

PUENTE BUENOS AIRES-COLONIA: ESTUDIO PRELIMINAR PARA EL APROVISIONAMIENTO DE MATERIALES NATURALES**BUENOS AIRES-COLONIA BRIDGE: PRELIMINARY STUDY TO PROVIDE NATURAL BUILDING MATERIALS****Héctor Goso*, César A. Goso Aguilar*, Marcos Musso*, María A. Martínez**

* Depto. de Geotécnica, Facultad de Ingeniería. Universidad de la República.
Av. J. Herrera y Reissig 565. C.C. 30. Tel/fax: ++598-2-7112880. Montevideo.

RESUMEN

El estudio preliminar de aprovisionamiento de materiales naturales (frescos para triturar, granulares y arena) para la obra del puente Buenos Aires - Colonia fue producto del Convenio entre la Universidad de la República y la Comisión Nacional del Puente Buenos Aires - Colonia. El mismo se realizó en la zona de influencia del puente y consistió en: un estudio geológico; un estudio geotécnico en el que se establecen las posibilidades de uso de los materiales agrupándolos en subzonas; y un inventario de canteras existentes, determinándose el tipo de material extraído, la capacidad instalada ociosa, su situación legal y ambiental. Los materiales para triturar, presentes en dos subzonas, presentan las mayores potencialidades en materia de reservas geológicas posibles, los volúmenes disponibles son importantes y la calidad estaría avalada por las muy importantes explotaciones efectuadas. Los materiales granulares, existentes en seis subzonas, presentan las mayores potencialidades como reservas geológicas posibles; los volúmenes existentes son importantes y de calidad variable en las subzonas. Existen zonas con materiales de buena a muy buena calidad, con una capacidad soporte (C.B.R., según norma A.S.T.M. 1883-87) igual o superior al 70% para el 100% del Peso Unitario Seco Máximo. Con la arena, el área donde se ubican las distintas explotaciones presenta buena potencialidad como Reservas Geológicas Posibles: los volúmenes existentes son importantes en explotación subaérea (con factibilidad de explotación subacuática), y una calidad, que aún variable, tiene su aval a través de las distintas explotaciones destinadas a la industria de la construcción. Se considera que para una obra de ingeniería como ésta, necesariamente se deberán satisfacer las etapas técnicas posteriores a este estudio. Debiendo realizarse evaluaciones a nivel de reservas probables y de reservas probadas, a efectos de conocer con seguridad la existencia de los materiales naturales a utilizar. PALABRAS CLAVE: Geotécnica – Materiales naturales - Puente Buenos Aires – Colonia - Uruguay

ABSTRACT

A preliminary study to provide natural building materials for the Buenos Aires - Colonia bridge was done by appointment of the Universidad de la Republica and the National Comitee for the construction of that bridge. The work was done in the influence area of the bridge and comprised both geological and geotechnical studies in order to define different sub-areas according to their possible exploration as building materials. Crushed stones are available in two sub-zones and constitute the major potential reservoir in the area. Gravel stones are exposed into six sub-zones with differents kind of quality. The better one shows a Power Support (C.B.R. test, A.S.T.M. 1883-87) that reaches more than 70%. An important volume and variable qualities of sands are also available in the area. A register of abandoned or active quarries was also done, including a report about the amount of explored stone, and their legal or environmental situation. Finally, other evaluations related to new possible stocks must be done in order to guarantee the amount of materials according to the magnitude of the work in focus.

KEYWORDS: Geotechnical – Natural building materials - Buenos Aires – Colonia Bridge - Uruguay

INTRODUCCIÓN

Localización y Metodología

El estudio -de acuerdo al Convenio- se llevó a cabo en una zona de influencia del puente previamente definida, limitada al este por el meridiano de la ciudad de Juan Lacuze, al norte por el paralelo situado 15 km. al norte de la misma, al sur y al oeste por el Río de la Plata (Figura 1).

El trabajo consistía en la elaboración de una Carta Geotécnica de la mencionada zona y la realización de un Inventario de Canteras existentes en la misma, de los materiales señalados.

A ese efecto se procedió a realizar un Estudio Geológico de la zona, mediante fotointerpretación -sobre fotos aéreas 1:20.000- y el apoyo de campo correspondiente, elaborándose una Carta Fotogeológica cuyas Unidades Geológicas se caracterizan en la Memoria. (Figura 2). Se establecieron Unidades Geotécnicas caracterizadas en base a la información técnica disponible y a la interpretación geotécnica de la información geológica, elaborándose una Carta Geotécnica (Figura 3) donde se separaron las Unidades portadoras de los materiales triturables, granulares y arena, cuyas Unidades Geotécnicas se identificaron en la Memoria. El Inventario de Canteras consistió en la ubicación y la obtención de información acerca de las canteras, a partir de fotointerpretación, de la información bibliográfica y de la información aportada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, la Intendencia Municipal de Colonia y la Dirección Nacional de Minería y Geología. A partir de la información considerada se trató de establecer en fichas técnicas, en particular: padrón, propietario, situación en relación con el Código de Minería, documentación técnica disponible (estudios geológicos, ensayos, estudios de explotación, volúmenes explotados y calidad), perspectivas de explotación (volúmenes y calidad).

CONTEXTO GEOLÓGICO

El contexto geológico de la región puede sintetizarse en el siguiente cuadro estratigráfico:

Reciente y Actual			
Formación Villa Soriano	HOLOCENO		
Formación Dolores		CUATERNARIO	
Formación Chuy	PLEISTOCENO		CENOZOICO
Formación Libertad			
Formación Camacho	MIOCENO	TERCIARIO	
Formación Fray Bentos	OLIGOCENO		
Granito Riachuelo			
Granito Minuano			PROTEROZOICO
Metamorfitos y Granitos			
Deformados del General			
Complejo Granito-Gnéissico			

MEMORIA EXPLICATIVA

A continuación se reseñan, particularmente, los aspectos litológicos de las unidades geológicas presentes en el área, que son los de mayor interés a los efectos de este Estudio.

UNIDADES PROTEROZOICAS

Serra (1943) y Preciozzi et al. (1985) coinciden en la caracterización de estas unidades geológicas. Litológicamente son gneisses (biotíticos, muscovíticos y/o anfibólicos), anfibolitas, granitos calcoalcalinos a hornblenda y biotita, y subordinadamente diques pegmatíticos y diques básicos.

Complejo granito-gnéissico

Esta unidad ocupa una extensa superficie distribuida bastante homogéneamente en el sector norte del área estudiada. Está integrada litológicamente por gneisses y granitos gnéissicos-deformados, de tonalidades grises a gris-blancuzcos, de granulometría media a gruesa, relativamente equigranulares, con direcciones de esquistosidad que varían de N50-70E a N20-30W, aproximadamente subverticales (70-80°).

Están constituidos por cuarzo, feldespatos (potásicos y calcosódicos) y micas (principalmente biotita) y aparecen frecuentemente recortados por venas, filones y diques (pegmatíticos y anfibólicos) con direcciones relativamente subconcordantes y

discordantes (N 50 E, N-S, N 40 W).

Metamorfitos y Granitos Deformados del General

Esta unidad se distribuye como una faja orientada este - oeste, en los alrededores de la Localidad y del A° El General, ocupando una relativamente pequeña extensión superficial al norte de la Ruta N° 1.

Litológicamente está integrada por esquistos anfibólicos, de dirección N 60 E y verticales; anfibolitas porfíroides de dirección E-W; gneiss biotíticos, plegados; granitos orientados (E-W), granudos de grano medio a grueso, más o menos equigranulares, formados por cuarzo, feldespato y biotita. Se incluye aquí una faja de milonitas al este del A° Riachuelo, de dirección aproximada E-W y de espesor decamétrico.

Granito A° Riachuelo

El área de afloramientos de esta unidad se localiza en los alrededores de la desembocadura en el Río de la Plata del A° Riachuelo. Ocupa una relativamente pequeña extensión superficial, predominantemente al sur de la Ruta N° 1.

Litológicamente está constituido por un granito de color gris oscuro, de textura granuda de grano grueso a porfíroide, con fenocristales de plagioclasa en una matriz de cuarzo, feldespato, anfíboles y biotita. Presenta enclaves o xenolitos anfibólicos, de hornblenda y plagioclasa. Expone bandeamientos heterogéneos y discontinuos de los minerales máficos y es recortado por algunos pocos diques básicos de grano fino (anfíbolita y plagioclasa), de espesor métrico, de dirección N 50 E / 70 SE.

Granito A° Minuano

Este cuerpo granítico bastante homogéneo, se localiza en las márgenes del A° Minuano, ocupando el sector oriental del área estudiada.

Se trata de un granito de color gris, de textura porfíroide, con fenocristales de plagioclasa en una matriz de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita. No presenta planos preferenciales de debilidad y está escasamente diaclasado.

UNIDADES TERCIARIAS

Formación Fray Bentos (Oligoceno)

Definida por Goso (1965), está constituida por limos a veces arenosos con concreciones calcáreas y circunstancialmente cantos de rocas cristalinas.

La expresión superficial de la Formación Fray Bentos, se concentra principalmente en el

sector oriental del área en estudio.

Litológicamente pudieron observarse dos litofacies: una basal, apoyada directamente sobre el basamento proterozoico, constituida por diamictitos, matriz-soportados, de tonalidades rosadas, con clastos de diferentes tamaños (varios centímetros), muy angulosos y polimícticos, en general masivos, desde más o menos friables a tenaces consolidados cementados con carbonato de calcio; otra superior, constituida por sedimentos limosos y/o arenosos finos, de tonalidades rosados, masivos, con figuras de escurrimiento, presentando contenido variable de arcilla y carbonato de calcio en forma de cemento, concreciones y pulverulento.

Formación Camacho (Mioceno)

Definida por Bossi (1966), esta constituida por areniscas finas a medias, con cemento calcáreo con niveles arcillosos y presencia abundante de niveles de moluscos fósiles.

Esta Unidad litoestratigráfica se localiza en una pequeña región ubicada en la porción sur-oriental del área estudiada.

Litológicamente está integrada por arenas de granulometría variada, blancas a amarillentas, cuarzosas y cuarzo-feldespáticas, con grado de redondeamiento y selección variable, con intercalaciones de depósitos areno-arcillosos gris-verdosos y niveles gravillosos interestratificados anaranjados.

UNIDADES CUATERNARIAS

Formación Libertad (Pleistoceno)

Preciozzi et al. (1985) mantiene la descripción y el rango de Formación Libertad de Goso (1965). Está constituida por lodolitas y secundariamente loess, con cantidades variables de arena y gravilla, presentando carbonato de calcio en concreciones y en forma pulverulenta. Esta Unidad es la que presenta a distribución superficial mayor en el área estudiada. Su máxima expresión aparece en el sector occidental de la misma.

Litológicamente está constituida por sedimentos arcillo-limosos, a veces algo arenosos o gravillosos, de color pardo amarronados, masivos o con figuras deformacionales, con contenido variable de carbonato de calcio el que aparece en forma de concreciones, nódulos o pulverulento.

Formación Chuy (Pleistoceno)

Preciozzi et al. (1985) mantiene la definición y el rango de Formación Chuy dado por Goso (1972). Está constituida por arenas

medias a gruesas, arenas medias, arcillas arenosas y/o limosas, ocasionalmente con moluscos fósiles.

La Formación Chuy se expresa superficialmente en el sector sur-oeste de la región en estudio.

Se trata de sedimentos arenosos, areno-arcillosos y gravillosos, de colores amarillentos a agrisados, cuarzosos y cuarzo-feldespáticos, desde redondeados a subangulosos, de selección regular, friables y ocasionalmente con restos de moluscos fósiles.

Formación Dolores (Pleistoceno Superior)

Preciozzi et al. (1985) mantiene el rango y la definición de Goso (1972) de depósitos arcillo-limosos y limo-arcillosos, con contenidos variables de arena. Contiene carbonato de calcio en forma dispersa y en concreciones.

Esta Unidad litoestratigráfica presenta una muy escasa expresión superficial, asociada a los principales cursos fluviales y a la costa del Río de la Plata.

Litológicamente está constituida por sedimentos arcillo-limosos, a veces algo arenosos o gravillosos, de color pardo amarronados, masivos o con débil laminación horizontal, con escaso contenido de carbonato de calcio el que aparece fundamentalmente en forma pulverulenta.

Formación Villa Soriano (Holoceno)

Definida por Goso (op. cit.) con el rango de Formación y caracterizada como sedimentos arenosos, arcillo-arenosos y arcillosos, en parte con moluscos fósiles.

La Formación Villa Soriano se presenta en la zona costera del Río de la Plata y en los tramos inferiores de los arroyos de La Caballada, Riachuelo y Sauce.

Está formada por sedimentos arenosos de granulometría variable, de colores amarillentos, cuarzosos a cuarzo-feldespáticos, de regular selección y subredondeados a subangulosos, friables, con niveles arcillosos y arcillo-arenosos de tonalidades claras a grises, con intercalaciones con abundante materia orgánica, a veces ricos en moluscos fósiles.

Reciente y Actual

Bajo esta denominación se incluyen aquí sedimentos fluviales y litoral costeros.

Los depósitos fluviales están constituidos por arenas de selección regular y granulometría variada, con variable cantidad de matriz limo arcillosa y materia orgánica.

Los depósitos litoral costeros incluyen:
- arenas de playa, constituida por arena fina a

gruesa, blanca, cuarzosa redondeada a angulosa;
- arenas de duna, acumulaciones de arena fina bien seleccionada por la acción del viento, blanca, cuarzosa y redondeada.

CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

La información obtenida permitió diferenciar cuatro Unidades Geotécnicas: Rocas Ígneo- Metamórficas, Rocas Sedimentarias, Suelos Arenosos, Suelos Pelíticos.

Estas unidades además se expresan en la Carta Geotécnica (Figura 3).

Unidad Geotécnica Rocas Ígneo-Metamórficas

La Unidad corresponde a los distintos materiales presente en las unidades geológicas proterozoicas (Granito A° Minuano, Granito A° Riachuelo, Metamorfitos y Granitos deformados del General y Complejo Granito-Gnéissico).

Presenta los materiales alterados (orgánicos, descompuestos y desagregados) y los materiales frescos (fracturados y sanos) correspondientes a las unidades geológicas señaladas.

Esta Unidad es la portadora de los materiales para trituración y de los principales materiales granulares presentes en la zona, lo que es expuesto a través de las distintas canteras existentes.

En relación con los materiales para trituración, los materiales frescos de los Granitos A° Minuano y A° Riachuelo son los que presentan las mejores perspectivas de uso.

Respecto de los materiales granulares, son a considerar especialmente los materiales desagregados de los Granitos A° Minuano y A° Riachuelo, sin descartar los materiales desagregados de las unidades geológicas Metamorfitos y Granitos deformados del General y Complejo Granito-Gnéissico.

Unidad Geotécnica Rocas Sedimentarias

Esta Unidad comprende los distintos materiales presentes en la Formación Fray Bentos, compuesta por sus materiales alterados (orgánicos, descompuestos y desagregados) y los materiales frescos.

La Unidad sólo presenta perspectivas de uso como material granular a través de los materiales frescos.

Muy usados en el litoral suroeste del país, estos materiales prácticamente no han sido explotados en la zona, seguramente por su menor calidad relativa respecto de los materiales granulares suministrados por la unidad Roca Ígneo-Metamórfica y por la abundancia relativa de éstos.

Unidad Geotécnica Suelos Arenosos

Esta Unidad incluye fundamentalmente la Formaciones Villa Soriano y Reciente Actual (Arenas de playa y de duna), que exponen en superficie directamente suelos arenosos y sobre la que se han afectado varias explotaciones.

Pueden ser sumadas a ellas las Formaciones Camacho y Chuy, cuyos suelos arenosos se desarrollan, prácticamente, subsuperficialmente debajo de las Formaciones Libertad y Dolores en la zona de la costa.

Esta Unidad es la portadora de las arenas presentes en la zona.

Unidad Geotécnica Suelos Pelíticos

Esta Unidad corresponde a los distintos materiales presentes en las Formaciones Libertad y Dolores, Reciente y Actual (Aluviones).

Esta Unidad, en sus distintos materiales no presenta aquellos considerados en este estudio, razón por la que, a pesar de la diversidad de comportamiento en otros aspectos técnicos, aquí han sido reunidos en una sola Unidad.

INVENTARIO DE CANTERAS

A este efecto se ha procedido a:

- * realizar una descripción agrupando las canteras de cada tipo de material (fresco para triturar, granulares y arenas) en subzonas dentro de la correspondiente Unidad Geotécnica;
- * establecer una ficha técnica, en los casos en los que se dispuso de la información adecuada al efecto considerado, en particular: padrón, propietario, situación respecto del Código de Minería, documentación técnica disponible-estudios, ensayos, estado de la explotación, volúmenes explotados, calidad-perspectiva de explotación;
- * expresar en la Carta Geotécnica (Figura 3) las distintas canteras evidenciadas en la fotointerpretación y en las visitas efectuadas durante los trabajos de campo, identificando mediante un número ordinal aquellas en las que se elaboró la ficha señalada.

Dos subzonas se han identificado como las de mejores posibilidades para suministrar materiales para triturar y granulares, la correspondiente al A° Riachuelo y la del A° Minuano; esto no excluye totalmente las otras subzonas de la Unidad Geotécnica Rocas Igneo-Metamórficas.

Subzona A° Riachuelo

Corresponde al Granito A° Riachuelo identificado en la Carta Fotogeológica (Figura 2) y descripto en Unidades Proterozoicas.

Las características mineralógicas, texturales y estructurales permiten prever, para los materiales frescos, un buen comportamiento como material de trituración. A su vez esta subzona ha sido intensamente explotada con estos fines.

Para los materiales granulares ensayos de laboratorio realizados Goso (1987 b) determinaron valores de Poder Soporte (medido en el ensayo de C.B.R. con 10 libras de sobrecarga) entre 37 % (al 95 % del PUSM) a 48% (al 100 % del PUSM), determinando una calidad regular para estos materiales.

En el momento de la realización de este estudio existían dos canteras en actividad, identificadas en la Carta Geotécnica (Figura 3) como 1 y 2.

Subzona A° del Minuano

Corresponde al Granito A° del Minuano en la Carta Fotogeológica (Figura 2), a la vez que aparece descripto en Unidades Proterozoicas.

Los distintos caracteres que presenta el cuerpo, a nivel de los materiales frescos, también permite prever un buen comportamiento de sus triturados, habiendo existido a esos efectos algunas pequeñas a medianas explotaciones.

Para los materiales granulares ensayos de laboratorio Goso (op. cit.) determinaron valores de poder soporte (medidos en el ensayo de CBR con 10 libras de sobrecarga) sobre 7 muestras de distintos lugares del macizo, de: mayor o igual al 40 % (al 95 % de compactación) en 6 muestras y mayor o igual al 70 % (al 100 % de compactación) en 5 muestras.

En el momento de la realización de este Informe este macizo granítico no presenta canteras en actividad con esta finalidad, apareciendo la principal de ellas caracterizada en la ficha Nº13 e identificada en la Carta Geotécnica (Figura 3) con el 13.

Si bien las Subzonas A° Riachuelo y A° Minuano aparecen con las mejores perspectivas como fuente principal de materiales frescos para triturar y granulares, particularmente en cuanto a calidad, no son de descartar totalmente las Subzonas de Metamorfitos y Granitos deformados del General y Complejo Granito-Gneissico, en sus partes fundamentalmente graníticas, a pesar de que éstas corrientemente presentan algún tipo de planaridad (tectónica o estructural), potencialmente determinante de triturados con formas achatadas.

En las subzonas descritas a continuación sólo se han identificado materiales granulares.

Subzona A° de la Caballada

Corresponde al área identificada en la Carta Fotogeológica (Figura 2) como Complejo Granito-Gneissico y aparece descripto en Unidades Proterozoicas.

Este material si bien texturalmente presenta un grano medio a grueso, aún considerando el desagregado, la presencia de biotita (en cantidades más o menos abundantes), desmerecen su calidad como material granular.

Es explotada intensamente por la Intendencia Municipal de Colonia. Se ha caracterizado una de las canteras de mayor desarrollo, identificada en la Carta Geotécnica (Figura 3) con el número 29, del resto de los emplazamientos explotados.

Subzona A° San Pedro

Al igual que la anterior, se encuentra emplazada en el área identificada en la Carta Fotogeológica (Figura 2) como Complejo Granito-Gneissico, por lo que son válidas las consideraciones hechas para la Subzona A° de la Caballada.

Es explotada ocasionalmente por la Intendencia Municipal de Colonia y se ha caracterizado una de las canteras de mayor desarrollo, identificada en la Carta Geotécnica (Figura 3) con el número 28, del resto de los emplazamientos explotados.

Subzona A° del General

Corresponde al área identificada en la Carta Fotogeológica (Figura 2) como de Metamorfitos y Granitos deformados del General, descripto en Unidades Proterozoicas.

Las características de los materiales geológicos presentes determina que las mejores perspectivas de aportar materiales granulares correspondan a los granitos deformados, donde se encuentran la mayoría de las canteras explotadas. La frecuente intercalación en ellos, de anfíbolitas y particularmente de gneiss biotíticos, desmerecen la calidad de los materiales granulares de la zona.

Ensayos de laboratorio realizados por Goso (1978 a) en una de las canteras de materiales granulares determinaron una calidad regular, con valores de Poder Soporte (medido en el ensayo de C.B.R. con 10 libras de sobrecarga) entre 31% (al 95% del PUSM) y 35% (al 100 % del PUSM).

Es explotada ocasionalmente por la Intendencia Municipal de Colonia y se ha caracterizado una de las canteras de mayor desarrollo, identificada en la Carta Geotécnica (Figura 3) como 31, del resto de los emplazamientos explotados.

Subzona Artilleros

Corresponde al área identificada en la Carta Fotogeológica (Figura 2) como Complejo Granito-Gneissico, descripto en Unidades Proterozoicas.

El material presente es granítico de grano medio a grueso, con abundante biotita, lo que determina una calidad regular para los materiales granulares correspondientes a los materiales desagregados.

Es explotada ocasionalmente por la Intendencia Municipal de Colonia y se ha caracterizado una de las canteras más desarrollada, identificada en la Carta Geotécnica (Figura 3) como 30, del resto de los emplazamientos explotados.

Han sido identificadas dos subzonas como portadores de materiales arenosos.

Subzona Punta Artilleros

Corresponde al área identificada en la Carta Fotogeológica (Figura 2) como Formación Villa Soriano, descripta en Unidades Cuaternarias.

El material explotado es una arena media a gruesa, subangulosa a subredondeada con ausencia de finos.

Existen dos canteras, una de ellas en explotación y la otra tiene el permiso suspendido por la Dirección Nacional de Medio Ambiente. Se han caracterizado las dos canteras, identificadas en la Carta Geotécnica (Figura 3) como 6 y 7.

Subzona desembocadura del A° de la Caballada

Corresponde al área identificada en la Carta Fotogeológica (Figura 2) como Formación Villa Soriano, descripta en Unidades Cuaternarias.

El material explotado es una arena fina a media, subangulosa a subredondeada con ausencia de finos.

Existe una cantera en explotación, que ha sido caracterizada e identificada en la Carta Geotécnica (Figura 3) como 3.

CONCLUSIONES

A manera de conclusión, luego de este estudio preliminar, se puede señalar:

- respecto de los materiales para trituración, teniendo solamente en cuenta las dos subzonas (A° Riachuelo y A° Minuano) que presentan las mayores posibilidades, surge para la Zona una gran potencialidad en materia de reservas (geológicas-posibles): los volúmenes disponibles son enormes, prácticamente kilómetros cuadrados de superficie por la profundidad económica de explotación, y la calidad, a juzgar por características litológico estructurales, no

parece presentar problemas para el uso de éstos triturados en hormigones. Esto último estaría además avalado por las explotaciones comerciales efectuadas en las subzonas, particularmente intensas en la subzona del A. Riachuelo.

- en lo que tiene que ver con los materiales granulares, tomando las seis subzonas (A° de La Caballada, A° San Pedro, A° del General, Artilleros, A° Riachuelo y A° Minuano) aparece también una enorme potencialidad de reservas en la Zona (geológicas-posibles): los volúmenes existentes son muy grandes, kilómetros cuadrados de superficie por unos 3-6 m. de potencia, en arranque mecánico y una calidad variable en las subzonas, que abren todo un abanico en materia de explotación según las necesidades que se puedan plantear en cuanto a materiales de regular, buena y muy buena calidad. La existencia de materiales de buena a muy buena calidad, esta al menos evidenciada si tenemos en cuenta que en la subzona A° Minuano de 7 muestras extraídas de distintos puntos 5 de ellas presentan una capacidad soporte igual o superior al 70 % para el 100 % de compactación.

- en relación con la arena, tomando sólo el área expuesta en la Unidad Suelos Arenosos (constituida por el reciente y actual y la Formación Villa Soriano), sobre la que se ubican distintas explotaciones surge la gran potencialidad de la zona respecto de las reservas de arena (geológicas-posibles): en éstas circunstancias también, los volúmenes son muy importantes, kilómetros cuadrados por unos 1-5 m. de potencia en explotación aérea y subacuática, y una calidad, que aún variable tiene su aval a través de las distintas explotaciones destinadas a la industria de la construcción.

Finalmente cabe señalar que una obra de ingeniería, en particular una obra como la de la magnitud aquí considerada, exige ir satisfaciendo las etapas que técnicamente siguen a este Estudio Preliminar. Esto es, los estudios que conduzcan en todos los casos (materiales para trituración, materiales granulares y arena) a evaluaciones a nivel de reservas probables y de reservas probadas, como la única manera de disponer de la necesaria seguridad, que exige una obra, sobre la provisión de estos materiales naturales.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Comisión Nacional del Puente Buenos Aires - Colonia la autorización para publicar los resultados de este trabajo y a la Dra. R. Muzio por la ayuda en la elaboración del abstract.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GOSO, H. 1965. **El Cenozoico en el Uruguay**. I.G.U., (Informe interno). Montevideo, 14 p.
- GOSO, H. 1972. **Cuaternario Uruguayo**. M.G.A.P./P.E.L.S., (Informe Interno). Montevideo, 12 p.
- GOSO, H. 1987 a. **Estudio Geotécnico de Ruta Nacional N° 1 Gral Manuel Oribe. Tramo V: Rosario-Artilleros**. Informe VIALUR, Montevideo. 65 p.
- GOSO, H. 1987 b. **Estudio Geotécnico de Ruta Nacional N° 1 Gral Manuel Oribe. Tramo VI: Artilleros - A° de la Caballada**. Informe VIALUR. Montevideo, 77 p.
- PRECIOZZI, F.; SPOTURNO, J.; HEINZEN, W.; ROSSI, P. 1985. **Carta Geológica del Uruguay a escala 1:500.000**. D.I.N.A.M.I.G.E./M.I.E. Montevideo, 92 p.
- SERRA, N. 1943. **Memoria Explicativa del Mapa Geológico del Departamento de Colonia**. Bol. Instituto Geológico del Uruguay, (30): 1-47.

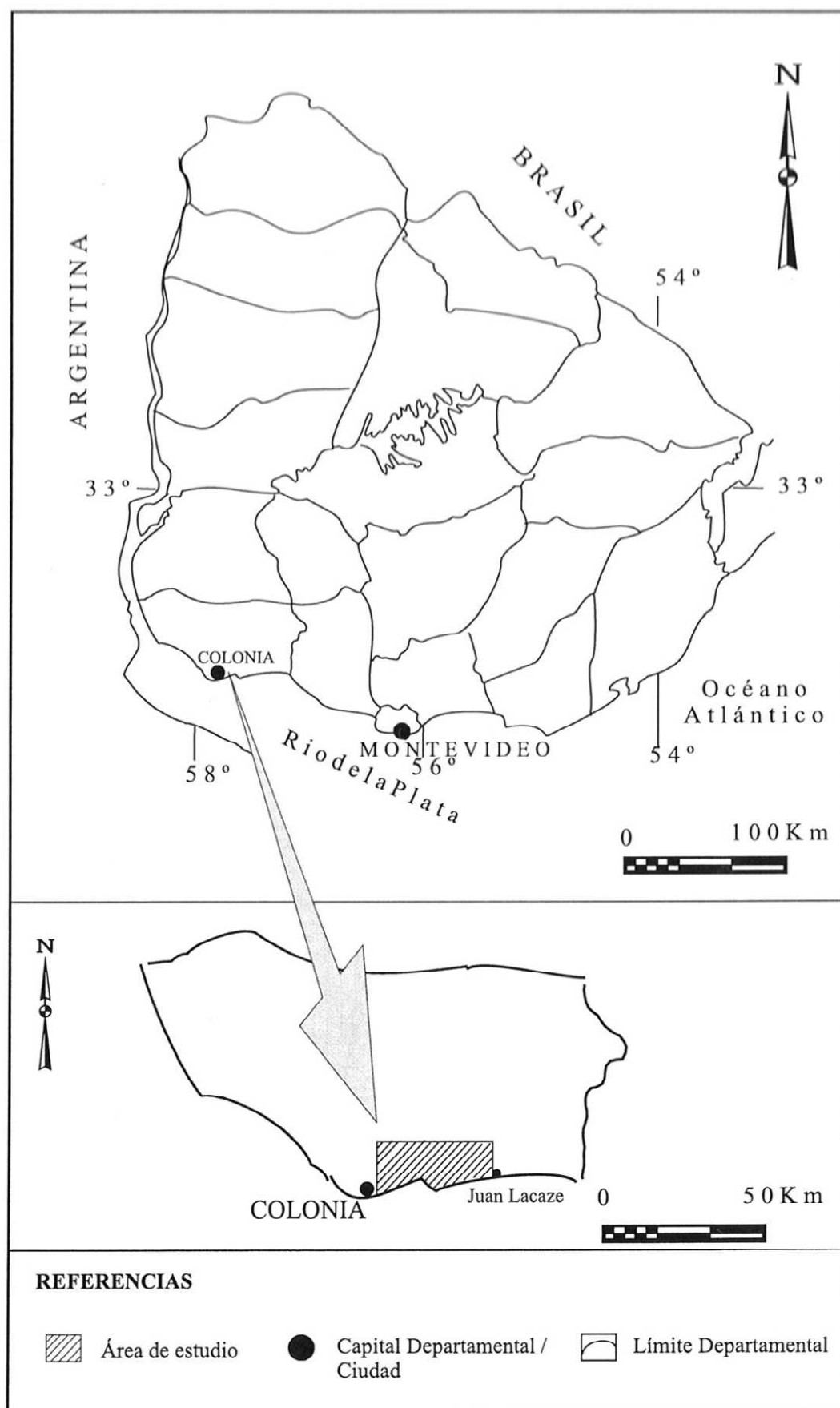


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio
Figure 1. Localization map of the studied area

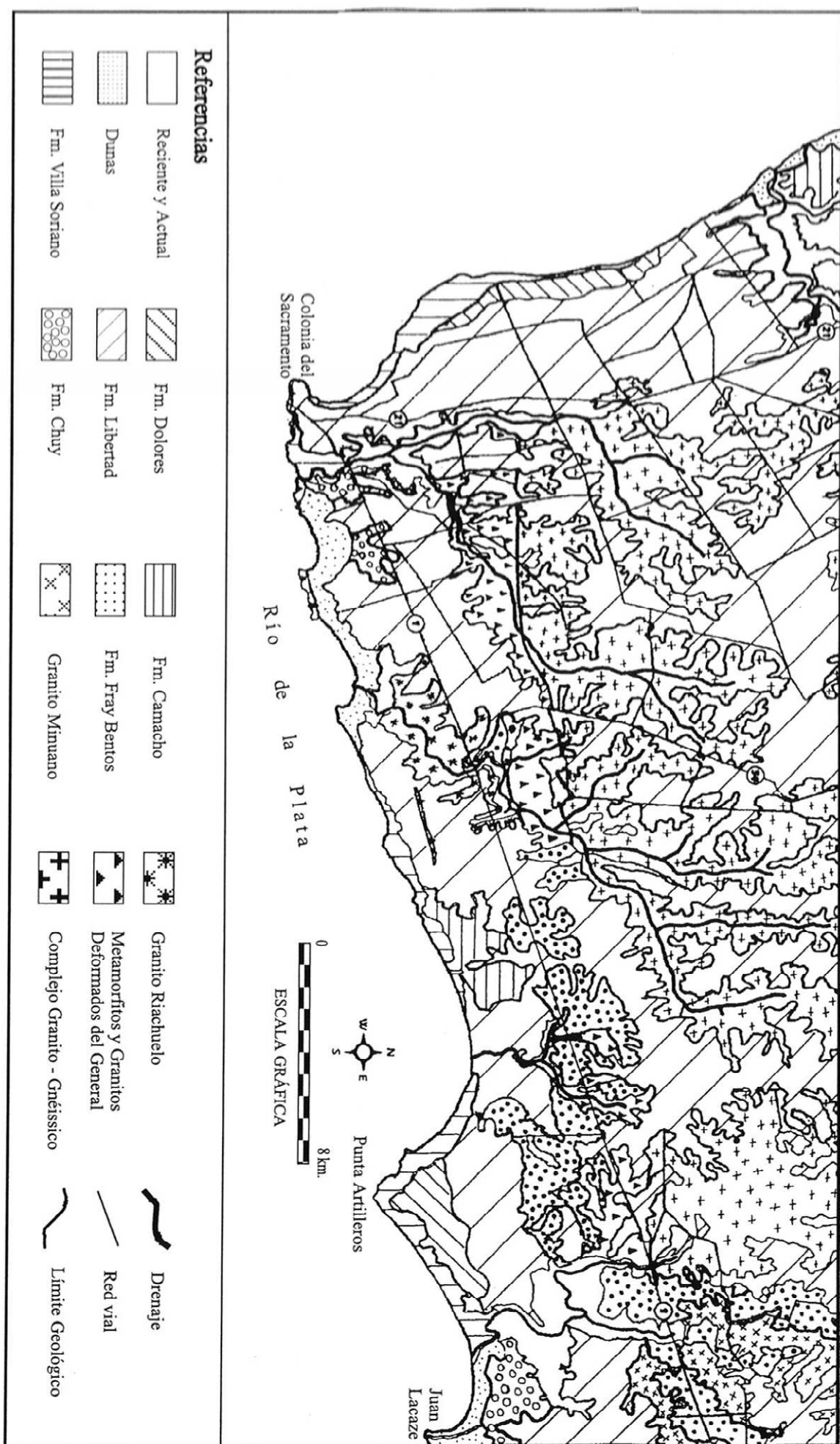


Figura 2. Carta fotogeológica del área de estudio
Figure 2. Photogeological chart of the studied area

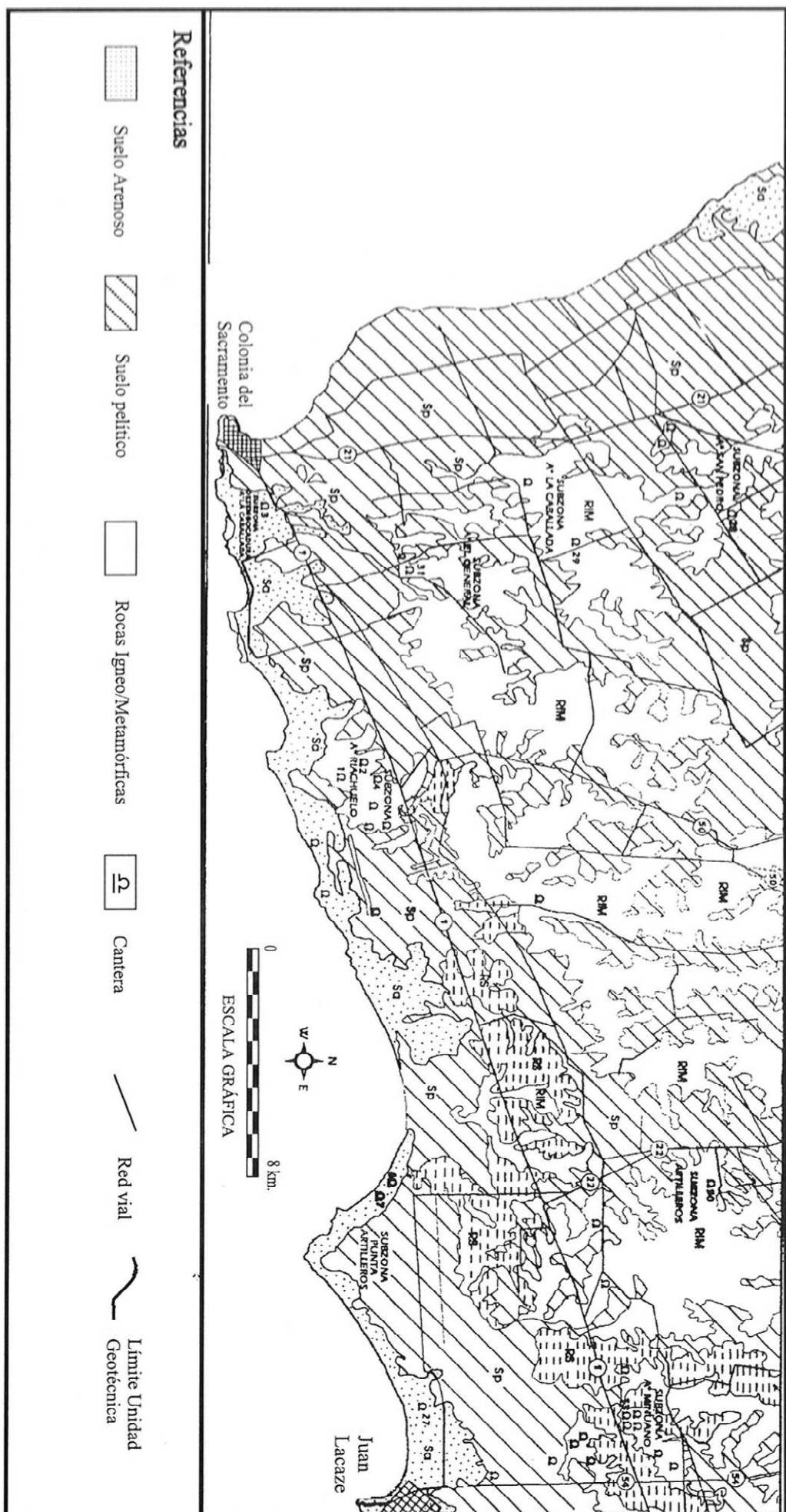


Figura 3. Carta geotécnica del área de estudio
Figure 3. Geotechnical chart of the studied area