



## **EL HOLOCENO DE QUINTERO: GEOLOGIA APLICADA AL PUERTO DE LONCURA**

**EDUARDO VALENZUELA AYALA\***

### **INTRODUCCION**

En playa Loncura se desea construir una dársena de 18 m de profundidad por 500 m de ancho y 600 m de largo, adosada a la cancha de aterrizaje de la Base Aérea de Quintero. Se plantea el problema de excavar la dársena y el canal de acceso en un subsuelo no consolidado, susceptible de extraerse mediante técnicas convencionales que no impliquen tronadura o perforar roca dura (Figura 1).

Para dilucidar el problema se efectuó un muestreo del fondo marino mediante buceo semiautónomo, entre los 20 y 0 metros bajo el nivel del mar. Las coordenadas geográficas se determinaron mediante GPS modelo Trimble Ensign. En tierra firme se muestrearon las unidades detectadas en las fotografías aéreas y se estudiaron 5 pozos de agua subterránea. La petrografía, mineralogía y el análisis granulométrico de las muestras sigue las técnicas y procedimientos indicados por Folk(1).

### **EL SUELO Y SUBSUELO MARINO**

A poca profundidad bajo el mar, existen roqueríos conocidos con el nombre de Bajo Cochrane y Roca Prat. El primero, se ubica 600 metros al NW de la Roca Blanca. Entre ambos sectores existe una planicie arenosa entre los 8 y 5 m bajo el nivel del mar. El bajo tiene 185 m de largo en dirección Norte-Sur por 140 m de ancho en dirección Este-Oeste. Su cima plana es rocosa y se ubica entre los 6 y 7 m de profundidad (Figura 2). El flanco NE es cóncavo hasta los 9 metros de profundidad. Entre los 9,5 y los 12 m presenta caras verticales con dos profundas grietas horizontales a los 9,5 y 11 m de profundidad. El flanco Oeste es escalonado, con 3 cornisas de 3 m de ancho cada una separadas por escarpes de 50 centímetros de alto. Alpié de la ladera Norte, a los 15 m de profundidad, hay numerosos bloques y bolones de hasta 1,5 m de diámetro, con arena muy gruesa rellenando los intersticios.

La continuación submarina del cordón Roca Blanca-Bajo Cochrane es la Roca Prat. Consiste en dos picachos separados 19 metros uno del otro, con cimas a 6 y 8 m bajo el nivel de mar. Su base se encuentra a los 14 m de profundidad. Presenta bordes cóncavos en el sector Norte y Noreste, y profundas grietas subverticales en los flancos Norte y Este. El flanco Sur presenta 3 cornisas escalonadas de 3 m de ancho cada una, separadas por escarpes de 50 cm de alto. Al igual que el bajo Cochrane hay varias grietas subhorizontales en diversas direcciones. Entre el bajo Cochrane y el bajo Prat existe una roca sumergida de 3 m de alto y 5 a 7 m de diámetro, cuya base se ubica a los 13 m de profundidad.

El análisis megascópico de las rocas revela que todas son gneisses graníticos de biotita, con un alto grado de alteración por acción del agua de mar. En superficie presentan una pátina de picorocos, algas y líquenes marinos. Estructuralmente, los roqueríos presentan los siguientes sistemas de diaclasas ortogonales: (a) 65° W con 80°E; (b) 25° E y verticales; (c) 60° W con 20° al W.

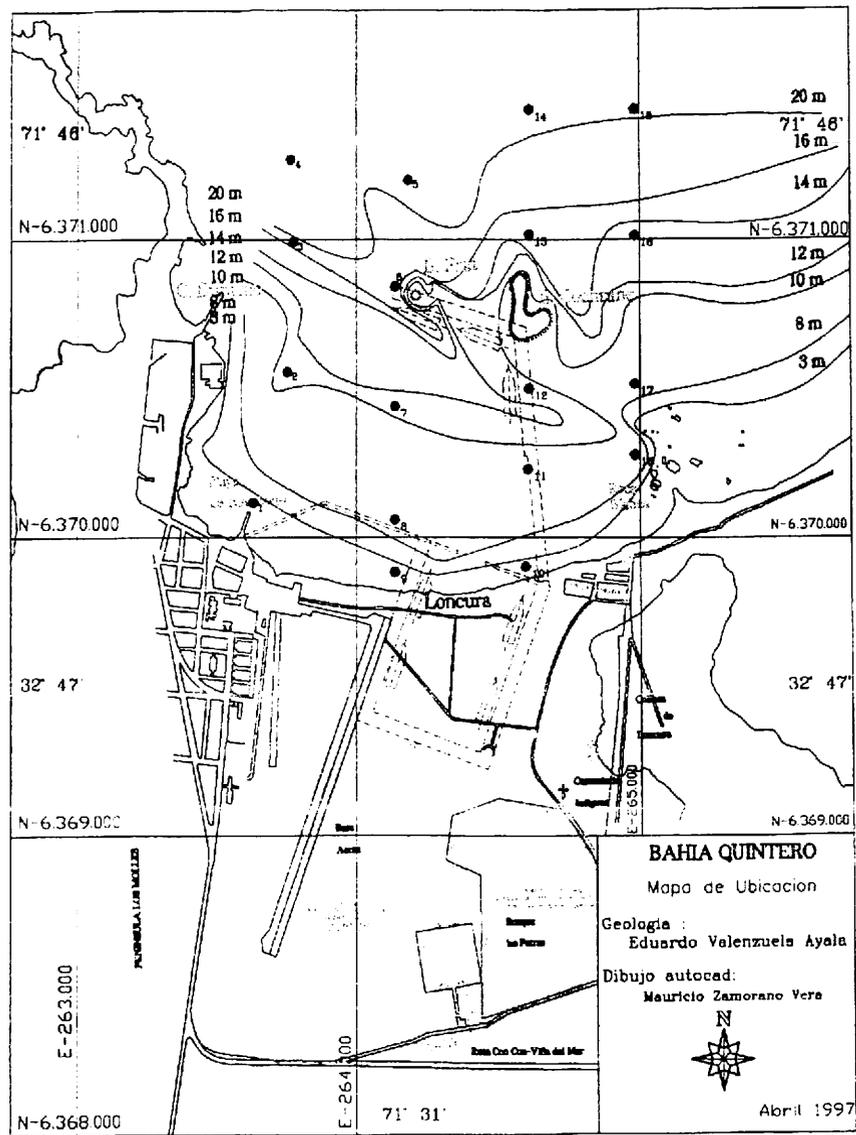


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio mostrando el diseño del proyecto portuario, los puntos de muestreo submarino y los pozos de agua subterránea.

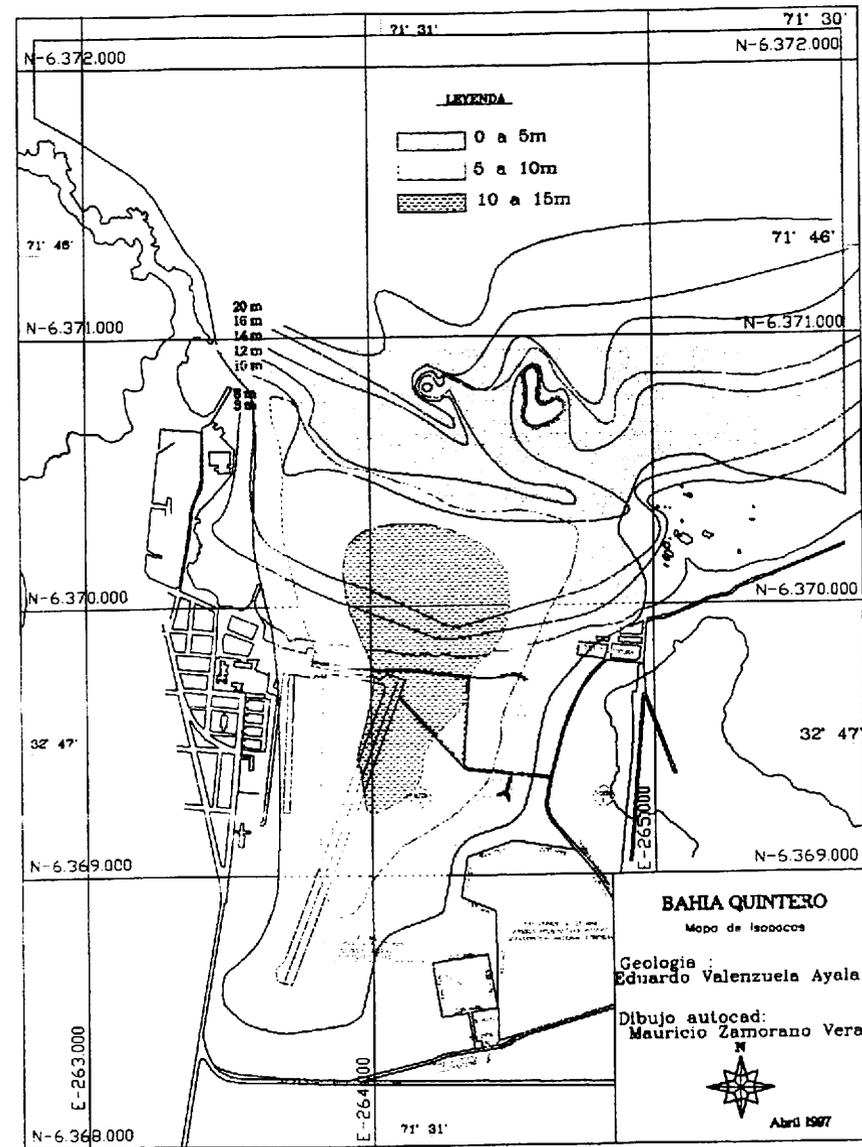


Figura 3. Mapa del espesor de la cubierta sedimentaria no consolidada susceptible de extraerse mediante técnicas convencionales que no impliquen tronadura.

El espaciamiento de las diaclasas es de 0,30 cm para el sistema (c) y de 1,5 a 2 m para los sistemas (a) y (b).

Los sedimentos del suelo marino gradan en tamaño desde gravas gruesas a limos arenosos. Litológicamente corresponden a arenas cuarzo feldespáticas micáceas, con fragmentos líticos de gneisses graníticos. Los componentes menores (5-20%) son fragmentos calcáreos y restos carbonosos. La distribución espacial de los sedimentos, la historia holocénica de la bahía (2), y las pruebas de penetración sugieren que el subsuelo marino está compuesto por bloques, gravas, arenas y fangos terrígenos de 2-3 m de espesor bajo los cuales se encuentra roca dura, fresca y de buena calidad.

#### EL SUELO Y SUBSUELO TERRESTRE

El subsuelo rocoso (zócalo), se visualiza como una superficie irregular con diferencias de relieve de casi 100 m, excavadas por el mar en gneises graníticos y volcanitas del Paleozoico superior y Mesozoico (3). Rellenando las depresiones, hay sedimentos poco consolidados de la Formación Horcón (4) y encima de ella, la cubierta sedimentaria superficial. A continuación se tipifican estas unidades.

El zócalo, aflora en los escarpes y acantilados de Península Los Molles, donde se presenta extremadamente meteorizado (amaicillado) hasta los 3-4 m de profundidad. Sin embargo, en Loncura está poco alterado hasta los 5 m sobre el nivel del mar. Litológicamente, es un conjunto de gneisses, granitoides y volcanitas, afectado por diaclasas de rumbo N 65° W. Su extracción a profundidades iguales o superiores a 4 m implica tronadura o perforar roca extremadamente dura.

La Formación Horcón es un conjunto subhorizontal de areniscas, arcillolitas, y limolitas marinas, con intercalaciones de conglomerados y corrientes de barro. Se trata de un material poco consolidado, susceptible de extraerse mediante técnicas convencionales que no implican tronadura. Sus fósiles se presentan como moldes externos e internos mal preservados por disolución del carbonato de calcio original. Los afloramientos se ven en los escarpes que rodean a la cancha de fútbol y al parque de entretenimientos de Caleta Loncura. También se ven en la berma Norte del camino Concon-Viña y en el sector Sur Este de Quintero (Estadio Municipal). Las Colinas de Loncura, con una altitud de 25 metros, son la parte más prominente de ésta unidad que se prolonga por el Sur hacia el Cementerio indígena. Estratigráficamente, se ubica como un sandwich, por encima del zócalo o roca dura visible en Península Los Molles, y por debajo de la cubierta superficial, en Loncura. Su edad estimada abarca desde los 23 a los 1,6 millones de años (Mioceno Plioceno).

La cubierta superficial (CS), es un conjunto lenticular de tres capas: un suelo agrícola en el techo (5-30 cm de espesor), arenas no consolidadas en el medio (3-5 m de espesor) y conglomerados fluviales finos en la base (2-3 m de espesor). Alcanza su espesor máximo (8 m) en la parte central del área (pista de aterrizaje), y se acuña hasta los 4 m en la periferia (camino de tierra a Loncura), donde grada a detritos aluviales, maicillo, y/o dunas antiguas. La CS es contemporánea con el desarrollo del bosque pantanoso de las Petras, datado en 1700 años AP, a la profundidad de 80 cm y en 3.800 años a la profundidad de 2,20 metros (5)

#### ESTIMACION DEL ESPESOR DEL SUBSUELO NO CONSOLIDADO

La roca dura se encuentra en el fondo de la bahía entre las isóbatas de 20 y 0 m bajo el nivel del mar. En el pozo de Caleta Loncura la roca amaicillada se observa a los 7 m de profundidad. En península Horcón la roca dura está cubierta por 3-4 m de maicillo. Estos límites definen el contorno y la forma de la cuenca

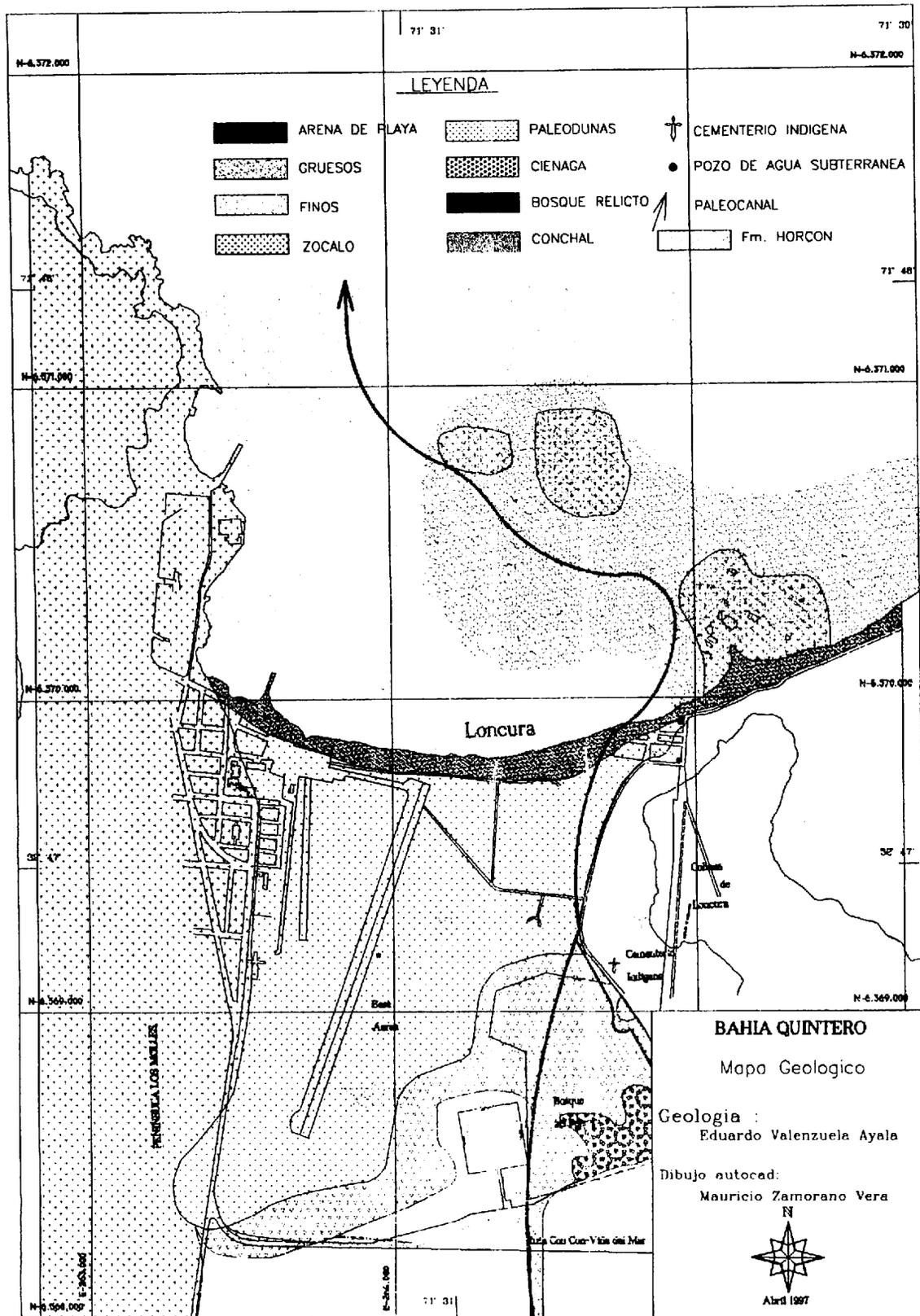


Figura 2. Distribución areal de los sedimentos submarinos en el saco de bahía Quintero, y geología del sector estudiado. La ciénaga (triángulos) se ubica en la paleolínea de costa de hace 4.000 años AP.

de sedimentación rellena durante los últimos 4.000 años AP con la CS. La estimación del espesor se basa en dos criterios: a) el cálculo de la pendiente entre el zócalo y la CS; b) el principio del uniformitarianismo, según el cual la batimetría actual es similar a la del pasado. En ambos casos, se asume que la erosión marina pleistocénica eliminó totalmente los sedimentos no consolidados de la Formación Horcón. Atendiendo al primer criterio (pendiente de 0,070), se estima un espesor mínimo de 20 m de sedimentos para la CS en el sector de la dársena. El segundo criterio, implica suponer que la línea de costa retrocedió desde el camino Concón-Viña (hace 4.000 años AP), hasta su posición actual, manteniéndose constante la pendiente submarina de hoy día. Se calcula así una paleopendiente hacia el Norte de 0,015 y un espesor de 15 m en la dársena.

## RESULTADOS

La estimación del espesor de la cubierta sedimentaria no consolidada susceptible de extraerse mediante técnicas convencionales que no impliquen tronadura o perforar roca dura, se indica en la Figura 3. Entre Roca Prat y Caleta El Durazno, a 12 m de profundidad, se espera encontrar un subsuelo de gneisses graníticos a 3 m bajo el piso marino. Allí el canal de acceso cuyo fondo se ha diseñado a 18 m bajo el nivel del mar, deberá excavarse casi 3 m en roca dura y de buena calidad.

En el sector de la dársena, se espera encontrar a los 15 m de profundidad 2 a 4 m de sedimentos marinos similares a los que hoy día se depositan bajo el nivel del mar (arena fina y gravas arenosas). A mayor profundidad, no se descarta la posibilidad de encontrar puntas rocosas de gneisses graníticos.

## AGRADECIMIENTOS

Expreso mi gratitud a Bristol-Bolocco S.A., quienes financiaron y patrocinaron la investigación. Colaboraron en la etapa de terreno Felipe Albornoz, Jorge Muñoz, Reynaldo Rehoff y la familia de Don Orlando Ramirez Toro, pescador de la Caleta Loncura. En la preparación y presentación de las figuras en AutoCAD participaron activamente Felipe Albornoz, Luis Acevedo y Mauricio Zamorano. Para todos y cada uno de ellos voyan mis más sinceros agradecimientos.

## REFERENCIAS

- 1) Folk, R. L., 1974. Petrology of Sedimentary Rocks. University of Texas. Hemphill Publishing Co. Austin, Texas, 183 p.
- 2) Villa, R., 1955. Reconstrucción paleoambiental del Holoceno de la costa de Chile Central basada en análisis de polen fósil en sedimentos de bosques pantanosos. Tesis de Magister. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. 117 pp. Santiago.
- 3) Espiñeira, D. 1989. Geología del Complejo Plutónico Papudo-Quintero. Memoria de Título. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento De Geología, 145 p. Santiago.
- 4) Escobar, L., Barros, P., Butenko, J., Dominguez, F., Karzulovic, J., Poblete, J. 1971. Estudio de facilidades portuarias para ENAMI en Bahía Quintero. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Industrias y Departamento de Obras Civiles, 242 p. Santiago.
- 5) Villagrán, C. y Varela, J. 1990. Palynological evidence for increased aridity on the central Chilean coast during the Holocene. Quaternary Research 34, 198-207.