

## AREAS SOMETIDAS A RIESGOS NATURALES EN LA ZONA VILLARRICA-PUCON

CARLOS EMPARAN C.

Inst. Invest. Geológicas

### RESUMEN

Para la zona comprendida por el plan de desarrollo intercomunal Villarrica-Pucón, se efectuó la etapa fotogeológica de un estudio de riesgos naturales.

Esta zona se sitúa adyacente a la base del volcán Villarrica, que es activo, por lo cual los riesgos naturales más importantes están relacionados con la actividad volcánica y sísmica. Con respecto a la primera, se identificaron áreas sometidas al riesgo de corrientes de barro volcánicas o lahares y áreas bajo el riesgo de aluviones; en relación al segundo tipo de actividad, se identificó un área sospechosa de deslizamiento. En general, todos los cursos de drenaje que se originan en la base del volcán y sus desembocaduras constituyen áreas potenciales de riesgo.

Se considera aconsejable que las áreas de riesgo potencial sean destinadas solamente a áreas verdes y playas de uso público con una señalización preventiva adecuada.

### ABSTRACT

For the area enclosed by the Villarrica-Pucón interurban development project, the photogeological stage of a natural risks study was carried out.

The zone is located beside the base of the Villarrica volcano, which is active. Therefore, the most important natural risks are related with volcanic and seismic activity. In connection with the first type, there are some areas under potential risk of volcanic mudflows and floods; in connection with seismic activity, an area was identified as suspicious of sliding. In general, all the stream and drainage courses having their origin on the hillsides of the volcano and their outlets, constitute areas of potential risk.

It is considered advisable that areas under potential risk be reserved for parks and public beaches with an appropriate warning system.

### INTRODUCCION

En Chile, debido a sus características geológicas y topográficas, los procesos modeladores de la corteza, tanto internos como externos, son muy activos. Esta actividad, manifestada en forma extrema, origina riesgos naturales tales como sismos, maremotos, erupciones, corrientes de barro, inundaciones, erosión y deslizamientos, pudiendo causar pérdidas de vidas humanas y, más frecuentemente, daños en obras civiles. Por tal motivo, es necesario individualizar las áreas de riesgo, especialmente cuando se consideran proyectos de desarrollo a nivel nacional, regional o local que involucren ya sea expansión o creación de centros ur-

banos, industriales y obras de infraestructura.

Este trabajo presenta un caso específico de aquel tipo de proyectos y permite apreciar la importancia de los estudios de riesgos naturales. Atendiendo al gran atractivo turístico que presentan las localidades de Villarrica y Pucón, se concibió un plan integral de desarrollo intercomunal tendiente al mejor aprovechamiento turístico de ambas localidades y de la zona comprendida entre ellas. Para dicho objetivo se llamó a concurso de proyectistas de urbanismo. El plano de anteproyecto seleccionado fue sometido a la consideración de la División de Desarrollo Urbano

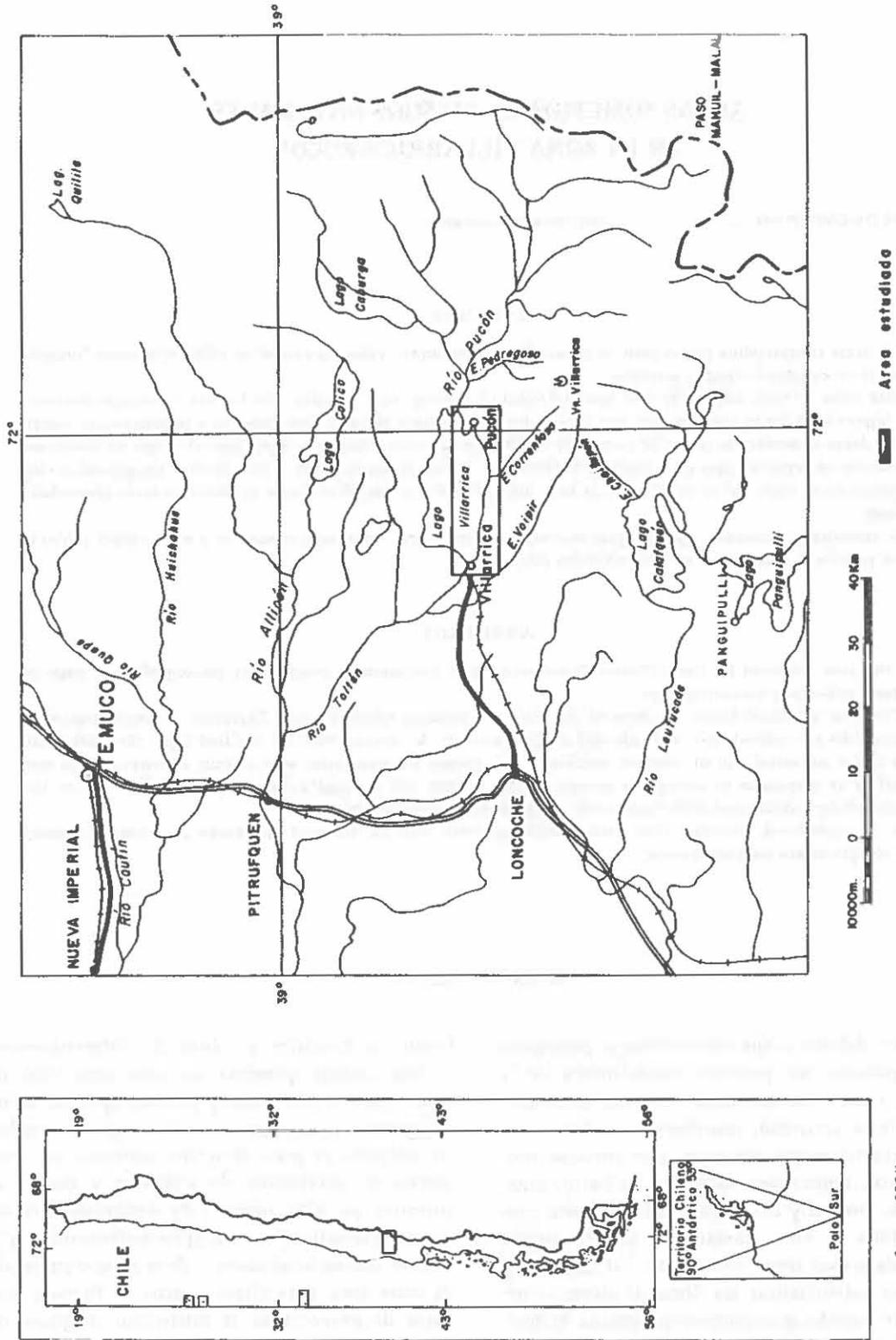


Figura 1.- UBICACION RESPECTO A LA ZONA

del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo (MINVU), la cual solicitó una evaluación de riesgos naturales dentro de la zona involucrada por el plano de anteproyecto.

Debido a limitaciones presupuestarias, sólo pudo efectuarse la etapa de interpretación fotogeológica, no pudiendo llevarse a cabo el estudio de terreno correspondiente. Tampoco se analiza el riesgo sísmico en relación a la seguridad de las estructuras sino sólo respecto a la posibilidad de deslizamientos. Sin embargo, se obtuvieron resultados que permitieron sugerir modificaciones en el plano de anteproyecto elaborado sin considerar ese tipo de estudios. Las áreas de riesgo están individualizadas en la Figura 2.

Volcanismo y sismicidad de origen tectónico son las dos principales fuentes naturales de riesgo en la zona estudiada. Con ellas están asociados

otros fenómenos tales como derretimiento violento de nieves que causa corrientes de barro volcánico y aluviones, según el tipo de material involucrado y su densidad, y deslizamientos. Los aluviones también pueden ser originados por lluvias intensas. Las áreas sometidas a estos tipos de riesgos se detallan a continuación del párrafo que describe la importancia del riesgo volcánico.

Para este trabajo, se utilizaron fotos aéreas de escala aproximada 1:50.000 (OEA, 1961). No se emplearon fotos más recientes de escalas mayores, por cuanto ellas cubren sólo parcialmente la zona estudiada.

Como base topográfica, se dispuso del plano de anteproyecto a escala 1:20.000, en base a una restitución aerofotogramétrica hecho con fondos de la OEA en 1961.

#### CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA ESTUDIADA

La zona estudiada se sitúa en la provincia de Cautín, IX Región. Se ubica sobre la ribera sur del lago Villarrica, entre la desembocadura del río Trancura por el este y el nacimiento del río Toltén por el oeste, quedando contigua a la base del volcán Villarrica. De este modo, constituye una franja elongada entre la localidad de Villarrica al poniente, la localidad de Pucón por el oriente, limitada al norte por el lago Villarrica y al sur por la base del volcán Villarrica. (Figura 1).

El volcán Villarrica es uno de los volcanes más activos de Chile, con actividad fumarólica permanente, que ha registrado numerosas erupciones desde el año 1558 hasta 1971. Por tal motivo, el volcanismo constituye el riesgo natural más importante de la zona comprendida en el plano de anteproyecto. Este volcán está situado en el extremo norte de una línea de volcanes activos, que se extiende hasta el volcán Calbuco por el sur, cercano a Puerto Montt.

Aparte de la sismicidad asociada con el volca-

nismo, la zona Villarrica-Pucón está sometida a la sismicidad de origen tectónico, que es de mayor importancia y severidad. Se sitúa en el sector norte de la cuarta provincia tectónica (Lomnitz, 1962), que es el de menor sismicidad, atendiendo al número de sismos registrados. Welkner (1964) propuso una subdivisión de las provincias sísmicas en zonas sísmicas, quedando incluida la zona Villarrica-Pucón en la zona sísmica Angol-Valdivia. La sismicidad de esta zona está originada preponderantemente en focos costeros y focos marinos situados frente y paralelos a la costa. Dichos focos se sitúan en fallas de orientación norte-sur (Ruiz y Saint-Amand, 1961), que constituyen la fuente de sismos destructores y maremotos (Plafker y Savage, 1970).

De este modo, el riesgo volcánico para la zona estudiada es de mayor importancia relativa, por cuanto es un riesgo directo, ya que la zona está situada en su origen; en tanto que el riesgo sísmico, de causa tectónica, tiene un origen relativamente lejano.

#### IMPORTANCIA DEL RIESGO VOLCANICO EN LA ZONA

El volcán Villarrica alcanza una altura de 2.800 m. s.n.m. La importancia del riesgo que involucra puede ser evaluada mediante la descripción de su erupción más reciente. Su última fase eruptiva,

que culminó a fines de Diciembre de 1971, fue descrita detalladamente por González, 1972. En aquella erupción, los flujos de lava alcanzaron hasta la cota 2.000 m por los cauces de los esteros

Correntoso y Pedregoso y una extensión de 14 km desde el cráter por el cauce del estero Chaillupén (Figura 1). Los lahares o corrientes de barro volcánicas descendieron por los cauces de los esteros Correntoso, Pedregoso, Voipir y Chaillupén, desplazándose a velocidades del orden de los 80 km/hr y arrastrando bloques de hasta 20 m<sup>3</sup>.

Los fragmentos volcánicos eyectados explosivamente por el volcán se depositaron hacia el sureste, según la dirección predominante del viento. Ocuparon una zona aproximadamente elíptica con un polo en el cráter del volcán; las cenizas se esparcieron en un área de 200 km<sup>2</sup> y los fragmentos mayores cubrieron los 60 m<sup>2</sup> más próximos al volcán.

Al culminar la fase eruptiva de 1971, se originó una grieta de 2 km de longitud que se extiende entre las cabeceras de los esteros Pedregoso y Chaillupén, cruzando a través del cráter del Villarrica. Esta grieta controló la eyección de lavas en esa erupción y se estima que continuará haciéndolo en el futuro.

#### AREAS DE RIESGO POR CORRIENTES DE BARRO DE MENOR DENSIDAD O ALUVIONES

Estas áreas se enumeran en orden de ubicación, avanzando desde la ciudad de Villarrica hacia el este (Figura 2). Estas corrientes de barro o aluviones pueden ser originados por lluvias intensas o estar asociadas con erupciones volcánicas, al producirse un derretimiento violento de los hielos del volcán Villarrica.

##### TECNICAS DEL ANALISIS

Esta área, en la desembocadura, está limitada por dos líneas de drenaje. El estero está originado por la convergencia de numerosas líneas de drenaje que nacen en la base del cono del volcán Villarrica. En las fotos del año 1961 se observaron numerosos depósitos recientes, a esa fecha, de corrientes de barro que alcanzan hasta unos 7 km de su desembocadura.

##### DESEMBOCADURA Y CURSO DEL ESTERO MALCO

En la desembocadura, el área está limitada por la línea de drenaje actual y un curso abandonado. Este estero se origina por la convergencia de numerosas líneas de drenaje que nacen en la base del cono del volcán Villarrica. En las fotos del año 1961 se observan amplios depósitos recientes, a esa fecha, de corrientes de barro que al-

En relación a los riesgos considerados en este estudio, hay que tener presente que el violento derretimiento de hielos y nieve causado por la eyección de lavas y gases calientes, origina las corrientes de barro volcánicas o lahares, pudiendo dar lugar también a aluviones de menor densidad y que alcancen mayor extensión.

Se considera que la zona estudiada está a salvo de la caída de cenizas y fragmentos mayores, expulsados violentamente al aire, debido a que la dirección de los vientos es favorable por cuanto predominan los provenientes del norte.

Para la prevención oportuna de fases eruptivas, O. González propuso, ya con anterioridad a la erupción de 1971, la instalación de una estación vulcanológica robot en el volcán Villarrica. Debido al desarrollo de la grieta anteriormente descrita y originada al finalizar dicha erupción, se estima conveniente la instalación de un sistema robot preventivo a lo largo de ella, según indicaciones de especialistas.

canzan hasta unos 3 km de la desembocadura.

##### DESEMBOCADURA Y CURSOS DE LOS ESTEROS LONCOTRARO, LOS CHILCOS Y CORRENTOSO

El estero Correntoso es el más importante de los tres y notable por la cantidad de material que ha acumulado en su curso y, especialmente, en su desembocadura. Los esteros Los Chilcos y Correntoso se originan en la base del cono del volcán. El estero Los Chilcos, en la parte superior de su curso, presenta amplios depósitos de lahares, tal vez también lavas y aluviones, alcanzando estos últimos hasta unos 6 km de su desembocadura. En tanto que, el estero Correntoso presenta depósitos recientes de corrientes de barro en todo su curso. El estero Loncotraro es el menos importante y se origina en la base del volcán, presentando en su lecho depósitos recientes de corrientes de barro hasta una distancia de 7 km de su desembocadura.

##### DESEMBOCADURA Y CURSO DEL ESTERO CARMELITO

Este estero constituye el drenaje principal de un ancho canal de flujo para lahares y aluviones. En las fotos aéreas del año 1961 se observan depó-

FIGURA 2

## AREAS DE RIESGOS NATURALES EN LA ZONA VILLARRICA - PUCON

PROVINCIA DE CAUTIN, IX REGION - ANTEPROYECTO PLAN INTERCOMUNAL VILLARRICA - PUCON

Estudio Fotogeológico  
efectuado por  
**CARLOS B. EMPARAN C.**  
Geólogo, M.Sc.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS

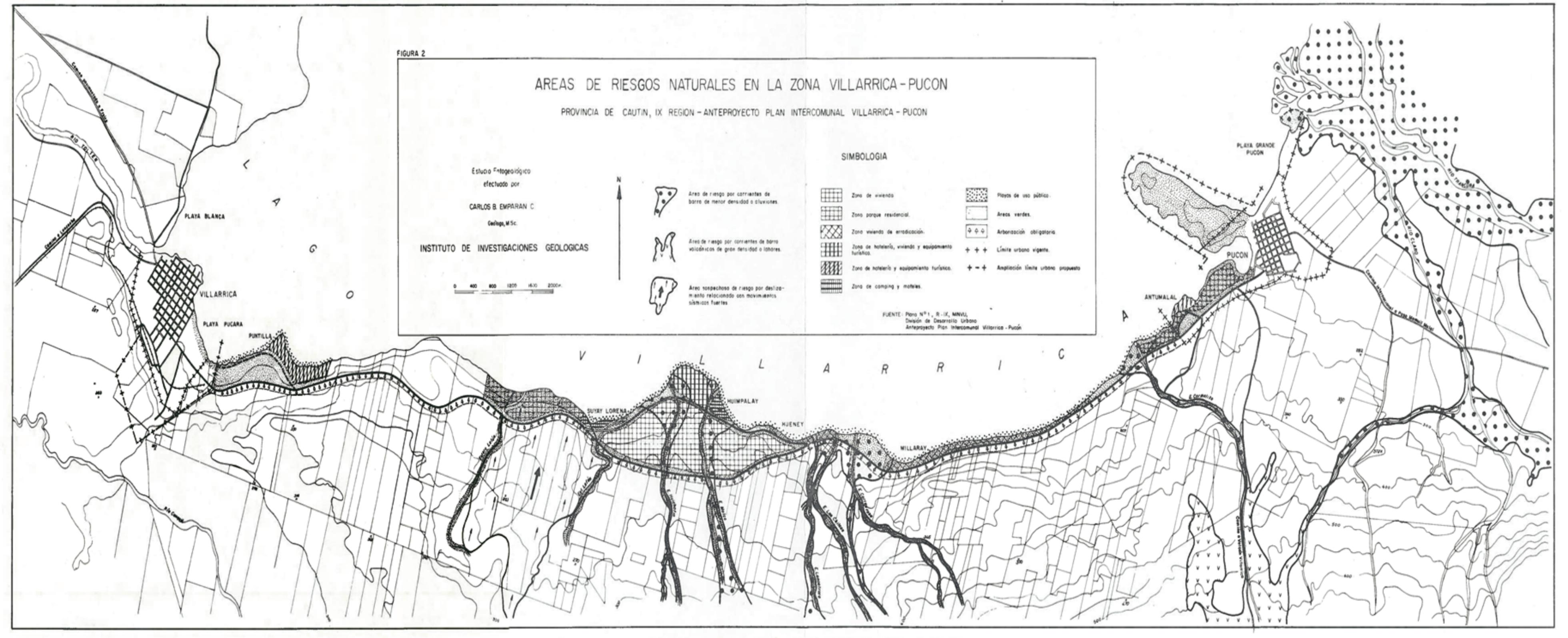


- Área de riesgo por corrientes de barro de menor densidad o aluviones.
- Área de riesgo por corrientes de barro volcánicas de gran densidad o lahars.
- Área sospechosa de riesgo por deslizamiento relacionado con movimientos sísmicos fuertes.

### SIMBOLOGIA

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Zona de vivienda                                      | Playas de uso público.              |
| Zona parque residencial.                              | Área verdes.                        |
| Zona vivienda de erradicación.                        | Arboledación obligatoria.           |
| Zona de hotelaría, vivienda y equipamiento turístico. | Límite urbano vigente.              |
| Zona de hotelaría y equipamiento turístico.           | Ampliación límite urbano propuesto. |
| Zona de camping y moteles.                            |                                     |

FUENTE: Plano N° 1, R-IX, MNVI,  
División de Desarrollo Urbano  
Anteproyecto Plan Intercomunal Villarrica - Pucón



sitos recientes hasta unos 6 km de su desembocadura

#### CURSO DEL RIO CLARO

En ambos costados, presenta líneas de escarpes bien definidas que delimitan un área susceptible de ser ocupada por corrientes de barro. Este río tiene drenajes afluentes, que lo comunican con dos importantes canales de descenso para las corrientes de barro volcánicas o lahares, provenientes del Villarrica.

#### CURSO DEL RIO TRANCURA

Su lecho está bien definido por escarpes en am-

bos costados. Este río se comunica con importantes canales de descenso para corrientes de barro volcánicas o lahares y su curso podría ser ocupado por aluviones asociados con erupciones.

#### DELTA DE LOS RIOS TRANCURA Y CLARO

Esta área puede ser ocupada por corrientes de barro o aluviones, especialmente aquellos asociados con erupciones, debido a que ambos ríos se comunican con importantes canales de descenso desde el cono del volcán.

### AREAS DE RIESGO POR CORRIENTES DE BARRO VOLCANICAS DE GRAN DENSIDAD O LAHARES

Estas áreas comprenden el curso del estero Carmelito, una depresión situada al oeste de aquél y el cauce de un afluente del río Claro. Se sitúa en el extremo inferior del más ancho de los canales de flujo para materiales eruptados por el volcán, en la ladera, que enfrenta al lago Villarrica. En dicho canal, los depósitos recientes (fotos de 1961) alcanzan un ancho de unos 1.300 m a una distancia de 8.5 km de la desembocadura del estero Carmelito.

Los dos cauces anteriormente mencionados, constituyen drenajes directos del canal de flujo, siendo el principal el estero Carmelito y, por lo tanto, corresponde al área de mayor riesgo. En cambio, el área situada al oeste de aquél es la de menor riesgo, por cuanto se requiere que los lahares o corrientes de barro volcánicas sobrepasen un portezuelo bajo, originado por una obstrucción o rebasamiento de los dos drenajes del canal de flujos volcánicos.

### AREA SOSPECHOSA DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO RELACIONADO CON MOVIMIENTOS SISMICOS FUERTES

Esta es el área de riesgo más cercana a la ciudad de Villarrica que se ha identificado en la zona. Se sitúa entre el estero Lefún y otro estero adyacente hacia el este, que aparece sin nombre en el plano de anteproyecto (Figura 2).

El área está delimitada en sus costados por dos profundas quebradas zigzagueantes, que interrumpen la continuidad de otras líneas de drenaje y desplazan algunos cercos antiguos demarcados por vegetación (fotos aéreas del año 1961). En su cabecera hay un escarpe, donde se produce una inversión y convergencia de drenaje sin salida. Estas originan un alineamiento de manchones de vegetación, que llega hasta el borde del lago; algunos de estos manchones se ubican en depresiones aproximadamente circulares. Su línea de costa es

una lobulación hacia el lago.

Si realmente fuera un área de deslizamiento, se estima que la superficie de fractura tendría una traza en la pendiente sub-acuática del lago. Podría estar actualmente estabilizada y sujeta a pequeños movimientos periódicos relacionados con sismos de cierta magnitud o presentar un movimiento constante muy lento. Se estima más probable el primer mecanismo de deslizamiento. Estas suposiciones podrían ser descartadas o confirmadas mediante antecedentes relativos al alineamiento y estabilidad de los puentes y el camino en el cruce de las quebradas que delimitan el área. Si no se tuvieran antecedentes a este respecto, sólo cabe observación futura sobre los puntos señalados.

## CONCLUSIONES

1. Las dos fuentes principales de riesgos naturales en la zona Villarrica-Pucón son el volcanismo y la sismicidad de origen tectónica. El primero se considera de mayor importancia relativa por constituir un riesgo directo, ya que la zona estudiada se sitúa en su centro de origen, en tanto que el riesgo sísmico por causas tectónicas tiene un origen relativamente lejano.
2. Asociados con el volcanismo y la sismicidad se producen fenómenos tales como corrientes de barro volcánicas de gran densidad o lahares, corrientes de barro de menor densidad o aluviones y deslizamientos. Los aluviones pueden ser también originados por lluvias intensas.
3. En la zona estudiada, hay áreas que presentan riesgo potencial causado por los fenómenos naturales antes señalados, comprometiendo el destino proyectado para los terrenos en algunos sectores del plano de anteproyecto del plan intercomunal Villarrica-Pucón.
4. En general, todos los cursos de drenaje que se originan en la base del volcán Villarrica y sus desembocaduras, constituyen áreas potenciales de riesgo.
5. El sector situado inmediatamente al oeste de Suyay, destinado a zona de camping y moteles, con un frente de 1.5 km sobre la ribera del lago Villarrica, se sitúa en un área sospechosa de riesgo de deslizamiento ante movimientos sísmicos fuertes.
6. Adyacente a Lorena y al oriente de dicho lugar, hay un sector destinado a zona de vivienda, zona de hotelería, vivienda y equipamiento turístico y áreas verdes. Este sector, con un frente de aproximadamente 0.8 km en la ribera del lago y en el cual se sitúa la desembocadura del estero Huichatio, corresponde a un área sujeta al riesgo potencial de corrientes de barro o aluviones.
7. En el lugar denominado Huimpalay, hay un sector destinado a zona de vivienda, zona de camping y moteles y en parte a zona de hotelería, vivienda y equipamiento turístico. Este sector, con un frente de aproximadamente 0.8 km en la ribera del lago y que comprende la desembocadura del estero Malco, corresponde a un área sujeta al riesgo potencial de corrientes de barro o aluviones.
8. Entre Hueney y Millaray, hay un sector que comprende las desembocaduras de los esteros Loncotraró, Los Chilcos y Correntoso; en general, está destinado a áreas verdes con excepción del lugar comprendido entre los primeros dos esteros, que se destina a zona de vivienda de erradicación. Este sector, con un frente de aproximadamente 1.7 km en la ribera del lago, corresponde a un área sujeta al riesgo potencial de corrientes de barro o aluviones.
9. Inmediatamente al oeste del lugar denominado Antumalal, hay un sector que comprende la desembocadura del estero Carmelito; en general, está destinado a áreas verdes con excepción de la zona para viviendas de erradicación. Este sector, con un frente de aproximadamente 1 km sobre el lago, corresponde a un área sujeta al riesgo potencial de corrientes de barro o aluviones.
10. Se ha considerado que la zona Villarrica-Pucón está a salvo de la caída de cenizas y fragmentos mayores, expulsados violentamente durante las erupciones, debido a que la dirección de los vientos es favorable, por cuanto predominan los provenientes del norte.

## RECOMENDACIONES

1. Se estima conveniente reconsiderar el destino de los terrenos presentado en el plano de anteproyecto del plan intercomunal Villarrica-Pucón, en aquellos sectores comprendidos dentro de las áreas de riesgo natural potencial.
2. Se considera aconsejable no ubicar construcciones de viviendas u hotelería dentro de los límites de las áreas de riesgo identificadas, destinándolas preferentemente a áreas verdes y playas de uso público.
3. Aquellos sectores, en las áreas de riesgo potencial por corrientes de barro o aluviones, que fueren destinados a playas de uso público, deberían contar con señalización que indique el

área de peligro, en caso de erupción del volcán Villarrica. Debe tenerse presente, la gran velocidad (80 km/hr) que alcanzaron las corrientes de barro volcánicas, que se encauzaron en los cursos de drenaje durante la erupción de Di-

ciembre de 1971.

4. Es conveniente confirmar, ampliar y documentar las observaciones fotogeológicas efectuadas, mediante el correspondiente estudio de terreno.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los geólogos señores Hugo Henríquez y Hugo Delucchi las observaciones que hicieron al presente trabajo.

#### REFERENCIAS

- GONZALEZ, O.** 1972. Distribución del volcanismo activo de Chile y la reciente erupción del volcán Villarrica. Anales Primer Symposium Cartográfico Nacional, Inst. Geog. Militar, Santiago.
- LOMNITZ, C.** 1962. On Andean structure. J. Geoph. Res., Vol. 67, N° 1, p. 351-363.
- PLAFKER, G.; SAVAGE, J.C.** 1970. Mechanism of the Chilean Earthquakes of May 21 and 22. Geol. Soc. of Am. Bull., Vol. 81, N° 4, p. 1001-1030.
- RUIZ, C.; SAINT-AMAND, P.** 1961. Observations concerning the Chilean earthquakes of May 1960. Rep. XXI Session, Int. Geol. Congress, Norden, Part XXVI, Supl. Vol. Sec. 1-21, p. 116-133.
- WELKNER, P.** 1964. Estudio de la sismicidad en Chile y su aplicación al cálculo antisísmico. Memoria de prueba, Esc. Ing., Fac. C. Fís. y Mat., U. de Chile, Santiago.