



# Estudio Geotécnico A nivel de Anteproyecto

Puente sobre el Arroyo El Cordobés - Paso Villar  
(Departamentos de Durazno-Cerro Largo)

Noviembre 2011

Estudio Geotécnico  
A nivel de anteproyecto  
Puente sobre el Arroyo El Cordobés - Paso Villar  
(Departamentos de Durazno y Cerro Largo)

## Introducción

El presente informe refiere al estudio geotécnico efectuado en el emplazamiento del futuro puente sobre el Arroyo El Cordobés, en el Paso Villar, límite entre los Departamentos de Durazno y Cerro Largo (figura 1).

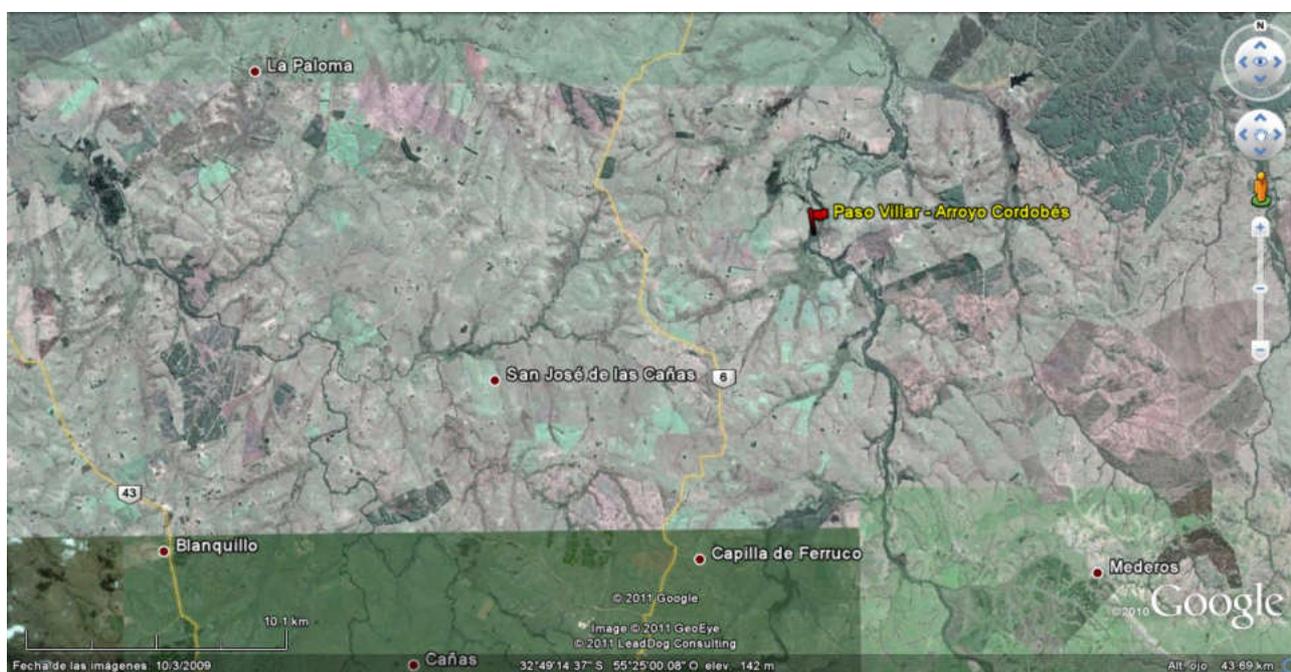


Figura 1

## Objetivo

El estudio tuvo por objetivo investigar las características geotécnicas del subsuelo, a efectos de aportar la información necesaria para el proyecto y cálculo de las cimentaciones de las estructuras a construir, así como para evaluar los riesgos de asentamiento y la presencia de agua en el subsuelo.

## Antecedentes

A los efectos de la realización del estudio se dispuso de información acerca de las características geológicas y geotécnicas de la zona donde se ubica el emplazamiento del puente en cuestión.

Desde el punto de vista geológico, en la zona próxima al puente en estudio, se presentan



rocas sedimentarias devónicas correspondientes a las formaciones Cerrezuelo y Cordobés, y carboníferas de la formación San Gregorio.

Sobre esos materiales rocosos, se presentan sedimentos fluviales modernos pertenecientes al Pleistoceno–Holoceno.

Específicamente en el entorno mismo del puente se presenta una roca areniscosa fina a muy fina, aflorante en la margen oeste del arroyo Cordobés la que se cubre especialmente hacia el este del arroyo por suelos arenosos desarrollando una importante planicie.

Esa conformación geológica determina que geotécnicamente, a efecto del emplazamiento del puente, se disponga asociados a las formaciones Cerrezuelo, Cordobés y San Gregorio de materiales de alta resistencia a poco se ingrese en ellos a los niveles frescos. Y materiales de resistencia baja y media correspondientes a los suelos aluviales.

### Investigaciones Realizadas

De acuerdo a lo acordado con el comitente se llevaron a cabo los trabajos que se describen a continuación:

- Se efectuaron tres sondeos manuales, en la ubicación del puente a construir (figura 2), con ensayos de Penetración Normal ("S.P.T.", Norma A.S.T.M. D 1586) a cada metro de profundidad, en aquellos materiales en que dichos ensayos y las correlaciones que los mismos proporcionan con la resistencia del terreno son válidos. Estos ensayos se llevaron hasta encontrar materiales lo suficientemente tenaces como para impedir la continuación de la perforación con los medios convenidos utilizados. Debe señalarse que esta imposibilidad indica la presencia de materiales tenaces (roca más o menos alterada, cementados).

- Simultáneamente con el avance de los sondeos y los ensayos SPT, se procedió a efectuar una descripción del material extraído.

La información obtenida en los sondeos: descripciones litológicas, presencia de agua y valores de los ensayos SPT, se presentan en el Anexo.



Figura 2. Imagen Google con la ubicación de los sondeos

## Resultados Obtenidos

### Los materiales

En la posición de la perforación denominada "A" (margen del Departamento de Durazno) se aprecia un afloramiento rocoso de una arenisca con grano fino a muy fino, con color amarillento de oxidación ante su exposición hacia la superficie, impenetrable por la pala americana y aún por la barreta.

Esta misma arenisca aparece en las otras dos perforaciones realizadas, blanco grisáceo a amarillento, pero en dichos casos recubierta por mantos arenosos de entre cuatro y cinco metros de espesor.

Esas arenas, correspondientes a depósitos aluviales, son finas a gruesas, con presencia de grava, de 1-2 cm de tamaño e intercalación de finos estratos de 2-3 cm de una arcilla limosa oscura. En profundidad muestran una densificación creciente siendo en todo momento significativa.

Hacia 1-1,5 m se detecta la presencia de agua, lo que provoca casi inmediatamente el desmoronamiento de las paredes del pozo, obligando a entibar para continuar la perforación.

Por debajo de estas arenas, como ya se indicó, se llega a una arenisca blanco grisáceo a amarillento, de grano fino, tenaz al punto que sólo es posible penetrar en ella diez centímetros o poco más con medios manuales.

### Los Ensayos SPT

Se obtuvieron valores de N (número de golpes por pie de penetración) de entre 23 y 54, los



que seguramente están influidos por la presencia de gravas de cierto tamaño, que distorsiona al alza los valores del SPT.

### El Agua

Como se ha dicho, en las dos perforaciones realizadas se detectó presencia de agua, a un metro de profundidad o poco más, medida desde la superficie del terreno natural.

## Recomendaciones

### Cimentación de Estructuras

Las características de la estructura a fundar hacen que deba preverse la absorción de esfuerzos de compresión y tracción sobre el terreno, éstos originados por las fuerzas horizontales debidas a los efectos de frenado, acción del agua y cargas de viento, y los primeros al peso propio.

En esas condiciones, empleando cimentaciones directas, se contará con la reacción vertical del terreno para absorber los esfuerzos de compresión y con el empuje pasivo sobre las caras de los dados o pozos de fundación para absorber los momentos. Alternativamente, puede diseñarse por el método de las tensiones cobaricéntricas, sobredimensionando la base para evitar las tensiones de tracción sobre la misma.

Asimismo podría recurrirse a la cimentación mediante pilotes, trabajando una parte de ellos eventualmente a tracción.

Dado que la elección de una u otra alternativa quedará a juicio del proyectista o de una comparación económica entre dos o más de ellas, la información geotécnica a brindar debe apuntar a caracterizar el comportamiento de las diferentes capas. Corresponde hacer especial hincapié en que esta información surge exclusivamente de los datos provenientes de los Ensayos de Penetración Normal, únicos que se realizaron, de acuerdo a lo convenido, así como de informaciones estadísticas sobre los materiales de las unidades geológico-geotécnicas presentes.

En resumen, se presentan las siguientes posibilidades:

- *Cimentación directa*

- Sobre la capa de arenas arcillosas con gravas, a una profundidad no menor de 1,50 metros y siempre que se haya sobrepasado la capa con material orgánico. En esas condiciones podrá emplearse una tensión de trabajo del terreno (tensión admisible) de 200 kPa (aproximadamente 2 kg/cm<sup>2</sup>); a mayor profundidad dentro de estos materiales no se registra un aumento suficientemente significativo de la tensión de trabajo posible y en cambio se debería excavar en presencia del freático, por lo cual dicha alternativa no parece de mucho interés.

- Sobre los niveles poco alterados de la arenisca, a una profundidad que debe estimarse en la perforación "A" en el orden del metro y en las otras dos, en el entorno de los 5-5.50 metros o algo más, ya que seguramente la perforación manual es detenida antes de llegar a este nivel por la presencia de materiales cementados más tenaces, siendo que con medios mecánicos puede proseguirse aún varios decímetros.



Este nivel se reconocerá por la presencia, en un piso continuo, de un material masivo y de una tenacidad tal que obligará al empleo permanente de barreta en la excavación manual y de escarificador en la mecánica. Se recomienda para dichos materiales adoptar una tensión de trabajo de 500 kPa (aproximadamente 5 k/cm<sup>2</sup>), de acuerdo a la información disponible, antes indicada.

A mayor profundidad, al ingresar decididamente en los niveles no alterados de la arenisca, pueden adoptarse tensiones mayores y bastante mayores, pero ello exigiría recurrir a otro tipo de procedimientos de estudios del cimiento para autorizar esos valores (caracterización del macizo rocoso, con perforación mecánica y extracción de testigos).

- *Cimentación indirecta*

Ésta podría practicarse mediante pilotes trabajando parcialmente por fricción en las arenas arcillosas con gravas (con una tensión rasante admisible del orden de la mitad de la considerada para el trabajo en fundación directa) y, para el caso de los comprimidos, de punta sobre los niveles poco a no alterados de la arenisca (para cuya contribución puede adoptarse también la tensión de trabajo antes indicada para cimentación directa, para lo cual deberá asegurarse que se llega efectivamente a esos niveles en la perforación).

Dado que estos pilotes atravesarían materiales no cohesivos y la presencia de freáticos, es altamente probable que se requiera para su confección el empleo de encamisado u otro tipo de protección para evitar desmoronamientos.

## Riesgo de Asentamiento

Los riesgos de asentamientos excesivos están controlados en la medida que se trabaje con las tensiones recomendadas, que corresponden, precisamente, a deformaciones admisibles. La arenisca, a partir de sus niveles poco a no alterados puede considerarse a efectos prácticos como incompresible. Por otra parte, tratándose de materiales granulares, las deformaciones se producen casi instantáneamente al ser cargados los terrenos.

## Absorción de empujes horizontales

Para la consideración de eventuales empujes que colaboren en la absorción de los momentos de vuelco, para las arenas arcillosas con gravas pueden adoptarse como valores extremos de los parámetros geotécnicos, los siguientes pares:

$$\phi = 20^\circ; c = 30 \text{ kPa}$$

$$\phi = 30^\circ; c = 0$$

(Deberán verificarse ambas combinaciones).

Estos valores resultan de consideraciones matemáticas en base a: los resultados de los Ensayos de Penetración Normal; la relación entre las tensiones admisibles de compresión y el valor de falla en compresión confinada para suelos puramente cohesivos, que permite determinar un



círculo de Mohr límite, las relaciones  $\phi(N)$  y  $c(N)$  generalmente aceptadas y el conocimiento estadístico de estos materiales.

Lic. Ernesto Goso



## Anexo





