

ESTUDIO DE UNA SITUACIÓN DE RIESGO GEOLÓGICO: ANEGAMIENTO EN LA CIUDAD DE LA COSTA (CANELONES, URUGUAY)***GEOLOGIC RISK STUDY: OVERFLOW IN CIUDAD DE LA COSTA CITY (CANELONES, URUGUAY)*****Analía Pereira Bruschi & Cesar Goso Aguilar ***

analiapereir@hotmail.com

* Facultad de Ciencias. Iguá 4225 CP. 11400. Montevideo, Uruguay. goso@fcien.edu.uy

RESUMEN

En este trabajo se presenta una síntesis de los resultados obtenidos a partir del estudio de riesgo geológico provocado por el anegamiento temporal de terrenos en la Ciudad de la Costa (departamento de Canelones). El propósito del mismo fue el de identificar áreas con mayores perspectivas de anegamiento y evaluar la contaminación bacteriológica de las aguas pertenecientes al acuífero libre (freático) existente en la zona.

A partir del monitoreo del nivel freático, realizado en tres oportunidades, efectuado durante el primer semestre del año 2002 se elaboraron mapas de riesgo al anegamiento, resultando que en un 77% del área el nivel freático se encuentra a una distancia inferior a un metro de la superficie del terreno. Se relacionaron esas variaciones piezométricas con las variaciones pluviométricas registradas en dicho período y en anteriores.

De los análisis bacteriológicos efectuados, resultó que las aguas presentan una importante contaminación que las inhabilita para cualquier uso. Los valores de coliformes fecales (patógenos entéricos) superan en tres veces el valor límite establecido por O.S.E., mientras los aerobios (microorganismos mesófilos) superan diez veces el valor límite establecido por la Intendencia Municipal de Montevideo. Además, fue constatada la presencia de *Pseudomonas* sp. y *Aeruginosa* (gérmenes patógenos secundarios).

PALABRAS CLAVE: Geología Ambiental, anegamiento, Ciudad de la Costa, Uruguay

ABSTRACT

In this paper the results of a geological risk study related to overflow at Ciudad de la Costa (Canelones department) are shown. This study deals with the recognition of major perspectives overflow areas and evaluates bacteriologic contamination of the phreatic water in such zone.

In three different opportunities during 2002's first semester a monitoring phreatic level was made. The top of the phreatic table in 77% of the studied area is below one meter depth. The results of two bacteriologic analyses show extreme contamination values, mainly in faecal colliform, *Pseudomona* sp. and *Aeruginosa* content. These water quality properties do not allow it use for any purpose.

Geologic subsurface characteristics, pluviometric regime and population increase in De la Costa City allow to explain the gradual saturation and contamination of the phreatic zone.

KEYWORDS : Environmental Geology, overflow, De la Costa City, Uruguay

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es una síntesis del Trabajo Final de la Licenciatura de Geología de Facultad de Ciencias, de la primera autora. El objetivo fue analizar el sector sur de la Ciudad de la Costa, con el fin de identificar áreas con mayores perspectivas de anegamiento de los terrenos y evaluar la contaminación bacteriológica de las aguas pertenecientes al acuífero libre (freático) existente en dicha zona. Para ello, se tuvo en consideración la fisiografía del área, la litología sub-superficial (permeabilidad), la pluviometría y la piezometría de ese acuífero.

CONSIDERACIONES GENERALES

Por las características geológicas y geomorfológicas de la zona, por su alta densidad de población (aproximadamente 100.000 habitantes) y la inexistencia de saneamiento básico, la Ciudad de la Costa es muy susceptible en épocas de lluvia al anegamiento de los terrenos. El anegamiento es la acumulación de aguas de lluvia sobre la superficie del suelo. Depende de la intensidad de las precipitaciones y de la capacidad de infiltración del terreno. Algunos de los perjuicios que esto representa se pueden resumir en: mal estado de las calles, retracción en los servicios públicos de transporte y recolección de residuos, pérdida del valor inmobiliario, y por lo tanto una pérdida en la calidad de vida. Si se suma a ello, la ineficacia de las obras de evacuación de aguas pluviales (cunetas) y la abundancia de fosas sépticas (pozos negros) comunicadas con el terreno (a través del sistema de "robador"), la situación ambiental puede ser catalogada como ambientalmente grave y preocupante del punto de vista sanitario.

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Ante la situación planteada en el *item* anterior se decidió realizar un monitoreo, durante el primer semestre de 2002, de la variación del nivel piezométrico del nivel freático al sur de la Avda. Gianattasio en la Ciudad de la Costa. También, se proyectó estudiar el grado de contaminación

bacteriológica que presentan las aguas de ese acuífero.

UBICACIÓN DEL ÁREA

La Ciudad de la Costa se localiza en el sureste del departamento de Canelones y tiene una disposición lineal que posee tres ejes bien definidos: Rambla Costanera, Avda. Giannattasio y Ruta Interbalnearia - Avenida de las Américas.

La zona estudiada comprende el sector sur de la Ciudad de la Costa, desde Avda. Giannattasio a la Rambla Costanera. Se encuentra delimitada en el oeste, por el Arroyo Carrasco; en el este, por el Arroyo Pando; en el norte, por la Avda. Gianattasio y en el sur, por el Río de la Plata, (Fig. N°1). Es parte de una faja costera de dirección aproximada N60W comprendida entre las coordenadas: $x = 478,5 - 493$ e $y = 6151 - 6141$. Sus dimensiones son: 17 km de largo por un ancho promedio de 1,35 km, lo que totaliza una superficie aproximada de 23 km².

RELIEVE Y RED DE DRENAJE

El este del área estudiada se caracteriza por presentar un relieve muy suavemente ondulado. El relieve al oeste es plano y relativamente bajo, con un marcado aumento de las cotas altimétricas para el noreste de la misma (29 m en Médanos de Solymar). Las alturas mínimas (entre 1 y 6 m) se registran en las proximidades de la Rambla Costanera y próximo a los arroyos Pando y Carrasco.

Además, la zona posee una muy limitada red de drenaje superficial natural, restringiéndose la misma a los arroyos Pando y Carrasco, situados en los límites este y oeste del área de estudio, respectivamente. En las inmediaciones del sector noreste del área, existen dos cañadas afluentes del A° de Escobar, que drena sus aguas al A° Pando.

TRABAJOS EFECTUADOS

Para alcanzar los objetivos propuestos fueron efectuados los estudios que se detallan a continuación.

Geológicos

En primer lugar, se realizó una revisión de los antecedentes cartográficos del área de estudio (Goso *et al.* 1988). Posteriormente, se efectuó una detallada descripción litológica de testigos de perforaciones proporcionados por la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE), correspondientes a la zona de estudio e inmediaciones a la misma y se elaboraron perfiles geológicos, para conocer la estructura geológica de la misma.

Geotécnicos

A los efectos de conocer la granulometría y permeabilidad de las arenas que contienen al freático del área, se ejecutaron sobre 18 muestras, ensayos granulométricos y se caracterizó la permeabilidad mediante la ecuación empírica de Hazzen (1982, *in* Badillo y Rodríguez, 1990).

Estudio del nivel piezométrico

Con el propósito de analizar las variaciones en el nivel freático se efectuaron en el área 90 cateos con pala americana, ubicados según una malla aproximadamente regular que permitió cubrir razonablemente el área de estudio (3,8 cateos/km²). En cada pozo se midió en tres oportunidades diferentes la distancia existente desde la "boca" hasta el nivel de agua (zona de derrumbe). Como referencia altimétrica se tomó el nivel de las calles. Los datos altimétricos fueron en su mayoría proporcionados por la Intendencia Municipal de Canelones como producto de un relevamiento que justamente se estaba realizando en la época del estudio. En menor parte fueron extraídos de la carta topográfica. De esta forma, se obtuvo la cota del nivel estático en cada cateo. Así, se confeccionaron mapas piezométricos con curvas cada metro. En base a estas curvas equipotenciales (isopiezas), se trazaron líneas de corriente, suponiendo que el medio es isótropo en sentido horizontal.

Estudio pluviométrico

A los efectos de asociar las medidas de las variaciones en el nivel freático, con las lluvias ocurridas en el semestre considerado, se recabaron datos pluviométricos de la

Dirección Nacional de Meteorología. Los datos corresponden a la base del Aeropuerto de Carrasco. Asimismo, se recabaron datos pluviométricos de los últimos cinco años y valores promediales de precipitaciones y de evapotranspiración potencial, correspondientes a la misma estación de medida, para visualizar la variación en el régimen de las lluvias registradas en la región.

Estudio bacteriológico

Se efectuaron análisis bacteriológicos a dos muestras de aguas del acuífero estudiado, en el Laboratorio de la División de Higiene Ambiental de la Intendencia Municipal de Montevideo. Se procedió a evaluar la contaminación patógena de estas aguas, medida a través de los parámetros: Coliformes fecales, *Pseudomonas* y Aerobios. Estos indican la potencialidad del agua para generar enfermedades o focos infecciosos.

RESULTADOS

Del estudio geológico

Como resultado de las investigaciones geológicas efectuadas y principalmente a partir de las descripciones de las perforaciones, fue posible entender la estructura geológica de la región estudiada. Se trata de una faja costera que muestra el registro sedimentario de una sucesión de eventos glacioeustáticos cuaternarios (Tabla I) y la actuación de los procesos sedimentarios en el ambiente litoral actual (playa y dunas). El substrato geológico consiste por una parte, en ortogneises y micaesquistos proterozoicos de la Formación Montevideo (*sensu* Oyhantçabal *et al.*, 2002), que afloran en el lecho del A° Pando y detectadas a 48 m de profundidad en el Aeropuerto de Carrasco. Sobre esa unidad se apoyan limolitas y fangolitas continentales de color rosado de la oligocénica Formación Fray Bentos (Goso, 1965). Estos sedimentos fueron detectados a 23 m y a 31-33 m de profundidad en el Parque Roosevelt, San José de Carrasco y El Pinar, con un espesor máximo de 50 m (sin haber sido atravesados totalmente).

A su vez, la sedimentación cuaternaria está marcada por la alternancia de eventos transgresivos - regresivos, debido a episodios

glaciales – interglaciales y muestra sedimentos areno conglomerádicos anaranjados y pelíticos verdosos, transicionales de la plesitocénica Formación Chuy (Goso 1972) cuyo espesor oscila entre 10 y 22 m. A su vez, se reconocieron sedimentos fangolíticos marrones continentales de la Formación Libertad / Dolores de edad Pleistoceno Medio – Superior (Goso, 1965), con un espesor entre 3 y 15 m, en El Pinar y San José de Carrasco (al norte de Avda Giannattasio), respectivamente. Además, fue posible identificar en el Parque Roosevelt a sedimentos arenosos grises y pelíticos verdosos, ambos litorales, con restos de moluscos, que pertenecen a la Formación Villa Soriano (Goso 1972). Esta unidad presenta un espesor máximo de 11 m y representa el último episodio ingresivo durante el Holoceno.

Por último, sobre la Formación Villa Soriano, aparecen en la zona, depósitos arenosos de espesor métrico correspondiente a sedimentos de playa y dunas del Reciente y Actual, en donde está contenido el nivel freático estudiado. En la Figura 2 se presenta el mapa geológico de la región estudiada.

Reciente y Actual (Playa y Dunas)	
Formación Villa Soriano	Holoceno
Formación Libertad/Dolores	Pleistoceno
Formación Chuy	
Formación Fray Bentos	Oligoceno
Formación PROTEROZOICO Montevideo	

Tabla I. Columna litoestratigráfica de la zona estudiada

Table I. Lithostratigraphy of the studied area

Del estudio geotécnico

De los ensayos granulométricos obtenidos a partir del tamizado de 18 muestras de

arenas, se calculó el diámetro medio de las mismas (ϕ) según Folk y Ward (1957 *apud* Suguio, 1973). De ese cálculo resultó que la mitad de las muestras, el tamaño dominante corresponde a arena media (entre 0,5 y 0,25 mm) y en la otra mitad de las muestras corresponde a arena fina (entre 0,25 y 0,125 mm). Todas las muestras poseen un coeficiente de uniformidad (Cu) inferior a 3, siendo el promedio de los 18 ensayos de 1,94. De esta forma, se obtiene que se trata de arenas muy bien graduadas (mal seleccionadas). No obstante, los coeficientes de curvatura (Cc) solo superan el valor de 1 en tres muestras. En el resto son cercanos a 1, debiéndose considerar a estas últimas como medianamente graduadas. Como para caracterizar la graduación de las arenas se deben cumplir ambas condiciones ($Cu < 4$ y $1 < Cc < 3$), se tiene que 3 de las muestras poseen una muy buena graduación (alta porosidad), mientras que 10 muestras poseen una buena graduación (buena porosidad). Por último, 5 muestras mostraron valores de Cc próximos a 0,8 y de Cu superiores a 2, resultando así como mal graduadas (mediana - baja porosidad). En cuanto a la permeabilidad (para $C = 100$), el valor máximo resultó de $2,69 \times 10^{-2}$ cm/s y el mínimo de $1,75 \times 10^{-2}$ cm/s. El valor promedio se sitúa en $2,0 \times 10^{-2}$ cm/s (moderada según Terzaghi y Peck, *apud* Sowers y Sowers, 1978). Por lo tanto, las arenas medias y finas que conforman al freático, poseen moderada permeabilidad y porosidad, pudiéndolo clasificar como regular a bueno, en cuanto a su capacidad de infiltración Johnson *et al.* (1967 *apud* Custodio y Lamas, 1996).

Del estudio del nivel piezométrico

En los mapas piezométricos efectuados se observa que la dirección de flujo del agua indica claramente una descarga “de primer orden” hacia el Río de la Plata y otra de “2do. orden” hacia los arroyos Carrasco y Pando. A su vez, se observa una desviación de las líneas de flujo (comportamiento convergente) en Parque de Solymar y Lomas de Solymar. Esto indicaría una confluencia

de las aguas en dicho sector probablemente debida a la existencia de una depresión topográfica leve, o tal vez ocasionada por una excesiva extracción de agua de la napa superior en dicho sector, en el momento del estudio.

En la zona de Lagomar, el Bosque y Solymar se observa una concentración de isopiezas en forma de "V", con su punta en dirección a la rambla, correspondiendo dicha perturbación probablemente al incremento en las precipitaciones en el mes de marzo (506,7 mm). En toda el área se observa cierta interferencia de las líneas equipotenciales con respecto a las calles, fundamentalmente en las ubicadas ortogonalmente a la costa. Este comportamiento está marcado por la convergencia de las líneas de flujo en las proximidades a las mismas. Este hecho se observa con claridad en Shangrilá y San José de Carrasco. El canal Artigas allí existente probablemente sea el causante de la convergencia en las líneas de flujo.

En la Tabla II, se representan los valores porcentuales de pozos en los que el nivel estático se situó a poca profundidad de la superficie (valores inferiores a 0,50 m y entre 0,50 - 1,00 m).

Profundidad del freático (m)	% de Pozos de monitoreo
<0,50	33
0,50 - 1,00	44
>1,00	23

Tabla II. Profundidad del freático en los pozos de monitoreo.

Table II. Phreatic depth in monitoring holes

En la misma, se puede observar que Lagomar, El Bosque y Solymar, presentan la mayor cantidad de puntos en los que el agua se encuentra a profundidad inferior a 1m. A su vez, en Parque de Solymar, Lomas y Médanos de Solymar, y El Pinar, también el nivel freático mayoritariamente se encuentra a menos de 0,50 m y entre 0,50 - 1,50 m. No obstante, en Barra de Carrasco, Parque de Carrasco, Shangrilá y San José de Carrasco es alto el porcentaje de pozos con valores de nivel estático entre 0,50 - 1,0 m, siendo bajo

el porcentaje correspondiente a valores inferiores a 0,50 m.

Del estudio pluviométrico

Analizando las precipitaciones ocurridas en los últimos 5 años en la zona de estudio (base de Aeropuerto de Carrasco), se observa que desde 1997 ha existido una tendencia al aumento progresivo en los valores pluviométricos registrados durante el primer semestre de cada año (incluyendo julio).

En el gráfico de la Figura Nº 3 se comparan los valores medios de precipitaciones acumuladas durante los meses de enero - julio del período 1961 - 1990 con valores medios semestrales de los años 1997 - 2002. En el gráfico se ve reflejado el aumento paulatino en los valores pluviométricos semestrales acontecidos en los últimos cinco años y un incremento de estos valores con los promediales para un período de 29 años (línea recta).

Los valores pluviométricos acumulados entre los meses de marzo y mayo del año 2002, se asemejan a la cifra promedial de los primeros siete meses del período 1961-1990. Durante el mes de marzo se registraron lluvias diarias de hasta 103 mm y se alcanzó una pluviometría mensual, 5 veces superior al valor medio para dicho mes. A su vez, en mayo llovió 1,5 veces más que los valores promediales.

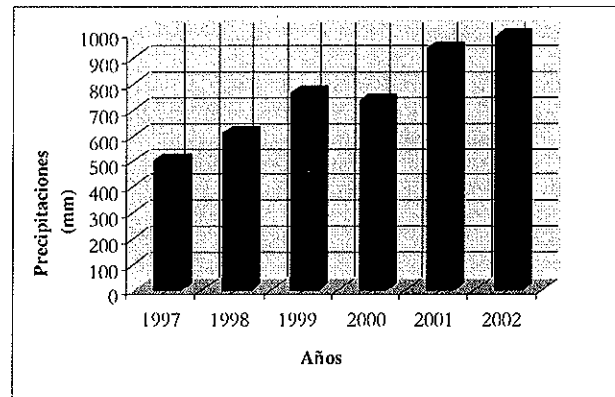


Figura Nº 3. Valor medio de pluviometría de enero a julio entre 1961-1990: línea recta. Valores acumulados mensuales (enero - julio) entre 1997-2002: barras.

Figure Nº 3. Pluviometric mean value between January-July (1961 - 1990): full trace. Monthly accumulated values (January-July) between 1997-2002: bars.

Del estudio bacteriológico

Las dos muestras analizadas corresponden a cateos ubicados en Shangrilá y Parque de Solymar, respectivamente. Los resultados fueron similares en ambas muestras, clasificándose su grado de contaminación de igual modo.

En relación al parámetro coliformes, resultó ser superior a 6000 u.f.c./100ml y los aerobios totales medidos a 35 °C, superan los 5000 u.f.c./ml. Además, se detectó la presencia de *Pseudomona sp.* y de *Pseudomona Aeruginosa* cada 10ml.

El decreto 253/79 y modificativos de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), establece las normas relativas a la prevención de la contaminación de los cursos de agua y los clasifica en 4 categorías de acuerdo a su uso. El límite admitido por O.S.E.(1986) para aguas Clase 4 ("aguas correspondientes a los cursos o tramos de cursos que atraviesan zonas urbanas o suburbanas, o también aguas destinadas al riego de cultivos cuyos productos no son destinados al consumo humano en ninguna forma") es de 2000 u.f.c./100ml. Como estas aguas superan el valor de 6000 u.f.c./100ml, no estarían aptas para potabilizar e implicarían un riesgo muy alto de contaminación por una amplia gama de patógenos entéricos, como ser la *Escherichia coli* (bacteria que provoca diarreas infecciosas graves). A su vez, el límite máximo admitido para la presencia de Aerobios en aguas, es de 500 u.f.c./ml (según la Dirección Nacional de Bromatología de la Intendencia Municipal de Montevideo), siendo el valor de estas muestras muy superior a ese límite. Por lo tanto, la presencia abundante de estos microorganismos mesófilos (prolifera a temperaturas superiores a 20°C), puede provocar múltiples enfermedades debidas a hongos, estafilococos, etc.

Los gérmenes patógenos secundarios son aquellos que causan infecciones a nivel de la mucosa por heridas generadas en la piel. *Pseudomona sp.* y *Pseudomona aeruginosa*, presentes en ambas muestras, pertenecen a esta categoría de gérmenes. Poseen alta velocidad de mutación y son muy resistentes

a los antibióticos. Su existencia en las aguas representa un peligro para la salud.

CONCLUSIONES

- 1) el espesor del paquete arenoso superior oscila entre 3 y 8m aproximadamente y contiene al acuífero estudiado. El mismo está integrado por sedimentos arenosos medios y finos de playa y dunas del Reciente y Actual y eventualmente por los pertenecientes a la Formación Villa Soriano.
- 2) la permeabilidad de esos sedimentos inferida a partir de la granulometría posee un valor promedio de $2,0 \times 10^2$ cm/s, por lo tanto son moderadamente permeables.
- 3) este acuífero libre se encuentra limitado en la base por sedimentos arcillosos de color gris verdoso, de espesor métrico que pertenecen a la Formación Villa Soriano o a la Formación Chuy.
- 4) la altura del nivel estático del freático sufrió modificaciones en los últimos años. En perforaciones y sondeos efectuados hace más de 5 años en la zona del Parque Roosevelt (Goso, *com pers*), el mismo se encontraba entre 3 y 4m. Actualmente, se encuentra entre 1,00m y 0,80m. En promedio ese nivel se sitúa en 0,78m para toda el área.
- 5) el ascenso del nivel estático hasta los valores actuales (menos de 0,50 m de la superficie en un 33% de los casos), que representa una tendencia a la saturación de la capa arenosa superior, ha sido provocado básicamente por dos factores, a saber:
 - a) El aumento demográfico, que ha sido catalogado como el mayor en Sudamérica en los últimos tiempos (de 5.000 a 100.000 habitantes en menos de 40 años), ha generado importantes modificaciones al medio físico, como por ejemplo:
 - *Construcción de viviendas y de infraestructura vial.* La construcción de aproximadamente 25.000 hogares, 600 Km de vías de tránsito (calles, avenidas y rambla) ha provocado una reducción en la superficie del área natural, al menos en un 25% en la zona de estudio. Esto trajo aparejado una "impermeabilización" que generó una pérdida de superficie del terreno para la infiltración.

-*Deforestación.* Esto ha producido una relativamente importante disminución del "sistema de bombeo" natural existente antes de la urbanización. Cabe consignar que estudios específicos sobre el consumo de agua de un *Eucaliptus* en suelos arenosos con pasturas muestran valores promediales que oscilan de 180 a 200 litros/día.

-*Construcción de fosas sépticas.* En los hogares se constuyeron pozos negros por falta de saneamiento. Ellos están conectados con el terreno y por lo tanto con el acuífero mediante el sistema de "robador". Esto ha provocado la contaminación de esas aguas.

-*Riego de parques y jardines.* Para esto se capta agua de acuíferos porosos inferiores (Formación Chuy) y se "introduce" -al menos temporariamente- un importante volumen de agua al acuífero superior por el regado.

-*Cobertura vegetal (césped) y recubrimiento parcial de los terrenos con suelos arcillosos ("tierra").* Esto también favorece esa "impermeabilización" señalada, perjudicando la capacidad de infiltración natural del terreno.

b) Se ha constatado un incremento de aproximadamente 49% en los valores pluviométricos medios para la región.

6) existe un riesgo sanitario relativamente grave, por la contaminación bacteriológica detectada en 2 muestras de aguas, producida por la conexión al terreno de pozos negros "con robador". Ambas muestras presentan una muy alta concentración de gérmenes patógenos.

7) la inexistencia de saneamiento de las aguas servidas; un sistema de drenaje de las pluviales (cunetas) escaso, mal diseñado y/o mal preservado, coadyuvan a mantener por períodos prolongados las aguas en la superficie de los terrenos, anegándola. Esto se agrava al no existir pendientes importantes en la mayor parte del área. De esta forma, se producen serios trastornos en la calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de la Costa, ya que se ven afectados directa o indirectamente los bienes, servicios, aspectos sanitarios, entre otros.

8) de acuerdo a los mapas de riesgo en la época del año en que fue realizado este

estudio, los niveles freáticos inferiores a 0,50m se localizaron predominantemente en los balnearios de Lagomar y Médanos de Solymar, mientras que en los balnearios Barra de Carrasco y Solymar se situaron la mayor parte de los valores comprendidos entre 0,50 y 1,00m. A su vez, próximo a la Avda. Giannattasio, en las márgenes del A° Carrasco y entre Shangrilá y San José de Carrasco, se localizaron los valores de nivel freático comprendidos entre 1,00m y 1,50m. Finalmente, los valores superiores a 1,50m, se ubicaron predominantemente en las márgenes de ambos arroyos (A° Carrasco y A° Pando) y en Shangrilá, próximo a la Rambla. Allí, se observa una correspondencia directa entre fecha de efectuado el monitoreo y situación de la napa freática, aumentando el área con el nivel freático a más de 1,50 en el monitoreo realizado en el mes de enero, reduciéndose dicha área en febrero y junio. Este hecho también se observa claramente en Lagomar, El Bosque y Solymar, cuando se efectuaron monitoreos durante el mes de marzo y mayo. Durante estos meses, esta área permaneció casi anegada.

De esta forma, el empleo de herramientas metodológicas de la Geología básica (cartografía) y aplicada (geotécnica, hidrogeología), permitió caracterizar una situación de riesgo geológico, en este caso anegamiento de terrenos en una zona urbana.

Agradecimientos

Los autores manifiestan su agradecimiento al Lic. Geól. Ernesto Goso por brindar las herramientas de campo que permitieron ejecutar los trabajos y la bibliografía geotécnica específica. A la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE) por autorizar el acceso a los "cuttings" de las perforaciones del área.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BADILLO, J. & RODRIGUEZ, R. 1990. Mecánica de Suelos. Tomo I: Fundamentos de la mecánica de suelos. 3ra. edición. Editorial Limusa. México.

- CUSTODIO, E. & LAMAS, R. 1996. Hidrología Subterránea. 2da. Ed., Tomo 1. 2290 pp Editorial Omega, Barcelona.. España.
- GOSO, H. 1965. El Cenozoico en el Uruguay. Instituto Geológico del Uruguay. M.I.E. 36 pp. Ed. Mimeogr. Montevideo.
- GOSO, C.; VEROSLAVSKY, G.; OYHANTÇABAL, P. 1988. Carta Geológica del Fotoplano "La Unión" a escala 1:50.000, *inédito*. Facultad de Ciencias-DINAMIGE. Montevideo.
- GOSO, H. 1972. Cuaternario. Dirección de Suelos M.A.P. (Informe interno), Montevideo.
- O.S.E. 1986. Normas de calidad de aguas potables, 4 - 9. Montevideo.
- OYHANTÇABAL, P.; SPOTURNO, J.; AUBET, N.; CASAUX, S.; HUELMO, S. 2002. La Formación Montevideo y los granito - neises asociados. II Taller sobre la Estratigrafía del Precámbrico del Uruguay, p. 11-17 . Universidad de la República - Facultad de Ciencias. Montevideo.
- SOWERS, G.B. & SOWERS, G.F. 1978. Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones. Ed. Limusa, 677 pp. México.
- SUGUIO, K. 1973. Introdução á Sedimentologia. Editorial da Universidade de São Paulo, 317 pp. São Paulo, Brasil.

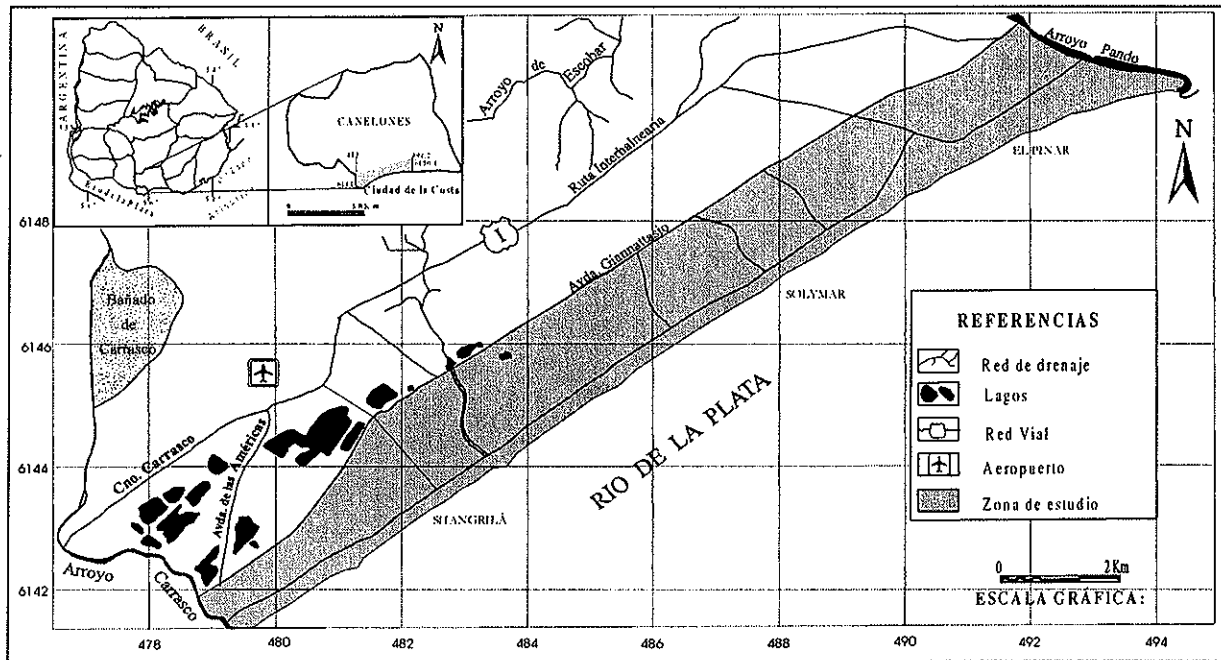


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio
 Figure 1. Ubication map of the studied area

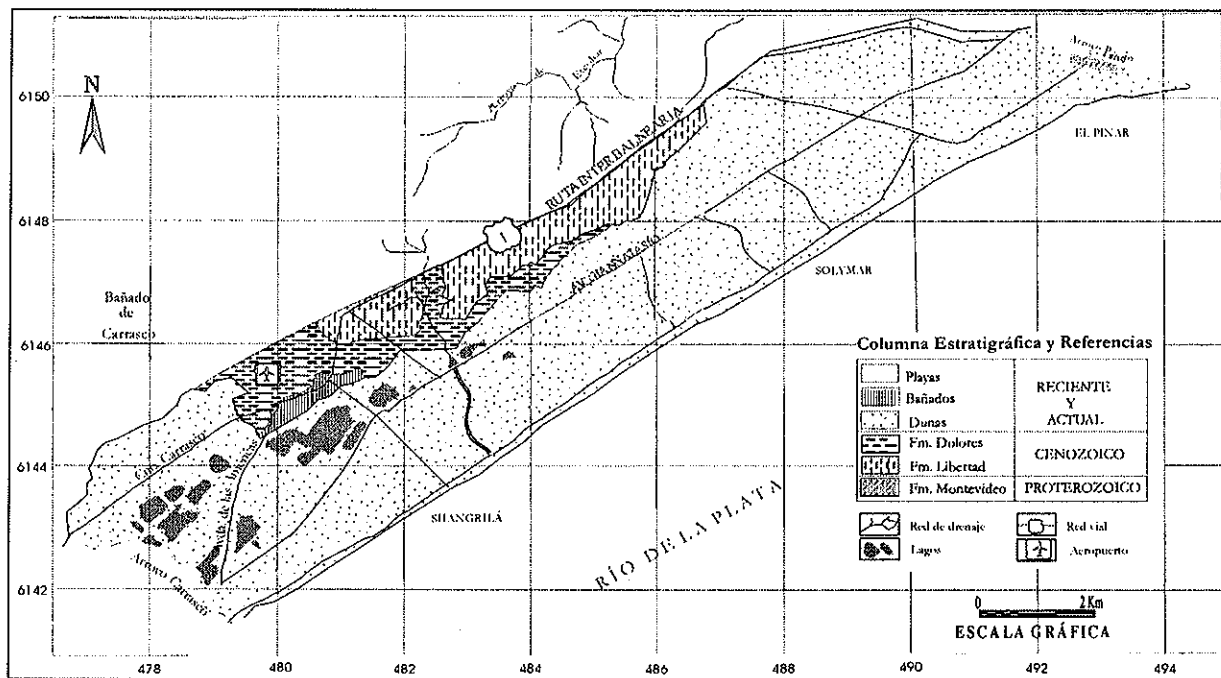


Figura 2. Mapa geológico de la Ciudad de la Costa (Goso *et al.* 1988)
 Figure 2. Geological map of the de la Costa City (Goso *et al.* 1988)