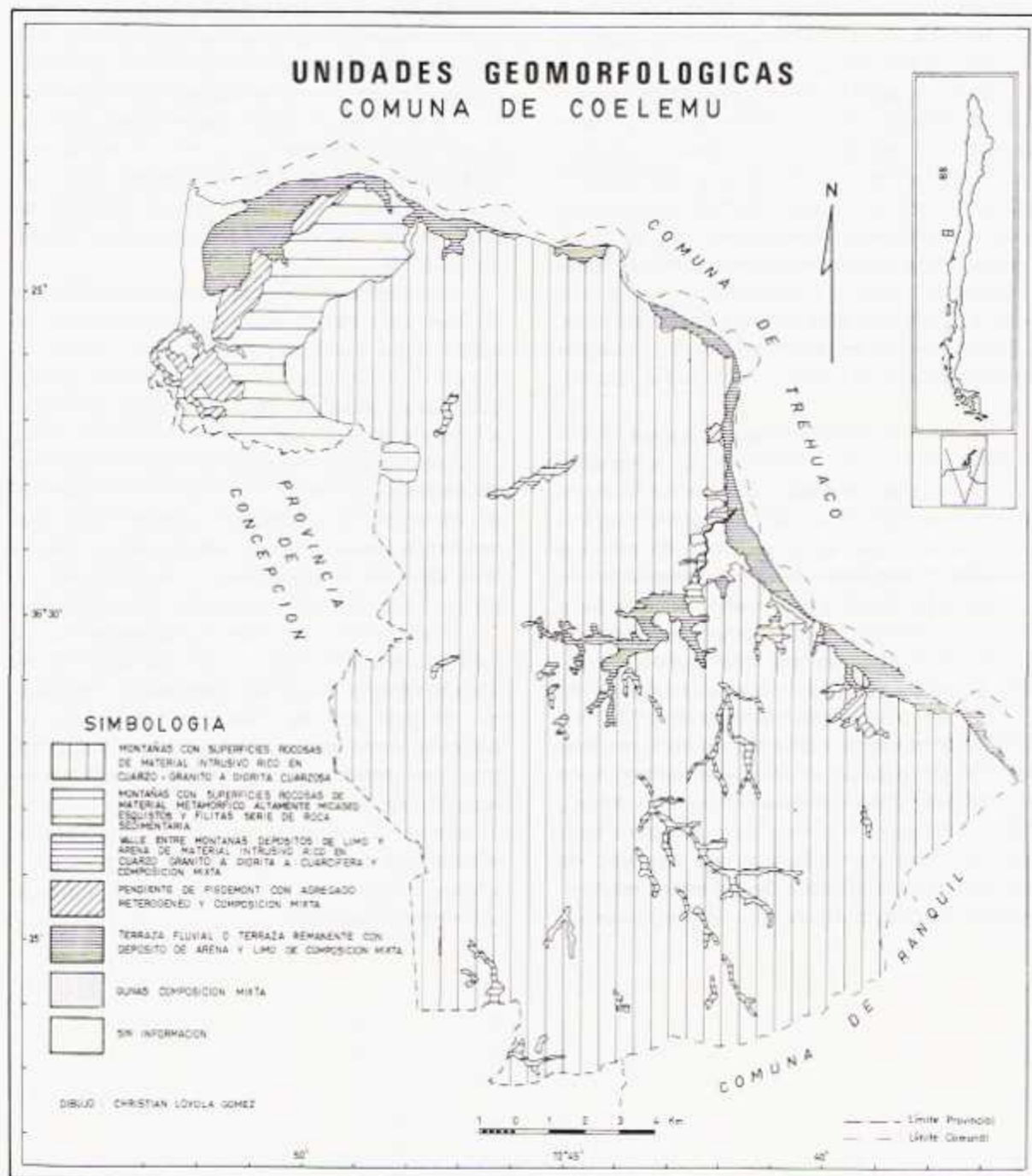
cial se ilustra en el gráfico del Cuadro N° 1.

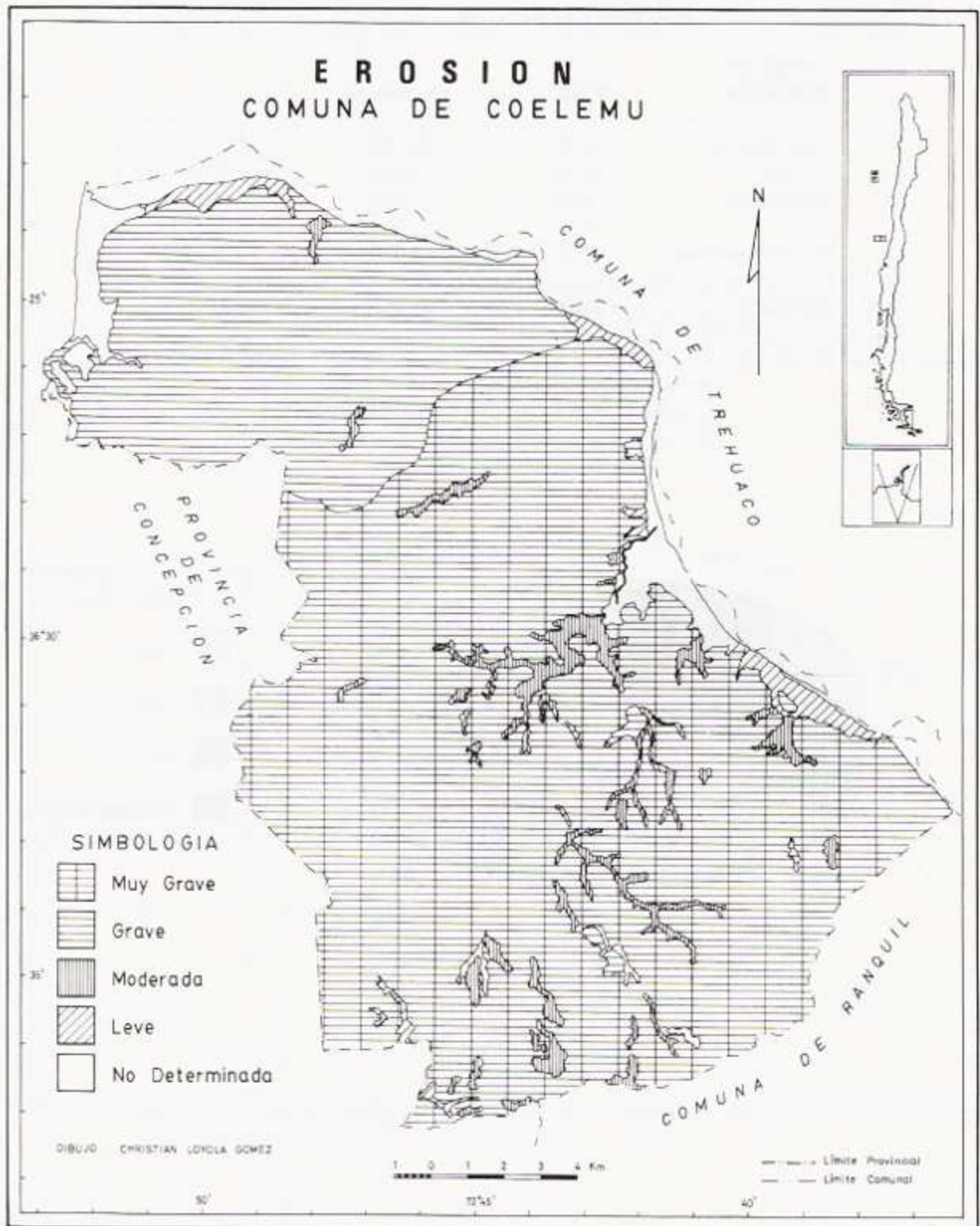
En relación a la comuna de Coelemu, tal como se muestra en el Cuadro N° 2 y en mapa adjunto, la condición de estabilidad morfogénica también es muy frágil, considerando que 29.690 has. que representan un 87,48% del territorio comunal evidencia procesos de erosión graves y muy graves en unidades geomorfológicas de montaña con afloramientos rocosos evidentes (sobrepuestos) de material intrusivo rico en cuarzo-granito a diorita cuarzosa; además de rocas metamórficas micácea-esquistos y filitas (mapa N° 4).

La erosión moderada afecta al 4,13% del territorio comunal (1.400 has.) en unidades de valles entre montañas de material limoso de origen intrusivo rico en cuarzo, granito a diorita cuarzosa, además de superficies rocosas aflorantes de igual composición a las anteriores.

Los procesos leves se presentan en algunos sectores de valle entre montañas con depósitos de arena y composición mixta, además de áreas de terraza fluvial a terraza remanente con depósitos de limo, susceptibles a la inundación y compuestos de material intrusivo rico en cuarzo.

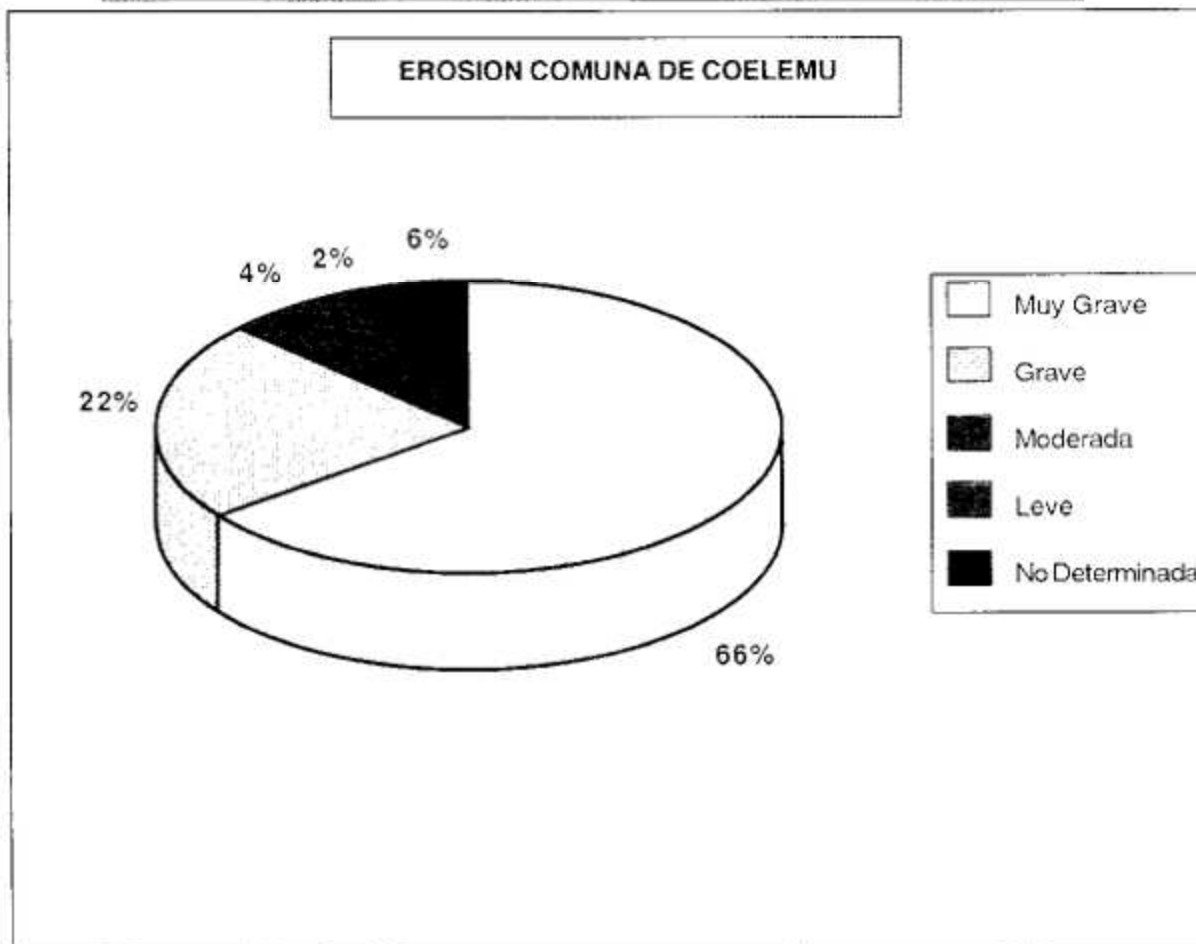
Finalmente, en esta fotointerpretación morfodinámica tipológica para caracterizar el área de estudio, destaca la comuna de Trehuaco que al igual que las anteriores y tal como se ilustra en los cuadros, gráficos y mapas adjuntos (ver ilustraciones respectivas) evidencia severos desequilibrios del sistema natural, consolidándose la ruptura de los componentes estabilizadores (clima - geóforma - vegetación - suelos, patrón característico de todo el espacio o territorio analizado).





CUADRO N° 2

EROSION COMUNA DE COELEMU			
NIVEL DE EROSION	Km2	Hectáreas	%
Muy Grave	221,20	22.120	65,17
Grave	75,70	7.570	22,30
Moderada	14,00	1.400	4,12
Leve	8,40	840	2,47
No determinada	20,10	2.010	5,92
TOTAL	339,4	33.940	100,00



Es así como aparecen 25.030 hectáreas (78,51%) con erosión grave y muy grave en unidades geomorfológicas de montaña de gran afloramiento y sobreexposición de los materiales consolidados como roca metamórfica altamente micácea- esquistos y filitas (mapa N° 6), además de superficies de material intrusivo en cuarzo - granito a diorita cuarzosa.

Los procesos moderados y leves se localizan en unidades de valle entre montañas y también en terrazas fluviales o remanentes con depósitos de limo y arena de materiales intrusivos ricos en cuarzo - granito a diorita cuarzosa o bien de composición mixta.

A MODO DE CONCLUSION

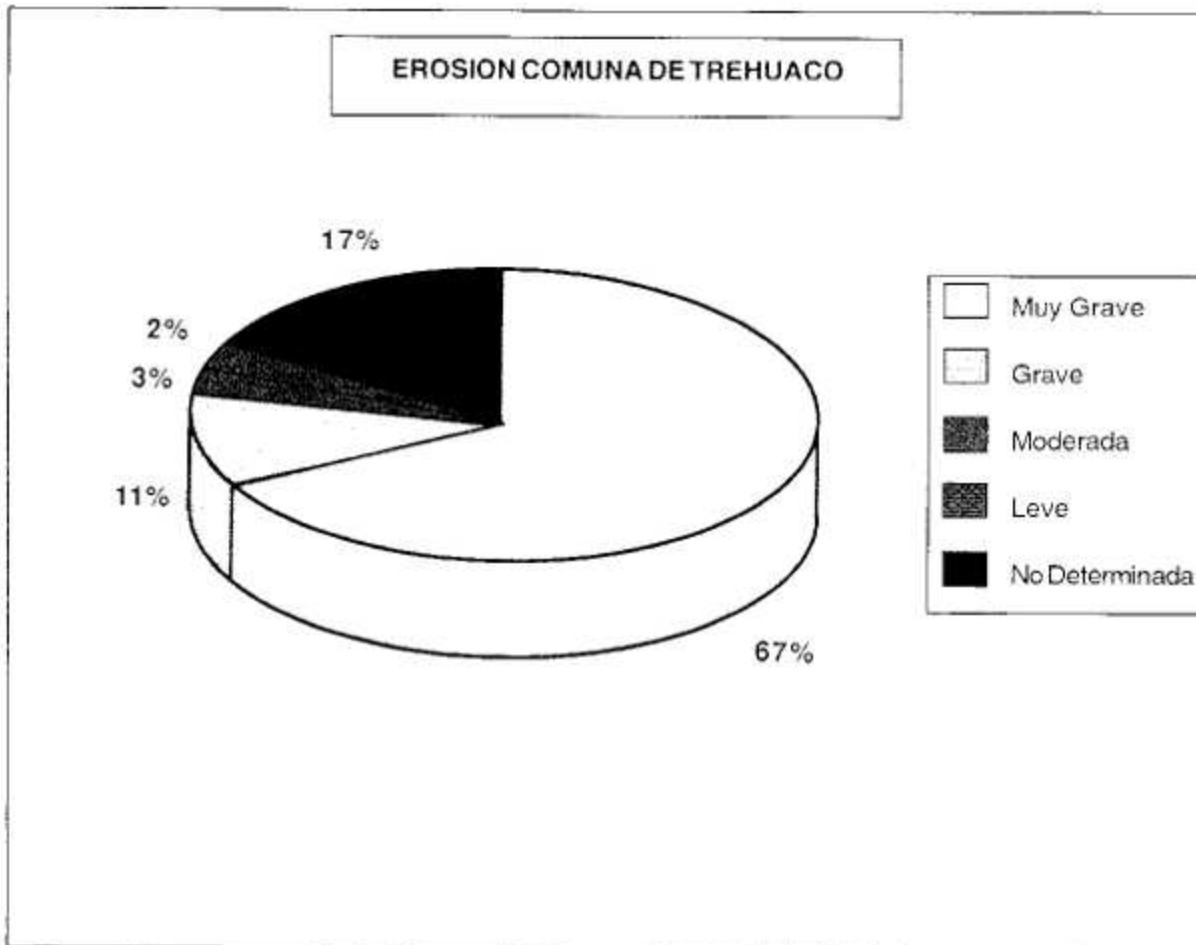
Por los graves procesos de erosión linear y

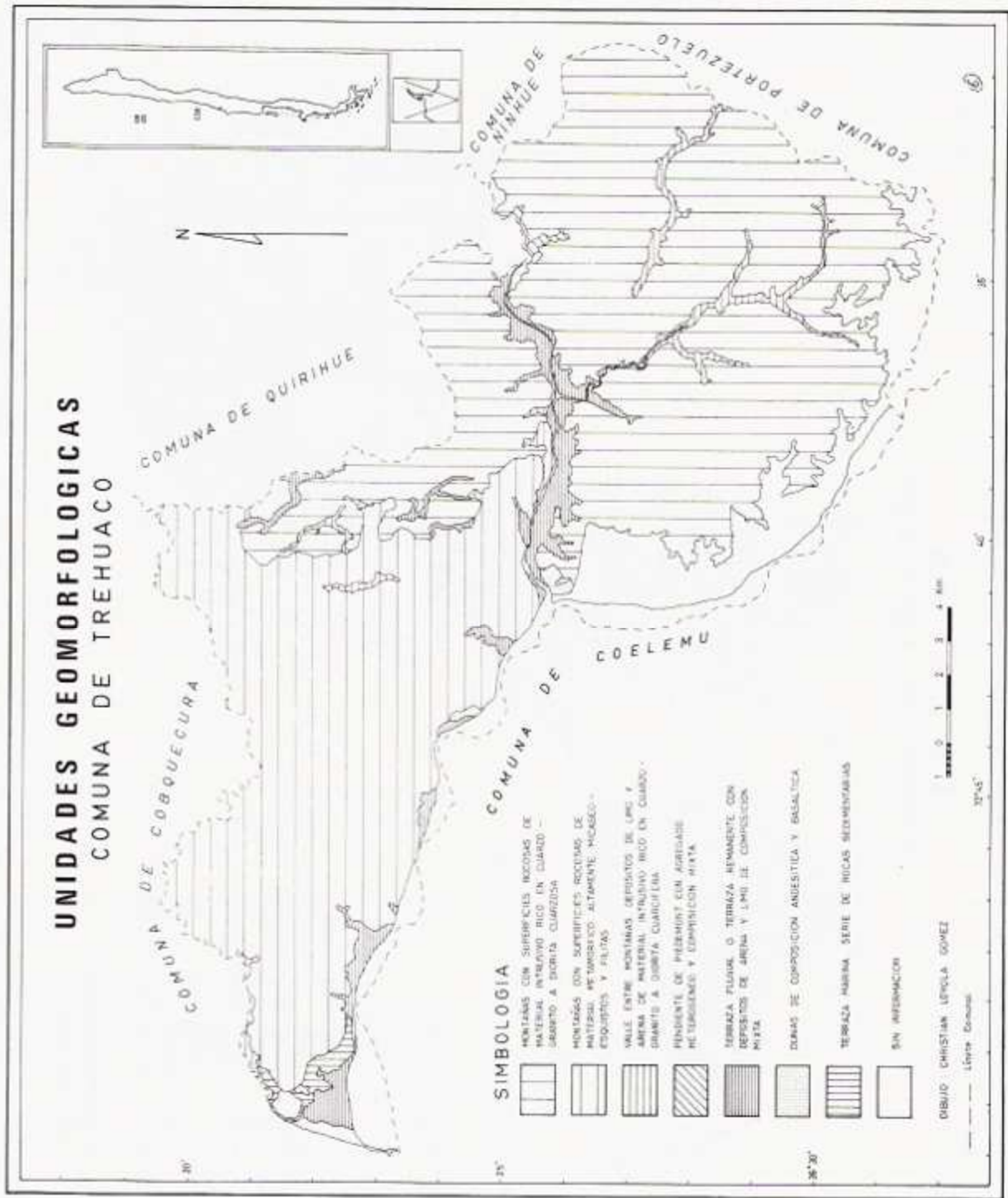
de manto cuantificados, se hace evidente la fragilidad e inestabilidad del sistema natural del secano costero de la provincia de Ñuble y que abarca extensas superficies en una alta densidad en las comunas estudiadas. Lo anterior se explica además, por el tipo de litología dominante de baja resistencia que favorece la denudación y los fuertes procesos de meteorización fundamentalmente de origen climático.

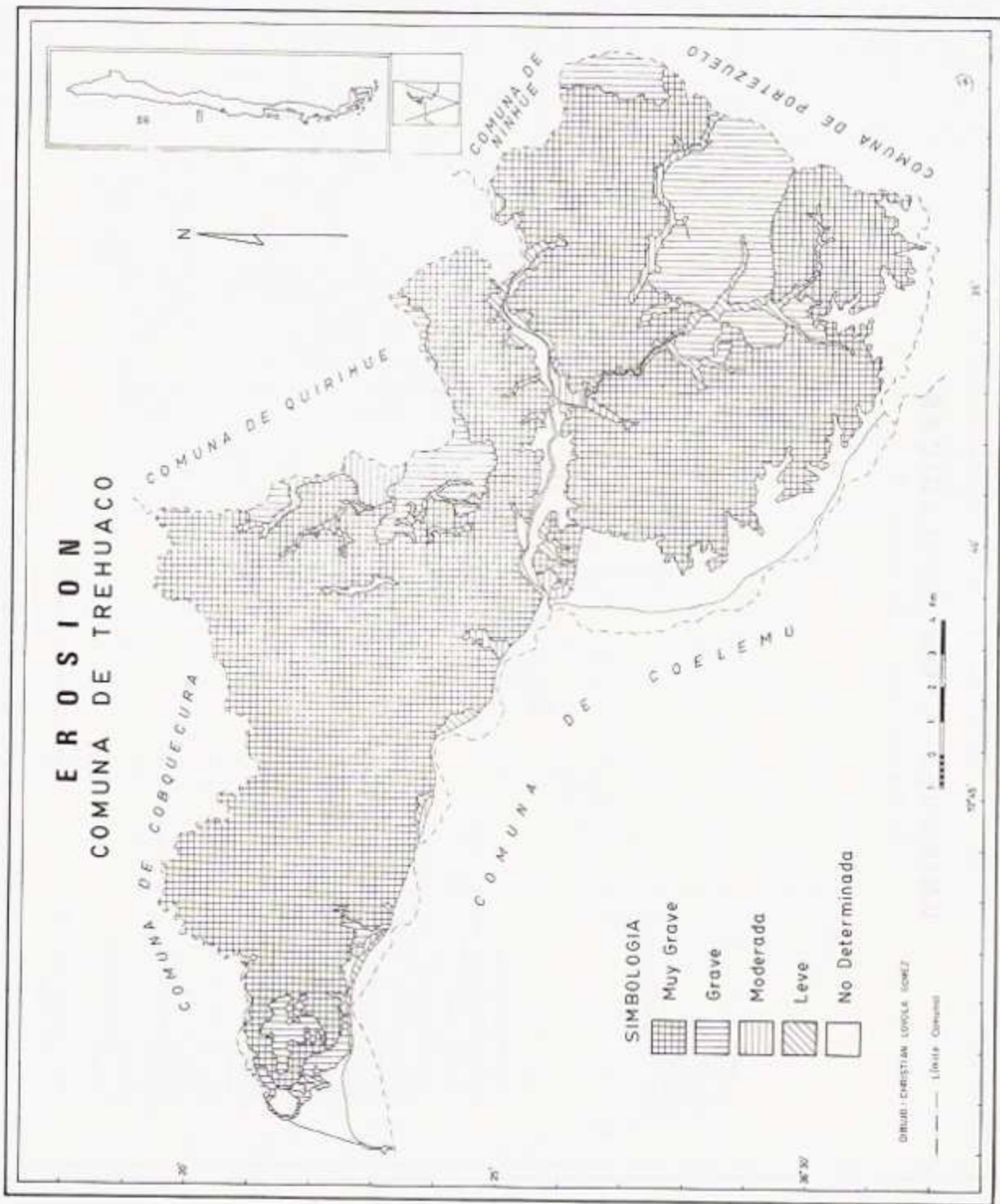
Asociado a lo anterior, se agrega la histórica presión antrópica en la explotación agrícola, ganadera y forestal, como asimismo a la dinámica de las precipitaciones y la arroyada superficial, especialmente del sector de sotavento, que han vulnerado el rol sustentador de la cobertura vegetal con desaparición de ella, en una notoria fase rexistásica del sistema.

CUADRO Nº 3

EROSION COMUNA DE TREHUACO			
NIVEL DE EROSION	Km2	Hectáreas	%
Muy Grave	215,6	21.560	67,63
Grave	34,7	3.470	10,88
Moderada	8,1	810	2,54
Leve	7,3	730	2,29
No determinada	53,1	5.310	16,66
TOTAL	318,8	31.880	100







BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA J., et al., 1990. Ambiente Físico geográfico de la Cuenca del río Itata. Universidad del Bío-Bío, Chillán. Seminario de Título.
- BORGEL R., (1983). Geomorfología. Tomo II. Colección Geografía de Chile: Edit. Instituto Geográfico Militar. Santiago - Chile.
- CENTRO DE ESTUDIOS REGIONALES C.I.E.R. (1976). Atlas Regional de Chile VIII Región. Universidad Católica - SERPLAC VIII Región. 1976.
- CONTRERAS M., R. Descripción del Paisaje Fitogeográfico de Ñuble.
- ENDLICHER, W., 1988. El problema de la erosión del suelo en la Cordillera de la Costa de la Octava Región. Revista de Geografía Norte Grande, 15:11-27 (1988).
- HENRIQUEZ F., M. 1990. Climatología de la Cuenca del río Itata. Revista Geográfica de Chile Terra Australis, 33-7-27.
- IREN-CORFO. 1979. Fragilidad de los ecosistemas naturales de Chile. IREN-CORFO Informe N° 40. Santiago.
- MARDONES F., M. Sistemas Naturales Integrados de la Región del Biobío. Rev. Geográfica de Chile Terra Australis, 29:49-60 (1986).
- REBOLLEDO V., J. 1993. Perspectiva Geográfica de los Procesos Socioecológicos de la Cordillera de la Costa de la provincia de Ñuble. El caso de la comuna de Quirihue. XV Congreso Nacional de Geografía. Anales Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas p. 257 - 263.