Revista de Geografía Norte Grande, 19: 53-57 (1992)

Ensayo de evaluación del impacto de un eventual ascenso del nivel marino inducido por el efecto de invernadero en la zona costera de la Región de Valparaíso*

DR. BELISARIO ANDRADE J.
DRA. CONSUELO CASTRO A.
lnstituto de Geografía
Pontificia Universidad Católica de Chile

RESUMEN

Esta cornunicación señala el efecto sobre la zona costera del impacto de un eventual ascenso del nivel del mar. inducido por el efecto de invernadero. entre Papudo y *Rocas de Santo Domingo (32º 30'* S - *33º* 37' *S).*

Se cuantifican las áreas posiblemente inundadas, mostrando éstas un grado de sensibilidad diferente. que depende del tipo geomorfológico de costa.

El impacto sobre el medio antropizado es analizado considerando su efecto sobre la infraestructura y *hace referencia también al efecto indirecto que éste puede tener sobre la actividad turística* y *pesquería artesanal.*

RÉSUMÉ

Dans le cadre de cet article nous exposons les conséquences probables d' une transgression marine. provoquée par l' effet de serre, sur la zone côtière entre Papudo et Rocas de Santo Domingo (32º 30' S - 33° 37' S).

On évalue l' extension spatiale des zones inmergées, celle-ci est fontion des paramétres de la géomorphologie littorale.

Les conséquences sur le milieu anthropique sont analysés, notament l' impact sur les infrastructures mais également les effects indirects sur les activités touristiques et la pêche artisanale.

INTRODUCCION

La comunidad científica internacional coincide en que el nivel relativo del mar está subiendo debido al fenómeno llamado "efecto invernadero", provocado por un aumento en las concentraciones de CO_2, CH_4 y otros gases, a consecuencia de la actividad humana, generando un aumento de la temperatura media del planeta (Titus, 1988).

Las proyecciones de ascenso del nivel marino para los próximos lO, 35, 60, 85, 95 Y 110 años, propuestas por investigadores como Hoffman *el al.*, (1986), Revelle (1983), Maier (1985) y Thomas (1986), en Titus *(op. cit.y,* muestran un amplio rango de variación entre 30 cm y 3 m, debido a que los modelos desarrollados hasta el momento deben incorporar factores geofísicos rnultivariados, cuyo conocimiento actual aún es imperfecto.

Si bien las estimaciones difieren, existe acuerdo en el sentido de la tendencia general, siendo posible esperar que para los próximos 100 años el nivel relativo del mar pueda aumentar en aproximadamente 1 m. Los efectos del eventual fenómeno sobre la Zona Costera son variados; por ejemplo, inundación de las áreas bajas, erosión de playas, aumento de la salinidad de estuarios y napas freáticas, pérdidas de infraestructuras comerciales, residenciales, industriales y turísticas, entre otras.

En el marco de lo expuesto, esta comunicación expone los resultados obtenidos hasta el momento en un ensayo metodológico de evaluación de los posibles impactos de la pronosticada transgresión marina sobre el litoral de la V Región.

EL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde al sector costero comprendido entre las localidades de Papudo y Rocas de Santo Domingo (32º 30' S - 33º 37' S) (Figura 1). Entre estos dos puntos se localizan los más importantes puertos regionales, como asimismo las principales aglomeraciones urbanas costeras de la Zona Central. La importancia económica relacionada con

* Esta comunicación expone resultados obtenidos en los proyectos de investigación DIUC 90/013 y FONDECYT 91/0648.

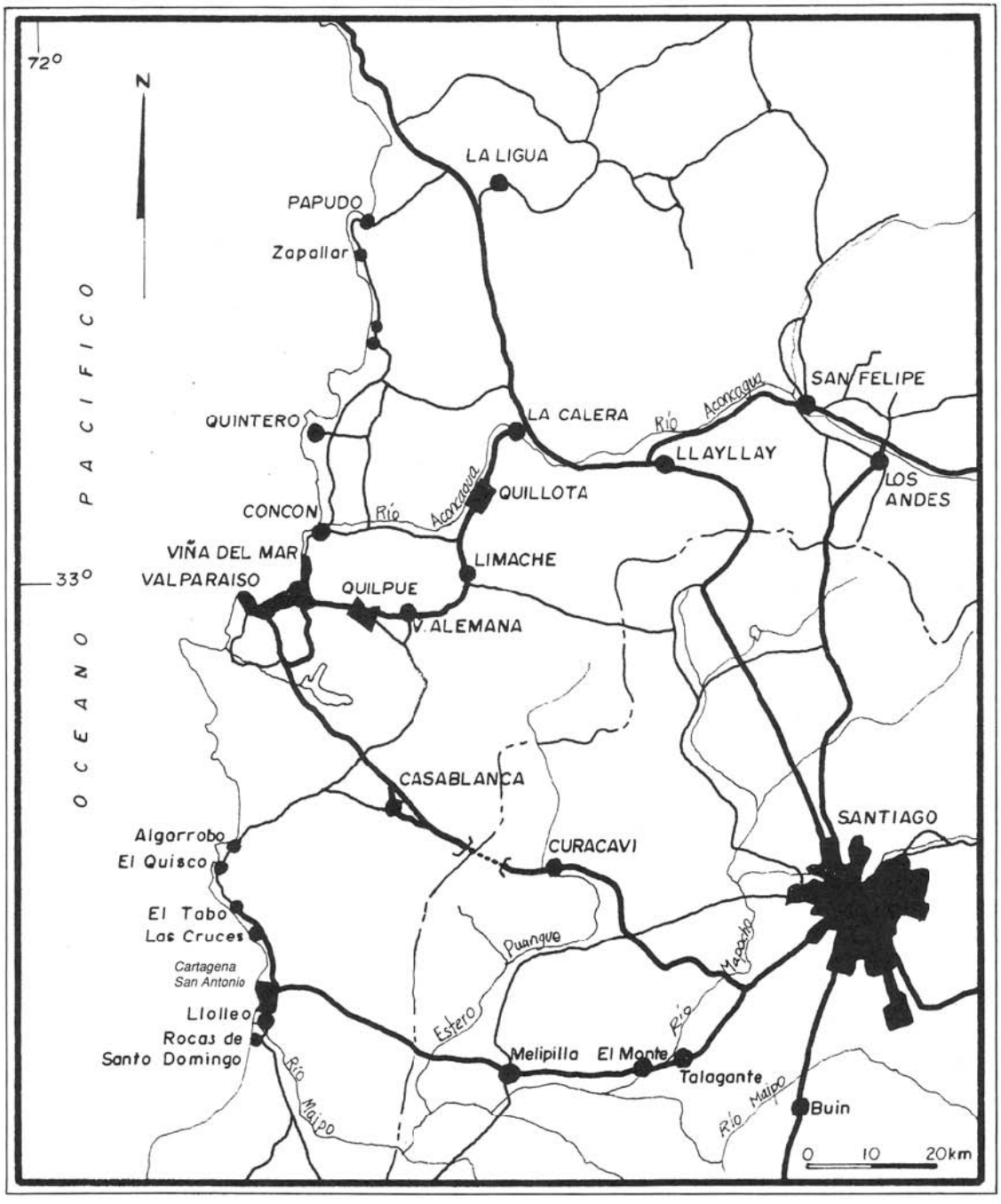

Figura 1: Localización del area de estudio.

las vocaciones turísticas, industriales y de servicios, sustenta el interés de contar con un diagnóstico de los posibles efectos de un ascenso de nivel marino en ellas.

Este tramo del litoral central corresponde geornorfológicarnente a una costa de rasas (Del Canto y Paskoff, 1983), la que presenta varios niveles escalonados entre los 250 m y el nivel marino actual. La línea de costa está constituida por dos tipos esenciales de ribera, estranes rocosos y costas construidas, los que presentan grados de sensibilidad diferentes ante el eventual impacto estudiado.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo de evaluación emprendido ha adoptado la metodología propuesta por el IPCC (1990), en la cual se establece un inventario de los elementos naturales y culturales existentes entre las curvas de nivel 0, 1 Y 2 m, en sus aspectos lineales, areales, cantidades y valores estimados. Para llevar a cabo esta labor se han efectuado trabajos de gabinete consistentes en recopilación e interpretación de documentos, tales como cartas topográficas regulares, planos reguladores, fotografías aéreas, información estadística variada y actividades de observación y control de terreno.

Parte de la información obtenida mediante las actividades arriba señaladas, se ha incorporado a un Sistema de Información Geográfica (SIG), en este caso PC ARC/INFO 3.4D., el que ha sido utilizado para administrar los datos existentes y generar información nueva, como por ejemplo el trazado de las curvas de 1 y 2 m mediante el uso del módulo TIN (Triangular Irregular Network) y la medición areal lineal para diversos fenómenos.

EL IMPACTO SOBRE LAS UNIDADES NATURALES

La evaluación realizada con escenarios de ascenso del nivel marino de 1 y 2 m señala que, linealmente, con 1 m de ascenso se verán comprometidos 97 km de estrán arenoso y 137 km de costa rocosa, con una pérdida en superficie de 170 ha y 74 ha, respectivamente. Con un escenario de 2 m, se incrementa la superficie inundada a 338 ha de playa y dunas asociadas y 148 ha de costa rocosa.

Las cifras correspondientes para las costas arenosas son conservadoras, ya que no consideran el efecto de la regla de Bruun, la que en líneas generales indica que un ascenso del nivel marino produce erosión del estrán, debido a una búsqueda de adaptación del perfil de equilibrio dinámico de la playa. Los valores de retroceso posible se encuentran en una relación aproximada de 1 m de retroceso horizontal por cada cm de aumento de nivel (Bruun, 1962).

Por lo arriba expuesto, es factible esperar un severo retroceso del conjunto de playas de la región, estableciéndose un incremento en la sensibilidad de estas unidades ambientales frente a otros factores de desequilibrio. Algunas playas de bolsillo (por ejemplo, Zapallar, Cartagena, Caleta las Cruces), las que por su posición no cuentan con posibilidad de retroceso y no disponen de un campo de dunas asociado que permita compensar el déficit sedimentario, corren el riesgo de desaparición total.

La costa rocosa se presenta menos sensible ante un impacto como el estudiado, debido a su mayor resistencia a la erosión y su pendiente predominantemente abrupta, lo que restringe el área inundable, como lo señalan las cifras arriba citadas.

LAS CONSECUENCIAS SOBRE EL MEDIO ANTROPIZADO

Las implicancias negativas sobre instalaciones humanas y sobre recursos en explotación parecen ser las más evidentes de las consecuencias del eventual ascenso del nivel marino; sin embargo, su evaluación plantea dificultades debido a la falta de información a la escala de trabajo de la investigación en curso.

En efecto, la desagregación de la información estadística existente sobre aspectos económicos, turísticos y demográficos, entre otros, no permite establecer claramente las consecuencias socioeconómicas del impacto estudiado con escenarios de 1 y 2 m de ascenso. No obstante, la información obtenida hasta el momento permite, en algunos aspectos, mostrar que una transgresión como la prevista tendría consecuencias importantes a nivel regional.

La infraestructura probablemente afectada dentro de la franja comprendida entre O y 2 m incluye 5 km de longitud de puentes, 11 km de caminos, 8 km de frente de puertos, 13 km de muros de protección y 11 desagües de aguas servidas.

El turismo balneario también se verá afectado, especialmente el relacionado con la frecuentación de playas, en el caso de que éstas disminuyan su superficie o incluso desaparezcan, como se señaló más arriba. Es así como en el área de estudio se detectó una capacidad alojamiento de 6.059 camas y al menos 209 locales comerciales. Una disminución del recurso playa debe tener como consecuencia una aminoración del flujo de potenciales ocupantes de estas instalaciones. Igualmente, existe infraestructura de servicios turísticos localizada en áreas de riesgo (Fig. 2).

Las residencias veraniegas y permanentes, repertoriadas en la zona inundable y también afectadas por una mayor penetración de las olas de bravezas, alcanzan una cifra cercana a las 500 unidades.

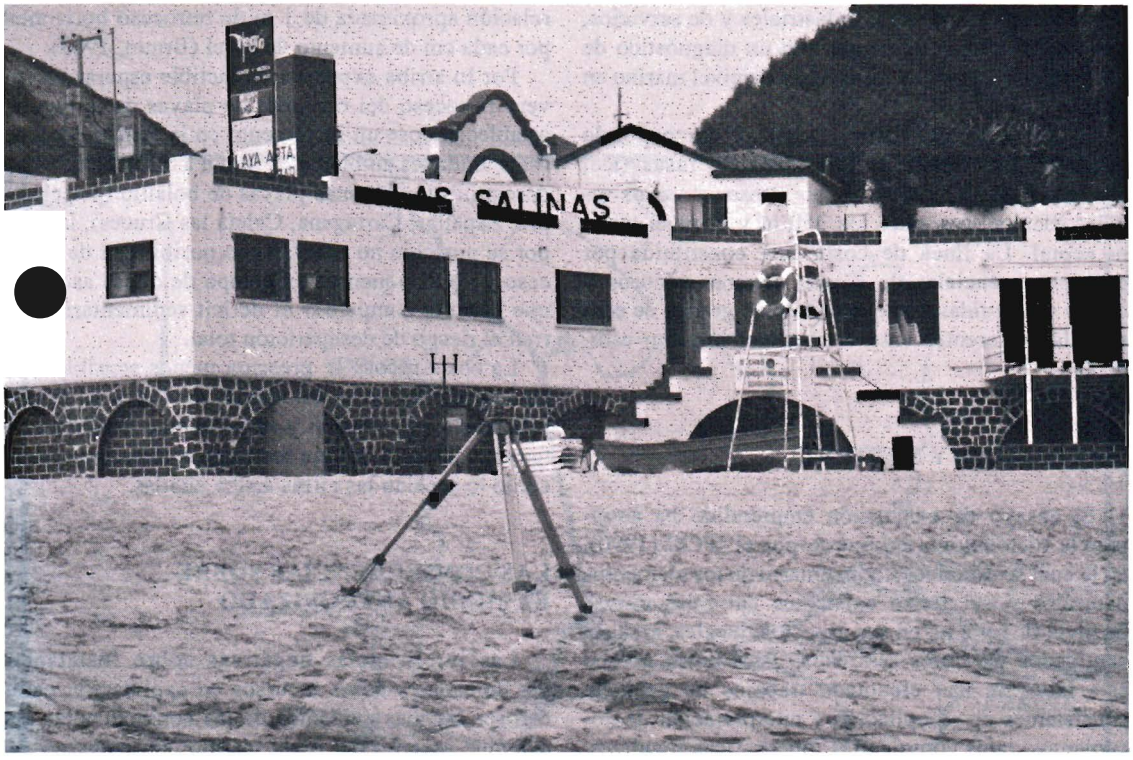

Figura 2: Establecimiento turístico dentro del área de riesgo en la playa Las Salinas, Viña del Mar (Foto H. Manríquez T).

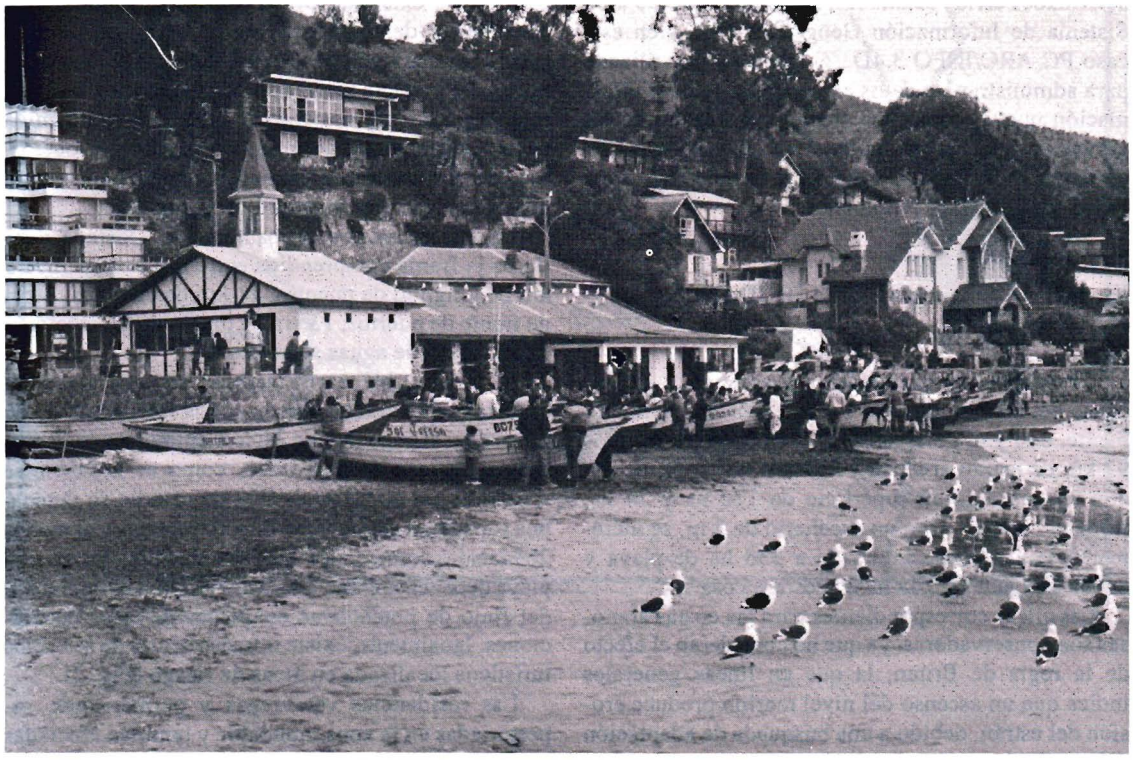

Figura 3: Instalaciones de la actividad pesquera artesanal en el límite superior del estrán actual. Papudo (Foto P. Muñoz A.).

La pesca artesanal será afectada especialmente en sus instalaciones costeras, las que en general se encuentran prácticamente a nivel del estrán (Fig. 3). En el área se registraron 25 caletas con un total de 1.030 embarcaciones de diverso tipo. La relocalización tierra adentro de estas infraestructuras generará un gasto que deberán asumir estas unidades productivas.

El peso demográfico de la zona costera estudiada se ha precisado considerando sólo la población censada en distritos que limitan con la línea de costa; lógicamente, la mayor parte de ella no vive en la zona comprendida entre los O y 2 m; sin embargo, esta información puede reflejar indirectamente la presión antrópica potencial sobre dicha franja. Los datos censales proporcionados por el INE para 1982 indican que los distritos considerados poseen aproximadamente 682.000 habitantes, lo que representa el 56% del total regional.

DISCUSION y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos señalan que la zona costera de la V Región presenta un grado de sensibilidad diferenciado frente al posible impacto de un ascenso de nivel marino, como el señalado anteriormente. La respuesta de las unidades ambientales depende esencialmente del tipo de materiales encontrados en el estrán; es así como las costas arenosas serán fuertemente impactadas, mientras que las costas rocosas lo serán sólo levemente.

El medio antropizado también presenta sensibilidad frente al impacto estudiado; sin embargo, su cuantificación es compleja y con un grado de precisión menor, por razones señaladas en el texto. El impacto sobre la infraestructura vial, portuaria, turística y residencias es relativamente sencillo de establecer mediante un catastro; no obstante, el relacionado con las actividades económicas requiere encontrar caminos metodológicos más adecuados que los empleados en este estudio.

Hay ciertos aspectos que deben ser aclarados en investigaciones futuras, como el hecho de que la existencia de playas depende no sólo de la posición relativa del nivel marino, sino también del balance sedimentario en la línea de costa. Al respecto, los modelos de cambio climático global aplicados al caso chileno involucran un aumento considerable en la carga fluvial que llega hasta la costa, debido a una modificación de los patrones geomorfológicos e hidrológicos en las cuencas andinas. Este aumento del aporte sedimentario fluvial hace factible la compensación de parte de la pérdida de playas estimada.

La gestión territorial de la Zona Costera debe considerar lo expuesto como un elemento más en la planificación; sin embargo, es imprescindible mejorar los modelos de funcionamiento de los sistemas geomorfológicos litorales para lograr una toma de decisiones adecuada, científicamente apoyada.

BIBLIOGRAFIA

BRUUN, P., 1962: Sea level Rise as a Cause ofShore Erosión. *Journal ofWaler ways and Harbour Division.(ASLE)* 1: 116-130.

DEL CANTO, S., Y PASKOFF, R., 1983: "Características y Evoluci6n Geornorfol égica Actual de Algunas Playas de Chile Central, entre Valparaíso y San Antonio (V Regi6n) *Revista de Geografía Norte Grande*. 10: 31-45.

HOFFMAN, *1.S.;* KEYES, D., y TITUS, J.G., 1983: *Proyecting Future Sea Level Rise,* U.S. GPO # 055-000-0236-3. Washington, D.e.: Government Printing Office.

IPCC, 1990: Strategies for Adaptacion to Sea Level Rise. Repon of the Coastal Zone Management Subgroup. Intergovernmental Panel On Climate Change. Response Strategies Working Group. November 1990.

MEIER, M.F. *el al.,* 1985: *Glaciers, Ice Sheets and Sea Level: Effect of a* CO_2 *Induced Climatlc Change.* Washington, D.C.: National Academy Press.

THOMAS, R.H., 1986: "Future Sea Level Rise and Its Early Detection by Satellite Rernote Sensing". In J.K. TITUS (ed.). Effects of Changes in Stratospheric Ozone and Global Climate, Vol. 4: Sea Level Rise.

TITUS, J.G. (ed.), 1988: *Greenhouse Effecls. Sea Level and Coastal Wellands*. E.P.A.-230-05-86-013.