



---

## PROYECTO DE RECUPERACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL FERROCARRIL GENERAL BELGRANO

### ESTUDIO GEOTÉCNICO INFORME TÉCNICO Nº 5 TRAMO C 15 (Pichanal – Embarcación) SUELOS EN LA TRAZA

**Septiembre de 2012**

#### **1. ALCANCE**

El presente informe tiene por objeto presentar un avance técnico de la campaña de investigación en curso de ejecución en la traza del Ferrocarril General Belgrano.

Se presentan perfiles geotécnicos esquemáticos a lo largo de la traza del tramo denominado C 15 entre Pichanal y Embarcación en la Provincia de Salta.

#### **2. GENERALIDADES**

En este Tramo (C 15) se han realizado un total de 9 puntos de investigación con 18 m investigados mediante barrenos manuales de 2 m de longitud.

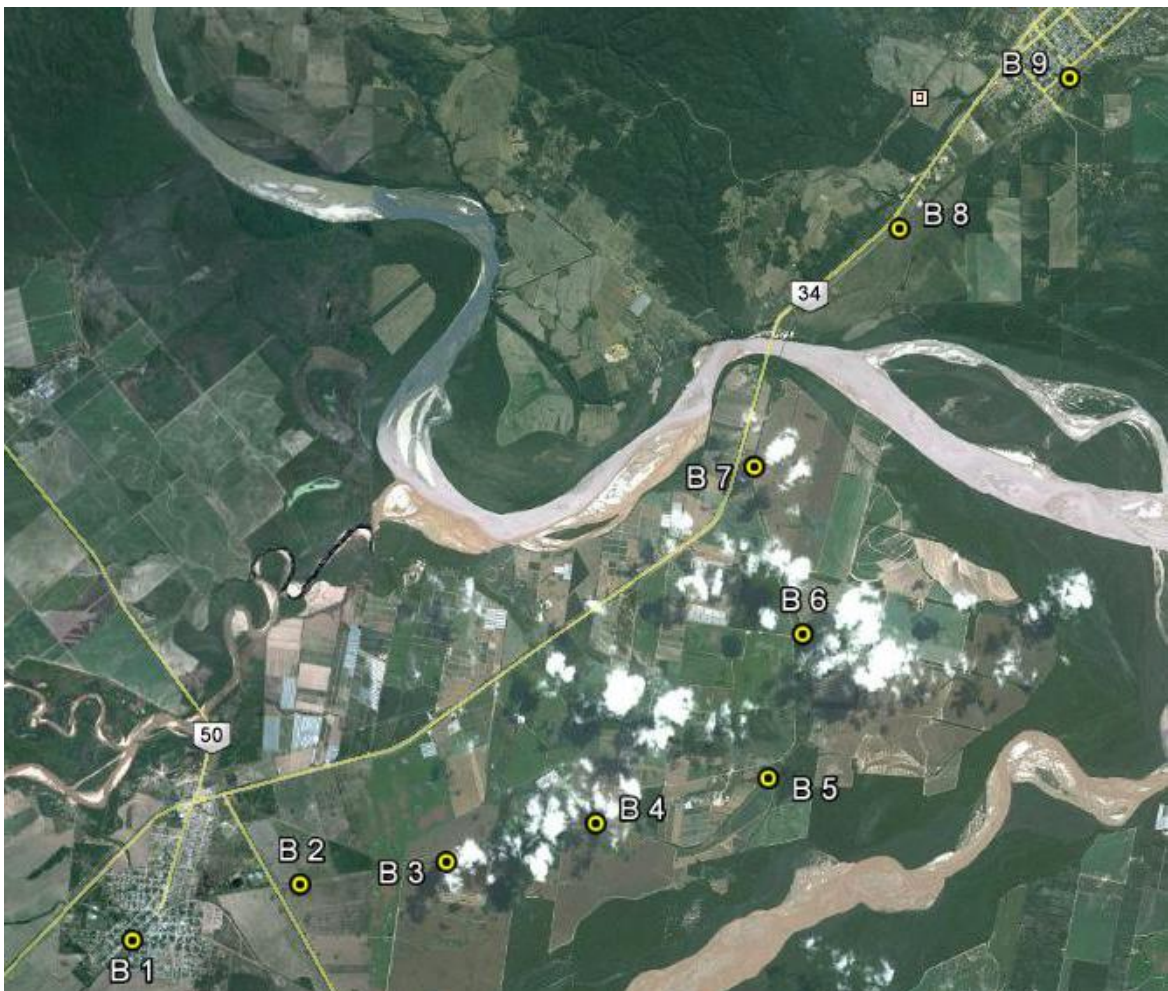
En la Tabla Nº 1 se presenta un detalle de la ubicación en coordenadas Gauss – Krüger.



Tabla N° 1 - Ubicación de las Labores de Investigación

INVESTIGACIÓN Nº	COORDENADAS GEOGRÁFICAS						FECHA EJECUCIÓN	Progresiva Aproximada [Km]	BARRENO Profundidad [m]	CALICATA	OBSERVACIONES
	LATITUD SUR			LONGITUD OESTE							
	[°]	[']	["]	[°]	[']	["]					
C 15 - B 1	23	19	35,96	64	13	41,05	17/10/2011	1289,0	2		
C 15 - B 2	23	19	9,33	64	12	15,15	17/10/2011	1291,5	2		
C 15 - B 3	23	18	58,57	64	11	0,17	17/10/2011	1293,7	2		
C 15 - B 4	23	18	40,23	64	9	43,73	17/10/2011	1295,9	2		
C 15 - B 5	23	18	18,84	64	8	15,55	17/10/2011	1298,5	2		
C 15 - B 6	23	17	11,10	64	7	58,16	17/10/2011	1300,7	2		
C 15 - B 7	23	15	52,52	64	8	23,27	17/10/2011	1304,3	2		
C 15 - B 8	23	14	0,44	64	7	9,35	17/10/2011	1308,0	2		
C 15 - B 9	23	12	49,19	64	5	42,38	17/10/2011	1312,0	2		

Seguidamente se presenta la ubicación de las labores ejecutadas sobre una base Google Earth.





### 3. RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

A continuación se presentan los registros de las labores realizadas a lo largo de la traza en donde se han volcado los resultados de las determinaciones efectuadas en el campo y laboratorio. Se muestra en cada caso la profundidad de los ensayos ejecutados y la ubicación de las muestras obtenidas, la descripción tacto visual obtenida en el campo y verificada en laboratorio. Sobre cada muestra obtenida: la clasificación según los sistemas Unificado de Casagrande y según el AASHTO (HRB) con el correspondiente índice de grupo, el contenido natural de humedad (%), los límites líquido y plástico y el cálculo del índice de plasticidad, el gráfico de la variación del contenido de humedad y ambos límites de consistencia y el valor del pasa tamiz 200 (74  $\mu$ ).

Comitente: HALCROW - IATASA - CONSULAR Proyecto : FFCC Belgrano Cargas Fecha: 17/10/2011			BARRENO C 15 - B 1			Tramo: C 15 Coordenadas : S 23 ° 19 ' 35,96 '' W 64 ° 13 ' 41,05 '' Progresiva : 1289,0 [Km] Observaciones:											
Profundidad [m]	DESCRIPCION - COLOR	CLASIFICACIÓN			IG	Wnat	LL	LP	IP	Límites de Atterberg		# Tamiz					
		SUCS	ASTM D 3282							%		100	200				
de	a		HRB	IG						0	20	40	60	80	%	%	
0,0	1,0	Arcilla Limosa, Castaño Rojizo Claro	CL	A-7-6	21												
1,0	2,0		CL	A-7-6	20												
2,0	3,0																
		Fin del ensayo															
Nivel Freático: - m																	

Comitente: HALCROW - IATASA - CONSULAR Proyecto : FFCC Belgrano Cargas Fecha: 17/10/2011			BARRENO C 15 - B 2			Tramo: C 15 Coordenadas : S 23 ° 19 ' 9,33 '' W 64 ° 12 ' 15,15 '' Progresiva : 1291,5 [Km] Observaciones:											
Profundidad [m]	DESCRIPCION - COLOR	CLASIFICACIÓN			IG	Wnat	LL	LP	IP	Límites de Atterberg		# Tamiz					
		SUCS	ASTM D 3282							%		100	200				
de	a		HRB	IG						0	20	40	60	80	%	%	
0,0	1,0	Arcilla Limo Arenosa, Castaño Rojizo Claro	CL	A-4	8												
1,0	2,0		CL	A-4	7												
2,0	3,0																
		Fin del ensayo															
Nivel Freático: - m																	



Comitente: HALCROW - IATASA - CONSULAR Proyecto: FFCC Belgrano Cargas Fecha: 17/10/2011		BARRENO C 15 - B 3			Tramo: C 15 Coordenadas: S 23 ° 18 ' 58,57 '' W 64 ° 11 ' 0,17 '' Progresiva: 1293,7 [Km] Observaciones:												
Profundidad [m]	DESCRIPCION - COLOR	CLASIFICACIÓN			IG	Wnat	LL	LP	IP	Límites de Atterberg	# Tamiz						
		SUCS	ASTM D 3282								100	200					
de	a		HRB	IG						0	20	40	60	80	%	%	
0,0	1,0	Arcilla Limo Arenosa, Castaño Rojizo Claro	CL	A-4	8		11,8	30,6	20,7	9,9							86,8
1,0	2,0		CL	A-6	8												
2,0	3,0																
		Fin del ensayo															
Nivel Freático: - m																	

Comitente: HALCROW - IATASA - CONSULAR Proyecto: FFCC Belgrano Cargas Fecha: 17/10/2011		BARRENO C 15 - B 4			Tramo: C 15 Coordenadas: S 23 ° 18 ' 40,23 '' W 64 ° 9 ' 43,73 '' Progresiva: 1295,9 [Km] Observaciones:												
Profundidad [m]	DESCRIPCION - COLOR	CLASIFICACIÓN			IG	Wnat	LL	LP	IP	Límites de Atterberg	# Tamiz						
		SUCS	ASTM D 3282								100	200					
de	a		HRB	IG						0	20	40	60	80	%	%	
0,0	1,0	Limo Arenoso, Castaño Rosado Claro	CL-ML	A-4	1		1,8	19,6	13,5	6,1							61,4
1,0	2,0		CL-ML	A-4	0												
2,0	3,0																
		Fin del ensayo															
Nivel Freático: - m																	

Comitente: HALCROW - IATASA - CONSULAR Proyecto: FFCC Belgrano Cargas Fecha: 17/10/2011		BARRENO C 15 - B 5			Tramo: C 15 Coordenadas: S 23 ° 18 ' 18,84 '' W 64 ° 8 ' 15,56 '' Progresiva: 1298,5 [Km] Observaciones:												
Profundidad [m]	DESCRIPCION - COLOR	CLASIFICACIÓN			IG	Wnat	LL	LP	IP	Límites de Atterberg	# Tamiz						
		SUCS	ASTM D 3282								100	200					
de	a		HRB	IG						0	20	40	60	80	%	%	
0,0	1,0	Arcilla Limosa, Castaño Rojizo Claro	CL	A-4	6		5,4	25,7	16,9	8,8							87,2
1,0	2,0		CL	A-4	6												
2,0	3,0																
		Fin del ensayo															
Nivel Freático: - m																	



Comitente: HALCROW - IATASA - CONSULAR Proyecto: FFCC Belgrano Cargas Fecha: 17/10/2011		BARRENO C 15 - B 6			Tramo: C 15 Coordenadas: S 23 ° 17 ' 11,1 '' W 64 ° 7 ' 58,16 '' Progresiva: 1300,7 [Km] Observaciones:							
Profundidad [m]	DESCRIPCION - COLOR	CLASIFICACIÓN			IG	W <sub>nat</sub>	LL	LP	IP	Límites de Atterberg	# Tamiz	
		SUCS	ASTM D 3282								100	200
de	a		HRB	IG	%					%	%	
0,0	1,0	Limo Arenoso, Castaño Claro	CL-ML	A-4	3	6,3	21,6	15,0	6,6			84,3
1,0	2,0		CL-ML	A-4	3	4,0	21,1	14,6	6,5			82,3
2,0	3,0	<i>Fin del ensayo</i>										
Nivel Freático: - m												

Comitente: HALCROW - IATASA - CONSULAR Proyecto: FFCC Belgrano Cargas Fecha: 17/10/2011		BARRENO C 15 - B 7			Tramo: C 15 Coordenadas: S 23 ° 15 ' 52,52 '' W 64 ° 8 ' 23,27 '' Progresiva: 1304,3 [Km] Observaciones:							
Profundidad [m]	DESCRIPCION - COLOR	CLASIFICACIÓN			IG	W <sub>nat</sub>	LL	LP	IP	Límites de Atterberg	# Tamiz	
		SUCS	ASTM D 3282								100	200
de	a		HRB	IG	%					%	%	
0,0	1,0	Limo Arenoso, Castaño Claro	CL-ML	A-4	3	4,3	21,5	14,8	6,7			83,3
1,0	2,0		CL-ML	A-4	2	4,4	20,4	14,4	6,0			82,8
2,0	3,0	<i>Fin del ensayo</i>										
Nivel Freático: - m												

Comitente: HALCROW - IATASA - CONSULAR Proyecto: FFCC Belgrano Cargas Fecha: 17/10/2011		BARRENO C 15 - B 8			Tramo: C 15 Coordenadas: S 23 ° 14 ' 0,44 '' W 64 ° 7 ' 9,35 '' Progresiva: \$ 1.308,0 [Km] Observaciones:							
Profundidad [m]	DESCRIPCION - COLOR	CLASIFICACIÓN			IG	W <sub>nat</sub>	LL	LP	IP	Límites de Atterberg	# Tamiz	
		SUCS	ASTM D 3282								100	200
de	a		HRB	IG	%					%	%	
0,0	1,0	Arcilla Limo Arenosa, Castaño	CL	A-6	14	13,6	35,0	18,8	16,2			86,8
1,0	2,0		CL	A-6	13	12,4	35,0	19,0	16,0			86,6
2,0	3,0	<i>Fin del ensayo</i>										
Nivel Freático: - m												



Comitente: HALCROW - IATASA - CONSULAR Proyecto: FFCC Belgrano Cargas Fecha: 17/10/2011		BARRENO C 15 - B 9		Tramo: C 15 Coordenadas: S 23 ° 12 ' 49,19 '' W 64 ° 5 ' 42,38 '' Progresiva: 1312,0 [Km] Observaciones:							
Profundidad [m]	DESCRIPCION - COLOR	CLASIFICACIÓN		IG	W <sub>nat</sub>	LL	LP	IP	Límites de Atterberg	# Tamiz	
		SUCS	ASTM D 3282							100	200
de	a		HRB	IG	%				%	%	
0,0	1,0	Arcilla Limosa, Castaño	CL	A-7-6	24						94,0
1,0	2,0		CL	A-7-6	24	14,0	45,4	22,2	23,2		
2,0	3,0				10,8	46,5	23,5	23,0			95,3
Fin del ensayo											
Nivel Freático: - m											

#### 4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

A continuación se presenta en la Tabla N° 2 un perfil esquemático sobre la traza en el Ramal C 15 (Pichanal - Embarcación). En el mismo se han volcado las clasificaciones de suelos según los sistemas unificado (SUCS) y AASHTO (HRB) y el número de grupo de la última clasificación.

Las referencias utilizadas en los esquemas del perfil de la Tabla N° 2 y en las Tablas N° 3 a 5 son las que se muestran a continuación:

TABLAS N° 2, 3, 4 y 5, REFERENCIAS

ESTRATIGRAFÍA SEGÚN SUCS	CH	ESTRATIGRAFÍA SEGÚN AASHTO	A - 7 - 6	SEGÚN IG DEL AASHTO	0 - 2
	CL		A - 7 - 5		3 - 10
	CL-ML		A - 6		11 - 19
	MH		A - 5		> 19
	ML		A - 4		
	SM		A - 2 - 4		
	SC		A - 2 - 5		
	SP-SM		A - 2 - 6		
	SP-SC		A - 2 - 7		
	SP				
	SW				



**TABLA Nº 2-1 - Esquema del Perfil en Traza - Tramo C15 (Pichanal - Embarcación)**

SONDEO		C 15 - B 1			C 15 - B 2			C 15 - B 3			C 15 - B 4			C 15 - B 5				
PROF. AGUA		Sin Reg. *			Sin Reg. *			Sin Reg. *			Sin Reg. *			Sin Reg. *				
Profundidad		SUCS		AASHTO		SUCS		AASHTO		SUCS		AASHTO		SUCS		AASHTO		
de [m]	a [m]		IG		IG		IG		IG		IG		IG		IG		IG	
0	1	CL	A-7-6	21	CL	A-4	8	CL	A-4	8	CL-ML	A-4	1	CL	A-4	6		
1	2	CL	A-7-6	20	CL	A-4	7	CL	A-6	8	CL-ML	A-4	0	CL	A-4	6		
2	3																	

**TABLA Nº 2-2 - Esquema del Perfil en Traza - Tramo C15 (Pichanal - Embarcación)**

SONDEO		C 15 - B 6			C 15 - B 7			C 15 - B 8			C 15 - B 9		
PROF. AGUA		Sin Reg. *			Sin Reg. *			Sin Reg. *			Sin Reg. *		
Profundidad		SUCS		AASHTO		SUCS		AASHTO		SUCS		AASHTO	
de [m]	a [m]		IG		IG		IG		IG		IG		IG
0	1	CL-ML	A-4	3	CL-ML	A-4	3	CL	A-6	14	CL	A-7-6	24
1	2	CL-ML	A-4	3	CL-ML	A-4	2	CL	A-6	13	CL	A-7-6	24
2	3												

Tal como puede apreciarse en el perfil esquemático, a lo largo de la traza se tienen suelos finos arcillosos y arcillo limosos con menores proporciones de arena fina. Predominan los suelos arcillosos del tipo CL y CL-ML según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Según la clasificación de la AASHTO (HRB) predominan los suelos de tipo A-4, A-6 y en menor medida A-7-6, ubicados estos últimos en ambos extremos del tramo.

Durante la ejecución de los sondeos no se detectaron niveles de agua libre en las profundidades investigadas.

A continuación, en la Tabla Nº 3 se presenta un perfil esquemático por tramos a lo largo de la traza con la clasificación según la AASHTO y el índice de grupo que se indica en la misma. En la Tabla Nº 4 se ha incluido el índice de grupo por tramos y en la Tabla Nº 5 el análisis estadístico que a su vez ha sido acompañado por un gráfico.

**TABLA Nº 3 - Esquema del Perfil en Traza - Tramo C15 (Pichanal - Embarcación)**

SONDEO		B 1		B 2		B 3		B 4		B 5		B 6		B 7		B 8		B 9	
Profundidad		AASHTO		AASHTO		AASHTO		AASHTO		AASHTO		AASHTO		AASHTO		AASHTO		AASHTO	
de [m]	a [m]	IG	IG	IG	IG	IG	IG	IG	IG	IG	IG	IG	IG	IG	IG	IG	IG	IG	IG
0	1	A-7-6	21	A-4	8	A-4	8	A-4	1	A-4	6	A-4	3	A-4	3	A-6	14	A-7-6	24
1	2	A-7-6	20	A-4	7	A-6	8	A-4	0	A-4	6	A-4	3	A-4	2	A-6	13	A-7-6	24
2	3																		

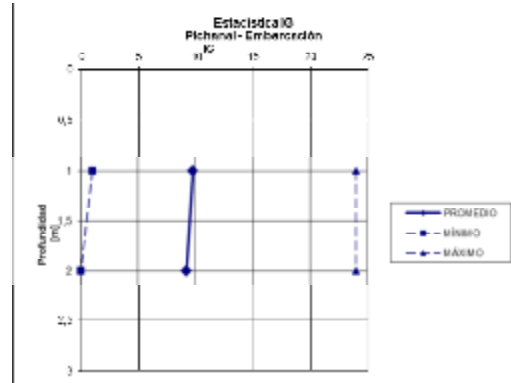
**TABLA Nº 4 - Distribución IG - Tramo C15 (Pichanal - Embarcación)**

IG										
Pichanal	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7	B 8	B 9	Embarcación
	21	8	8	1	6	3	3	14	24	
	20	7	8	0	6	3	2	13	24	

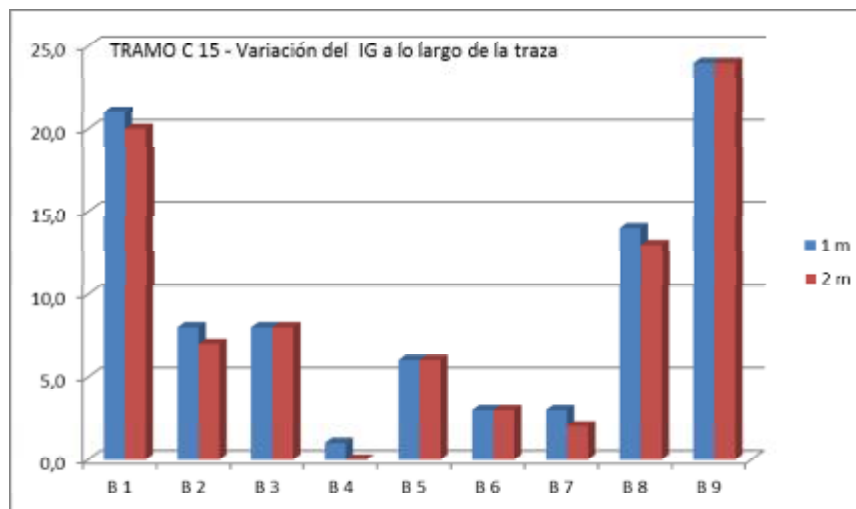


TABLA Nº 5 - Estadística IG - Tramo C15 (Pichanal - Embarcación)

Profundidad [m]	IG		
	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO
1	9,8	1	24
2	9,2	0	24



### VALORES DEL IG A LO LARGO DE LA TRAZA



Tal como se sabe, el valor del Índice de Grupo (IG) es un indicador del comportamiento del suelo como subrasante. A menor IG mejor comportamiento.

Como se ve en la Tabla Nº 5 y el gráfico anterior el IG señala un promedio próximo a  $IG = 10$  con empobrecimiento en ambos extremos del tramo. En el tramo central el promedio es significativamente menor  $IG_{\text{promedio sector central}} = 5$ .

Roberto Mario Flores  
Ingeniero Civil