DIAGNÓSTICO TÉCNICO No. DI - 2150

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE

CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE No. 203 DE 2004

PUNTO No. 2 – EL DORADO, SANTA FE

1 LOCALIZACIÓN

Localidad	:	Santa Fe (03)
Barrio	:	El Dorado
UPZ	:	(96) Lourdes
Dirección	:	Carrera 7B Este con calle 4 Sur
Fecha de visita	:	21 de septiembre de 2004
Área de influencia	:	2,5 ha
No. de predios evaluados:		Ninguno
Población beneficiada	:	Aproximadamente 115 personas, que habitan las viviendas de la zona
Vigencia	:	Temporal, mientras no se modifiquen las condiciones físicas actuales del sector o se realicen obras de mitigación

2 DIAGNÓSTICO

En marzo de 1999 se presentaron varios fenómenos de remoción –flujos de tierras, como consecuencia de la reducción en los esfuerzos efectivos por cambios en la tabla de agua– que afectaron algunas unidades residenciales y familiares, al igual que las laderas involucradas con manifestaciones morfodinámicas, e incluso en obras civiles ya emplazadas. Este hecho (y otros que no atañen el presente informe) conllevó a la realización del "Estudio de Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas para Estabilizar el Sector Sur del Barrio El Dorado en la Localidad Santa Fe" (Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS, diciembre de 1999).



Fotografía 1 Emplazamiento del muro de contención

En dicho estudio se propuso la construcción de un muro de contención en suelo reforzado con geotextil (véase **Fotografía 1**), un sistema de subdrenes para el manejo de aguas de infiltración y senderos-escaleras para el manejo de agua de escorrentía, entre otros.

En la actualidad, se puede observar que el muro de contención construido en suelo reforzado con geotextil presenta deformaciones entre las abscisas de diseño K0+050 y K0+090, en donde son notorias las grietas y el fracturamiento de los paneles de recubrimiento, con deformaciones relativas cercanas a los 15 cm en la cabeza del muro con respecto a la base y con dirección preferencial hacia el oeste, (orientación del buzamiento del talud); la dilatación entre cunetas y el trasdós del muro y las grietas radiales de tracción en una cámara de alcantarillado (véase **Fotografía 2**), que coinciden con la delimitación de la corona de escarpe del movimiento que propicio el estudio anterior.



Fotografía 2 Grietas de Tracción y dilatación con la cuneta en el trasdós del Muro

3 ESTUDIOS BÁSICOS

La información referida en este numeral, se extractó del "Estudio de Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas para Estabilizar el Sector Sur del Barrio El Dorado en la Localidad Santa Fe" (Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS, Diciembre de 1999).

3.1 Geología

Las características geológicas específicas de las unidades involucradas son:

Suelos Orgánicos (Qso). Se encuentran en gran parte de las laderas y sus principales afloramientos se presentan en la ladera media y alta. Son de color café oscuro a negro, comprenden limos arenosos y arcillas, y en general su espesor es de 1 metro.

Suelo Residual (Qsr). Al igual que los anteriores cubren grandes áreas, presentan espesores menores a los tres metros y son de color café claro, crema, rojizo o violáceo, dependiendo del material parental.

Depósito Coluvial (QCO). Depósito coluvial antiguo con clastos de arenisca en suelo residual (QCO1); que suprayace otro constituido por elementos líticos de arenisca en suelo orgánico y residual (QCO2), con espesores superiores a 2 metros. Los suelos orgánicos cubren la mayor parte del área del estudio.

Depósitos Recientes de Ladera (Qdr). Se localizan en la zona apical del derrumbe principal, en la zona de ladera alta. Están constituidos por restos del muro en concreto, suelos residuales y orgánicos y desprendimientos del depósito coluvial QCO1. Su espesor parece ser menor de 2 metros.

Conjunto Medio Superior Arenoso (TpbAs). Conjunto que parece pertenecer a la Formación Cacho. Su espesor en algunos puntos puede alcanzar hasta 72 metros y está constituido por estratificación localmente cruzada, con algunas intercalaciones de limolitas y arcillolitas.

3.2 Investigación Geotécnica

El sustento y resumen de la información que se presenta en las siguientes líneas, se encuentra en el Anexo No. 3 del estudio ya mencionado.

a) Exploración del Subsuelo

El Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS, con el fin de obtener una apropiada descripción de los suelos y rocas, programó y ejecutó 11 barrenos manuales que alcanzaron profundidades variables entre 1,05 m y 3,10 m. Durante el avance de cada barreno se identificaron visualmente los materiales encontrados y se recuperaron muestras inalteradas con tubo *Shelby* y muestras remoldeadas de material en bolsa. Cabe resaltar que la zona de fracturamiento del muro es competencia de los barrenos denominados S-1, S-2 y S-3, ubicados en sus proximidades (veáse **Plano 1**), el perfil estratigráfico se muestra en el **Anexo B**.

b) Ensayos de campo y de laboratorio

Con el objeto de evaluar los parámetros de resistencia al corte (corto y largo plazo) el Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS efectuó ensayos *in situ* de cono dinámico (cono tipo Borros) y de penetración estándar. Además, desarrolló un programa de ensayos de laboratorio sobre algunas de las muestras para caracterización geomecánica (límites de consistencia y granulometrías simplificadas), pruebas de resistencia (compresión inconfinada y corte directo) y pruebas indicativas de resistencia y compresibilidad (humedad natural y peso unitario).

Los resultados de los ensayos de clasificación y resistencia se encuentran condensados en la **Tabla 1**.

Tabla 1 Resumen de Ensayos de Laboratorio de Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS

Sondeo	Muestra				USCS	w_n (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL (%)	IC (%)	IF (%)	%G	%A	%F	γ_t (T/m³)	q_u (Kg/cm²)	c' (T/m²)	ϕ' (°)
	No.	Profundidad (m)																	
		de	a	media															
S1	2	1,70	2,10	1,90	CL	15,0	48	24	24	-0,38	1,38	17				2,18	2		
	3	2,40	3,00	2,70		11,0										2,20			
S2	1	0,60	0,90	3,45	CL	13,0	35	21	14	-0,61	1,61	7				2,31	4,52	2,5	24
	2	0,90	1,35	1,13	CL	16,0	38	21	17	-0,29	1,29	11				2,23	6,1		
S3	1	0,9	1,2	1,05	CL	15,0	32	19	13	-0,30	1,30	11							
	2	1,20	1,65	1,43		15,0													
	3	1,70	2,15	1,93	CL-ML	16,0	27	20	7	-0,70	1,70	7	89	85	53	2,22	2,49		
S4	1	1,00	1,75	1,38	CL	25,0	42	26	16	-0,05	1,05	11							
	2	1,90	2,20	2,05		18,0													
	3	2,50	2,80	2,65		11,0													
S5	1	0,50	0,70	0,60									56	44	20				
S6	1	0,40	0,70	0,55	CL	12,0	37	20	17	-0,50	1,50	11				2,30	8,58		
	2	1,40	1,60	1,50		10,0										2,26		1,8	27
S7	1	0,35	0,50	0,425	CL	14,0	32	18	14	-0,28	1,28	10							
S8	1	0,60	0,85	0,73		21,0													
S9	1	0,35	0,60	0,48		20,0													
	2	1,05	1,50	1,28	CL	23,0	44	26,0	18	-0,20	1,20	11							
S10	2	1,10	1,50	1,30	CL	14,0	34	23,0	11	-0,83	1,83	10				2,10		4,5	24
	3	1,50	1,95	1,73		21,0													
S11	2	1,00	1,45	1,23	CL	10,0	31	21	10	-1,20	2,20	9				2,26			

3.3 Caracterización geomecánica

Tiene incidencia directa en el sector LE-2 (ladera en contrapendiente con relieve en forma de circo amplio, con cobertura extensa de suelos y depósitos de ladera), y en él están ubicados los barrenos manuales S-1, S-2 y S-3.

Estrato 1 Capa de Arcilla Limosa carmelita grisácea, consistencia media a firme.

Estrato 2 Arcillolita Limosa gris clara a habana amarillenta, con vetas moradas y oxidadas, de plasticidad media a alta, humedad y compresibilidad bajas, y consistencia firme a dura. La caracterización de este estrato se puede observar en la **Tabla 2**.

Tabla 2 Caracterización Geomecánica del Estrato 2, según estudio de Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS

Propiedad	Mínimo	Promedio	Máximo
Humedad Natural (%)	11	18	19
Límite Líquido (%)	32	38	48
Límite Plástico (%)	19	21	24
Índice de Plasticidad (%)	13	17	24
Índice de Liquidez (%)	-0,29	-0,40	-0,61
Índice de Consistencia (%)	1,29	1,40	1,61
Índice de Fluidez (%)	7,0	11,5	17,0
Peso Unitario Total (T/m³)	2,18	2,23	2,31
Compresión Inconfinada (kg/cm²)	2,00	4,21	6,1
Penetrómetro de Bolsillo (kg/cm²)	4,5	>4,5	>4,5
Resistencia al corte drenada (c, T/m²)		2,5	
Ángulo de fricción interna drenado		24	
SPT (golpes/pie)	10	28	50
Cono tipo Borros	46	56	64
Clasificación Unificada de Suelos		CL	
Profundidad al inicio del estrato (m)	0,40	0,80	1,10
Profundidad al final del estrato (m)	1,20	>2,27	>3,00
Espesor del estrato (m)	0,30	>1,47	>2,20

Estrato 3 Arcillolita arenosa a arenisca arcillosa, habana oscura, de humedad y compresibilidad bajas, plasticidad baja y consistencia muy firme a dura. La información de caracterización se encuentra resumida en la **Tabla 3**.

Tabla 3 Caracterización Geomecánica del Estrato 3, según estudio de Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS

Propiedad	Mínimo	Promedio	Máximo
Humedad Natural (%)	15	16	16
Límite Líquido (%)		27	
Límite Plástico (%)		20	
Índice de Plasticidad (%)		7	

Propiedad	Mínimo	Promedio	Máximo
Índice de Liquidez (%)		-0,70	
Índice de Consistencia (%)		1,70	
Índice de Fluidez (%)		7,0	
Peso Unitario Total (T/m³)		2,22	
Compresión Inconfinada (kg/cm²)		2,49	
SPT (golpes/pie)	41	43	45
Cono tipo Borros	60	64	68
Clasificación Unificada de Suelos		CL-ML	
Grava (%)		8	
Arena (%)		39	
Finos (%)		53	
Profundidad al inicio del estrato (m)		1,30	
Profundidad al final del estrato (m)		>2,55	
Espesor del estrato (m)		>1,25	

Estrato 4 Estrato rocoso constituido por arenisca limosa, muy meteorizada, habana amarillenta y de consistencia dura.

Por último, debido al número limitado de ensayos de corte directo el Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS, empleó el SNIP II-15-84 que se basa en un número importante de ensayos de laboratorio sobre suelos finos de origen cuaternario, y que son función del índice de plasticidad, el índice de liquidez y la relación de vacíos del suelo.

De este modo, la determinación de los valores de parámetros de resistencia para diseño está en función de la presencia o no de procesos activos; en el primer caso, se emplearon parámetros de resistencia residuales (c'_{max}=1,6 T/m² y c'_{min}=0,0 T/m², ϕ'_{max}=21° y ϕ'_{min}=18°), y en el segundo, parámetros de resistencia pico (c'_{max}=4,7 T/m² y c'_{min}=1,6 T/m², ϕ'_{max}=26° y ϕ'_{min}=18°).

4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

El efecto directo que sobre los resultados obtenidos tiene la carencia de información de las propiedades de resistencia de todos los materiales y la aplicación del SNiP II-15-84, es la reducción de su confiabilidad –lo que no permite aseverar que no tengan validez-. No obstante, más allá de ello, al no contar con un sustento como levantamientos topográficos anteriores y posteriores al movimiento de marzo de 1999 (con el fin de calibrar los parámetros de resistencia movilizados mediante métodos de análisis retrogresivos), y de un programa de exploración del subsuelo con énfasis en caracterización mecánica, se adoptan los parámetros establecidos como máximos y se vinculan para la fundación –la roca- parámetros como siguen c'_{max}=4,7 T/m² y c'_{min}=2,0 T/m², ϕ'_{max}=26° y ϕ'_{min}=25,2°; -los mínimos se extrajeron del estudio "Zonificación por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santafé de Bogotá D.C.", Ingeocim Ltda. (1998), para el mismo material (Tpb)-, en aras de obtener un intervalo para calcular probabilidades.

Otro aspecto de suma importancia fue el levantamiento de las deformaciones del muro, con el fin de evaluar los puntos críticos –entiéndase como los de máximas deformaciones– y relacionarlos con la ubicación de los procesos inestables referidos en el plano de morfodinámica del estudio de diseño. El abscisado se puede observar en el **Anexo D – Plano 1**, al igual que su relación con el de diciembre de 1999. Los resultados obtenidos se listan en la **Tabla 4**, y se explican mediante la siguiente ilustración

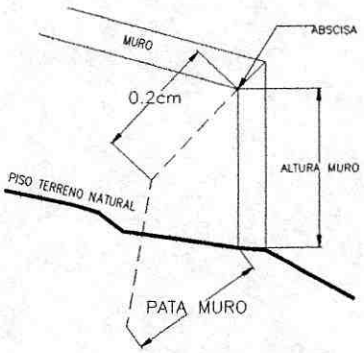


Tabla 4 Plomos del Muro El Dorado

Abscisa	Cabeza Muro	Pata Muro	Altura Muro	Observaciones
K0+000	0,20	0,20	0,40	
K0+001,05	0,20	0,20	1,10	
K0+009,5	0,20	0,19	1,70	
K0+018,35	0,20	0,25	1,40	
K0+028,35	0,20	0,29	2,90	
K0+032,48	0,20	0,32	3,60	
K0+037,28	0,20	0,26	3,80	
K0+039,28	0,20	0,35	4,00	Fracturado (K0+090)
K0+048,6	0,20	0,33	2,30	
K0+056,4	0,20	0,23	1,80	
K0+061,5	0,20	0,24	2,00	
K0+071,5	0,20	0,23	2,20	
K0+078,5	0,20	0,27	3,80	Fracturado (K0+050)
K0+086,6	0,20	0,23	2,00	
K0+096,4	0,20	0,20	1,00	
K0+102,6	0,20	0,24	1,70	
K0+110,3	0,20	0,24	0,20	
K0+118,3	0,20	0,20	0,70	
K0+121,6	0,20	0,20	0,20	
K0+128,8	0,20	0,20	1,00	
K0+129,8	0,20	0,20	0,80	

De este modo el análisis se enfocó en el estudio de la estabilidad interna y de la estabilidad externa del muro, teniendo como insumos, la revisión de los parámetros establecidos por el estudio de diseño, los mecanismos de falla probables, los periodos de retorno de las variables de análisis sismo (475 años) y lluvia (30 años) y los tiempos de exposición (actual y 10 años). Para ello se asume como sección crítica la de abscisa de diseño K0+090 (Consorcio Innova – CGRS) o K0+039,28 (Consorcio Constructores), que ofrece las mayores altura y base de muro, al igual que implica pendientes cercanas al 75% (37° aproximadamente) y la mayor deformación relativa (del orden de 15 cm).

Así, para el caso de la estabilidad externa se evaluaron tres posibles mecanismos de falla -circular, traslacional y planar con grieta de tracción-, los dos primeros para evaluar la falla general por la base y por la altura media del muro que involucran el macizo rocoso, y el último, para evaluar el comportamiento de los materiales ante las solicitaciones impuestas durante el proceso constructivo, y que corresponde al coluvión (véase **Anexo C**). De igual modo, las variables sismo y lluvia se vincularon como la probabilidad de ocurrencia del evento crítico para los periodos de retorno ya mencionados, salvo en la modelación de la falla planar con grieta de tracción para el que se utilizó un periodo de retorno de 5 años –relacionado con el aguacero que es capaz de llenar la grieta–.

Como resultado se obtiene que para las fallas circular y traslacional más críticas (las que pasan por la base del muro) las probabilidades de falla para un tiempo de exposición a 1 año son máximo del 5% con factores de seguridad en la condición seca y sin sismo superiores a la unidad, y del 6% con factores de seguridad de 0,88 sin sismo y en presencia de agua. En cuanto a la falla planar con grieta de tracción, las probabilidades son cercanas al 50% para los parámetros residuales, e inferiores al 0,2% para los parámetros pico, con altura del agua en toda la grieta (véase la **Tabla 5**)

En cuanto al espacio temporal de 10 años, para las fallas circular y traslacional más críticas las probabilidades en la condición seca y sin sismo no superan el 6%, y en presencia de agua sin sismo son cercanas al 13%. Entre tanto la falla planar con grieta de tracción llena de agua, esboza una probabilidad del 60% para los parámetros residuales y del 0,4% para los parámetros pico (véase la **Tabla 5**).

De otro lado, el análisis de la estabilidad del muro como elemento aislado, se verificó, para lo cual se utilizaron los parámetros de resistencia promedio del material de fundación, obtenidos en el estudio de referencia de diciembre de 1999 (c'=3,15 T/m², ϕ'=22°). Los resultados dejan entrever un factor de seguridad contra el deslizamiento de 1,82 y de 4,24 contra el vuelco, y tensiones máximas admisibles superiores a las solicitadas por la estructura en el análisis de capacidad portante, es decir, estable, (véase **Anexo C**), lo que es consecuente con las deformaciones medidas, en el sentido que serían mayores hacia la cabeza que en la pata del muro y no al contrario como se midieron.

Por último se revisó el refuerzo del muro aplicando los parámetros promedio del material de fundación y los que se pueden obtener en un relleno con material seleccionado -Base B400- (c'=1,5 T/m², ϕ'=28°). Los análisis mostraron que para

la mayor altura del muro –la más crítica- y con el geotextil tejido adoptado en el diseño, los espaciamientos son suficientes en el primer metro de altura y superiores a los requeridos en la parte media y superior de la estructura de contención (véase **Anexo C**).

5 CONCLUSIONES

De acuerdo con los análisis realizados se establece que el muro de contención para las condiciones de diseño es estable tanto interna como externamente. Sin embargo, son notorias, primero, la influencia de la presencia de agua en la reducción de los factores de seguridad y por ende de las probabilidades de falla como efecto de la disminución en los esfuerzos efectivos; y segundo, la condición de estabilidad crítica del depósito coluvial durante el proceso constructivo -modelado con los parámetros de resistencia residuales-, coincidente con la necesidad de entibar algunos tramos reportada en los registros de obra.

De lo anterior se infiere (asumiendo que lo estipulado en el diseño se cumplió a cabalidad, i.e. espesor de las capas, longitud del refuerzo, entre otros) que hay dos condiciones que controlan el comportamiento de estos materiales y del conjunto. Una de ellas es la susceptibilidad ante el rompimiento de tuberías, sean de aguas blancas o servidas, más aún, teniendo en cuenta la existencia de antecedentes que así lo certifican –en otras palabras, la presencia de agua en la masa-; y otra, los esfuerzos inducidos durante la construcción, con procesos de carga y descarga, además de solicitaciones dinámicas –compactación-, que generan trayectorias de esfuerzos que acercan a los materiales a sus envolventes de resistencia; así mismo, los empujes generados por esta masa al actuar durante la condición más critica de la vida del muro (recién construido, momento en el que el muro como tal aún no está trabajando como una unidad, sin cohesionarse ni alcanzar los parámetros de diseño), le provocaron las deformaciones a nivel de la cabeza con rotación en el eje vertical hacia el occidente que según testimonio oral de los habitantes del sector, se presentaron desde la culminación de la obra.

Con base en las mediciones efectuadas para el presente diagnóstico a lo largo del muro **(Tabla 4)**, se observó que las mayores deformaciones están delimitadas por la corona del antiguo deslizamiento, e incluso hay coincidencia entre los flancos del mismo y los sitios donde se visualizan las fracturas (Veáse **Anexo D - Plano 1**).

Tabla 5 Resumen de Factores de Seguridad-Probabilidad Condicional de Falla (Distribución Lognormal)

VARIABLES DE ANÁLISIS				CONDICIÓN DE ANÁLISIS									
				Circular	Circular	Planar	Planar	Circular	Circular	Planar	Planar	Planar grieta	Planar grieta
Fricción	Cohesion (T/m²)	Lluvia	Sismo	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.
ϕ_{max}	C_{max}	Sin	Sin	1,815	2,055	1,776	2,339	1,815	2,055	1,776	2,339	2,500	8,223
ϕ_{min}	C_{max}	Sin	Sin	1,794	2,031	1,752	2,315	1,794	2,031	1,752	2,315	2,422	8,007
ϕ_{max}	C_{min}	Sin	Sin	1,166	1,396	1,163	1,526	1,166	1,396	1,163	1,526	0,509	3,226
ϕ_{min}	C_{min}	Sin	Sin	1,144	1,370	1,139	1,502	1,144	1,370	1,139	1,502	0,431	3,010
ϕ_{max}	C_{max}	Sin	Con	1,331	1,404	1,290	1,672	1,331	1,404	1,290	1,672	1,826	6,148
ϕ_{min}	C_{max}	Sin	Con	1,319	1,391	1,275	1,658	1,319	1,391	1,275	1,658	1,778	6,014
ϕ_{max}	C_{min}	Sin	Con	0,808	0,926	0,799	1,050	0,808	0,926	0,799	1,050	0,316	2,358
ϕ_{min}	C_{min}	Sin	Con	0,795	0,911	0,784	1,035	0,795	0,911	0,784	1,035	0,268	2,224
ϕ_{max}	C_{max}	Con	Sin	1,815	2,055	1,776	2,339	1,529	1,682	1,500	2,019	2,500	8,223
ϕ_{min}	C_{max}	Con	Sin	1,794	2,031	1,752	2,315	1,517	1,670	1,486	2,005	2,422	8,007
ϕ_{max}	C_{min}	Con	Sin	1,166	1,396	1,163	1,526	0,887	1,052	0,890	1,221	0,509	3,226
ϕ_{min}	C_{min}	Con	Sin	1,144	1,370	1,139	1,502	0,874	1,036	0,875	1,205	0,431	3,010
ϕ_{max}	C_{max}	Con	Con	1,331	1,404	1,290	1,672	1,098	1,119	1,069	1,428	1,826	6,148
ϕ_{min}	C_{max}	Con	Con	1,319	1,391	1,275	1,658	1,093	1,114	1,062	1,421	1,778	6,014
ϕ_{max}	C_{min}	Con	Con	0,808	0,926	0,799	1,050	0,583	0,671	0,584	0,815	0,316	2,358
ϕ_{min}	C_{min}	Con	Con	0,795	0,911	0,784	1,035	0,576	0,663	0,576	0,808	0,268	2,224
				(base)	(media)	(base)	(media)	(base)	(media)	(base)	(media)		
			Agua	seco	seco	seco	seco	ru=0,25	ru=0,25	ru=0,25	ru=0,25		
			Sismo	ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0.24 g	ah=0.24 g
Valores paramétricos empleados en cada sección		ϕ_{max}		**26,0**	**26,0**	**26,0**	**26,0**	**26,0**	**26,0**	**26,0**	**26,0**	**21,0**	**26,0**
		ϕ_{min}		**25,2**	**25,2**	**25,2**	**25,2**	**25,2**	**25,2**	**25,2**	**25,2**	**18,0**	**18,0**
		C_{max} (ton/m²)		**4,70**	**4,70**	**4,70**	**4,70**	**4,70**	**4,70**	**4,70**	**4,70**	**1,60**	**4,70**
		C_{min} (ton/m²)		**2,00**	**2,00**	**2,00**	**2,00**	**2,00**	**2,00**	**2,00**	**2,00**	**0,00**	**1,60**
Probabilidad de falla (Pf) a 1 año Método PEM			Ln	0,05053	0,00442	0,04930	0,00193	0,05861	0,00819	0,05754	0,03160	0,49125	0,00189
Probabilidad de falla (Pf) a 10 años Método PEM			Ln	0,05807	0,00951	0,05752	0,00413	0,12825	0,04389	0,12904	0,01608	0,59160	0,00430

6 MEDIDAS RECOMENDADAS

Lo más importante es disminuir la posibilidad de infiltración de agua al interior del muro, por lo que se deben tomar como medidas inmediatas el sellamiento de grietas, el reemplazo de los paneles fracturados y la inspección y mantenimiento de los sistemas de drenaje –alcantarillado, acueducto y filtros del muro-, más aún, con el agravante de estar la zona de fracturamiento del muro, emplazada en los límites de la corona de escarpe del antiguo movimiento.

Esto último, permite establecer la necesidad de implementar una campaña de monitoreo tendiente a determinar si existe un proceso activo o un síntoma de reactivación de dicho proceso, o si por el contrario está inactivo, por lo que se propone la medición de desplazamientos –verticales y horizontales– (mediante mojones en secciones trazadas perpendicularmente al abscisado en el K0+050 (K0+078,5), el K0+070 (K0+056,40) y el K0+090 (K0+039,28), e igualmente, las variaciones en el nivel del agua mediante tres piezómetros, dos en el trasdós y uno hacia el frente, como se puede observar en el **Anexo D – Plano 1**. Debe reseñarse que los páneles reemplazados también servirán como puntos de control, al ser indicativos de las condiciones del movimiento en caso de evidenciar fisuras.

De esa forma, la campaña de monitoreo propuesta permitirá establecer aspectos básicos de las características del movimiento si existiese, y así, la pertinencia de un estudio detallado que está fuera del alcance del presente informe.

En los anexos se presenta el levantamiento de información topográfica (**Anexo A**), investigación del subsuelo (**Anexo B**), los análisis de estabilidad y memorias de cálculo (**Anexo C**), los planos (**Anexo D**), las especificaciones técnicas (**Anexo E**), cantidades de obra, presupuesto y análisis unitarios (**Anexo F**) y el cronograma aproximado de obra (**Anexo G**). En el archivo digital del presente informe se anexa, adicionalmente, un conjunto de fotografías tomadas en el sitio de los trabajos.

7 FUENTES DE CONSULTA

Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS (1999) para FOPAE. Estudio de Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas para Estabilizar el Sector Sur del Barrio El Dorado en la Localidad Santa Fe. Bogotá, Colombia.

Ingeocim Ltda. (1998) para FOPAE. Zonificación por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santafé de Bogotá D.C. Bogotá, Colombia.

CONSORCIO CONSTRUCTORES
CARLOS H. CANTILLO R.
Director de Consultoría

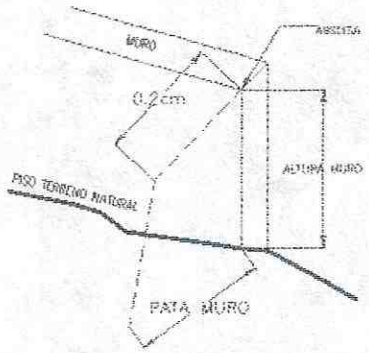
CONSORCIO CONSTRUCTORES

ANEXO A

TOPOGRAFÍA - CARTERAS DE CAMPO Y CÁLCULO

Plomos del muro El Dorado (Cara Occidental)

15 de septiembre de 2004



Abscisa	Cabeza Muro	Pata Muro	Altura Muro	Observaciones
K0+000	0,20	0,20	0,40	
K0+001,05	0,20	0,20	1,10	
K0+009,5	0,20	0,19	1,70	
K0+018,35	0,20	0,25	1,40	
K0+028,35	0,20	0,29	2,90	
K0+032,48	0,20	0,32	3,60	
K0+037,28	0,20	0,26	3,80	
K0+039,28	0,20	0,35	4,00	Fracturado
K0+048,6	0,20	0,33	2,30	
K0+056,4	0,20	0,23	1,80	
K0+061,5	0,20	0,24	2,00	
K0+071,5	0,20	0,23	2,20	
K0+078,5	0,20	0,27	3,80	Fracturado
K0+086,6	0,20	0,23	2,00	
K0+096,4	0,20	0,20	1,00	
K0+102,6	0,20	0,24	1,70	
K0+110,3	0,20	0,24	0,20	
K0+118,3	0,20	0,20	0,70	
K0+121,6	0,20	0,20	0,20	
K0+128,8	0,20	0,20	1,00	
K0+129,8	0,20	0,20	0,80	

CARLOS HERNANDO MORENO MORENO
TOPÓGRAFO

CONSORCIO CONSTRUCTORES

ANEXO B
INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

Estudios de Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados para estabilizar el Sector Sur del Barrio El Dorado

BARRENO MANUAL No: S-1
NIVEL DE AGUA LIBRE (m): 1.10

SUPERVISOR: Gregorio Rojas
FECHA: Sep. 17 de 1999

		DESCRIPCION	MUESTRA Tipo	MUESTRA Prof (m)	SPT / Cono	
0m		**Capa Vegetal:** Pasto y raíces				0m
		Relleno Heterogéneo: Escombros de construcción, plásticos trapos y basura en matriz de arcilla limosa carmelita grisácea, compacidad media.				
		Arcilla limosa carmelita grisácea consistencia medio firme				
1m		NF ▼		1.00 - 1.15	2/6"	1m
		Arcillolita Limosa gris clara, vetas moradas y oxidadas, humedad y compresibilidad bajas, plasticidad alta, consistencia firme a dura	B-1	1.15 - 1.60	3/5/5	
			TS-2	1.70 - 2.10		
2m				2.10 - 2.55	6/7/9	2m
				2.55 - 3.00	13/17/24	
			B-3	2.70 - 3.00		
3m		**FIN DEL BARRENO A 3.00 m**				3m

CONVENCIONES:

TS: Tubo Shelby
B: Muestra en Bolsa.
SPT: Ensayo de penetración estándar
NF: Nivel freático

Tomado de: Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS (1999)

Estudios de Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados para estabilizar el Sector Sur del Barrio El Dorado

BARRENO MANUAL No: S-2 **SUPERVISOR:** Gregorio Rojas
NIVEL DE AGUA LIBRE (m): No se encontró **FECHA:** Sep. 17 de 1999

	DESCRIPCION	MUESTRA Tipo	MUESTRA Prof (m)	SPT / Cono	
0m					0m
	Capa Vegetal: Limo arcilloso orgánico negro con raíces				
	Arcillolita Limosa gris, vetas moradas oxidadas, humedad y compresibilidad bajas, plasticidad media, consistencia dura	TS-1	0.60 - 0.90		
		B-2	0.90 - 1.35	8/10/15	
1m					1m
		B-3	1.35 - 1.80	15/21/29	
				Conos*	
			1.80 - 2.00	23	
2m			2.00 - 2.20	26	2m
			2.20 - 2.40	31	
			2.40 - 2.60	32	
	FIN DEL BARRENO A 2.60 m				
3m					3m

CONVENCIONES:

TS: Tubo Shelby
B: Muestra en Bolsa.
SPT: Ensayo de penetración estándar
NF: Nivel freático
(*): Cono tipo Borros

Tomado de: Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS (1999)

Estudios de Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados para estabilizar el Sector Sur del Barrio El Dorado

BARRENO MANUAL No: S-3 **SUPERVISOR:** Gregorio Rojas
NIVEL DE AGUA LIBRE (m): 0.60 **FECHA:** Sep. 17 de 1999

		DESCRIPCION	MUESTRA Tipo	MUESTRA Prof (m)	SPT / Cono	
0m						0m
		Capa vegetal: Limo Arcilloso orgánico negro con raíces				
		Relleno: Arcilla Limosa gris, húmeda, compacidad baja				
		Capa Vegetal: Pasto en descomposición				
		NF ▼				
		Relleno Heterogéneo: Arcilla Limosa gris, basuras, humedad alta, compacidad media				
1m		**Arcillolita Limosa** gris clara con vetas moradas y oxidadas, humedad y compresibilidad bajas, plasticidad media, consistencia dura	B-1	0.90-1.20	PB = 4,40	1m
		Arcillolita Arenosa (f) a **Arenisca (f) Arcillosa** habana oscura con vetas oxidadas humedad y compresibilidad bajas, plasticidad baja, consistencia muy firme a dura.	B-2	1.20 - 1.65	15/20/25	
			B-3	1.70 - 2.15	10/15/26	
2m					Cono*	2m
				2.15 - 2.35	30	
				2.35 - 2.55	34/R	
		Arenisca (m,f) Limosa muy meteorizada, habana amarillenta, consistencia dura				
		FIN DEL BARRENO A 2.55 m				
3m						3m

CONVENCIONES:

TS: Tubo Shelby
B: Muestra en Bolsa.
SPT: Ensayo de penetración estándar
NF: Nivel freático
PB: Penetrómetro de Bolsillo
(*): Cono tipo Borros

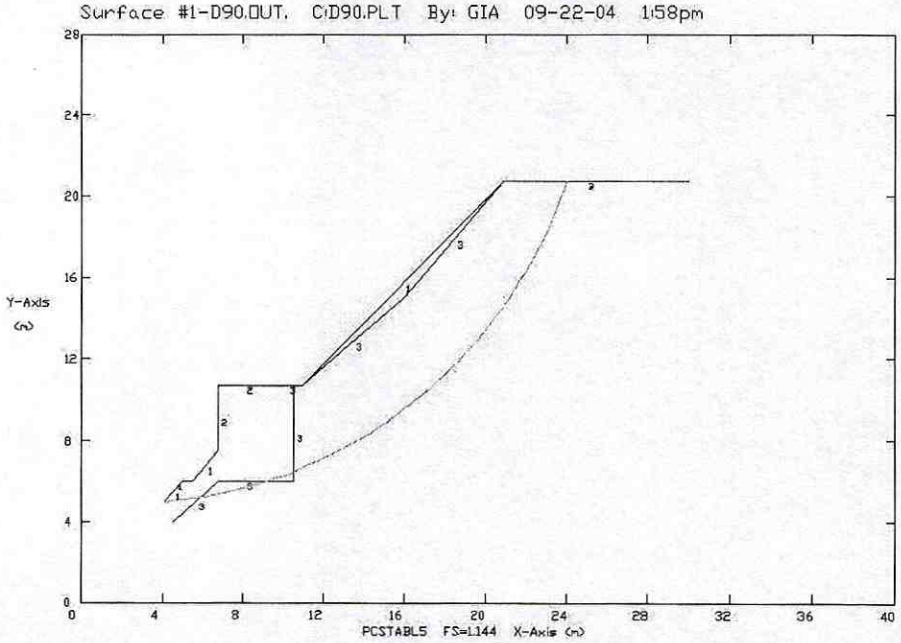
Tomado de: Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS (1999)

CONSORCIO CONSTRUCTORES

ANEXO C

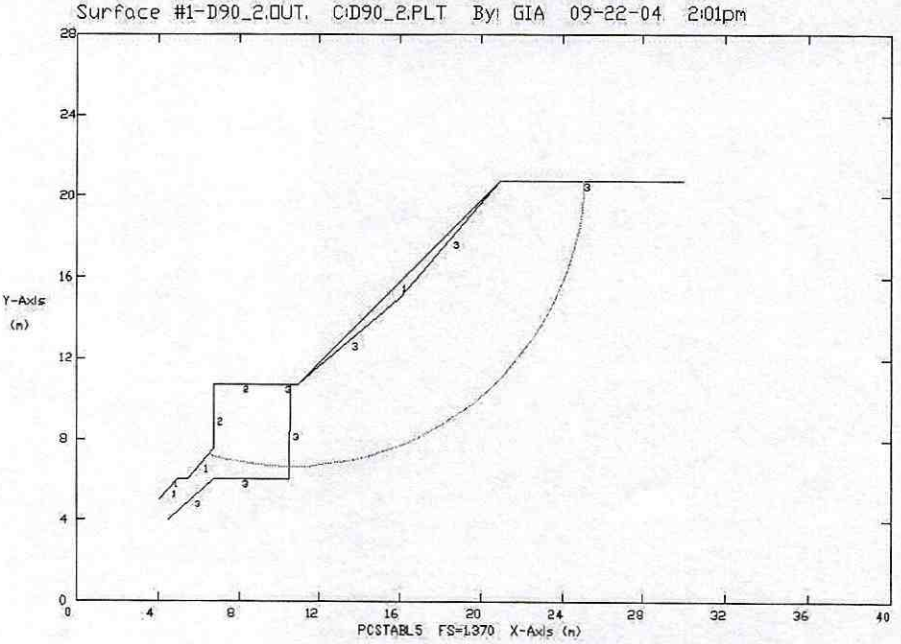
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD / MEMORIAS DE CÁLCULO

BARRIO EL DORADO K0+090 (Falla General Circular)
Surface #1-D90.OUT, C:D90.PLT By: GIA 09-22-04 1:58pm



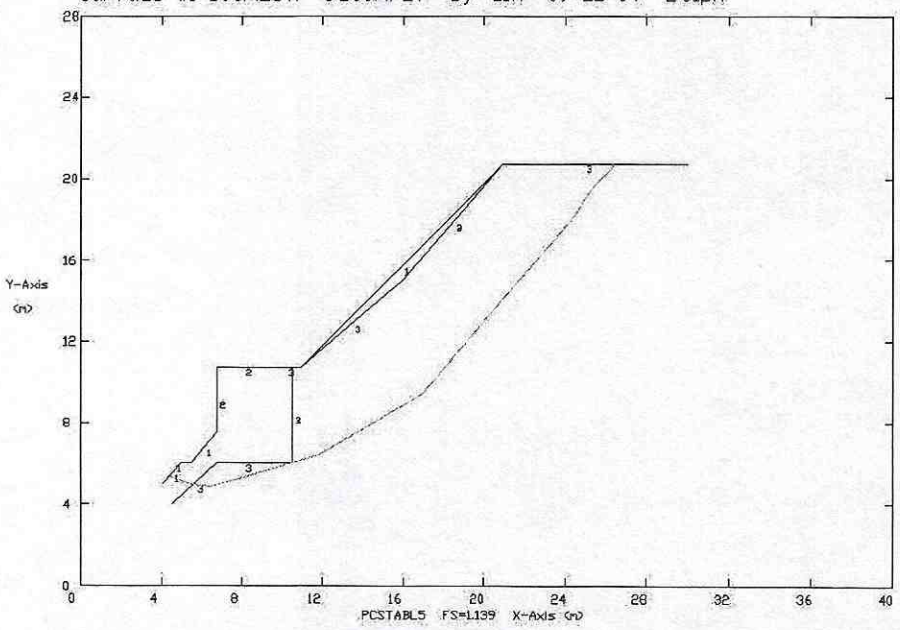
Soil Type No.	Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	Residual	18	18	1	18	0	0	
2	B-400	18	18	15	28	0	0	
3	Roca	20	20	20	25.2	0	0	

BARRIO EL DORADO k0+090 (Falla General Circular - por el Muro)
Surface #1-D90_2.OUT, C:D90_2.PLT By: GIA 09-22-04 2:01pm



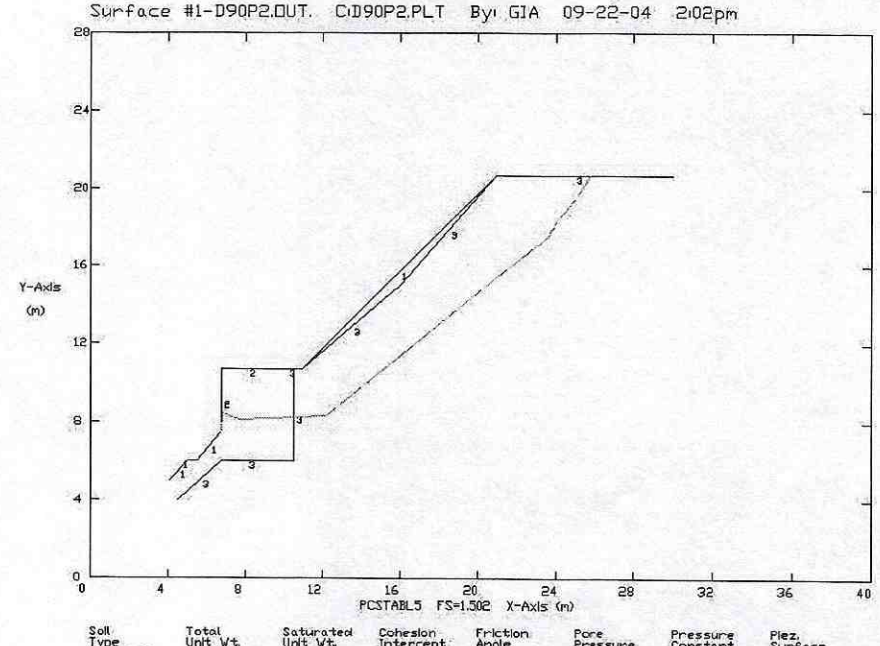
Soil Type No.	Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	Residual	18	18	1	18	0	0	
2	B-400	18	18	15	28	0	0	
3	Roca	20	20	20	25.2	0	0	

BARRIO EL DORADO k0+090 (Falla General Planar)
Surface #1-D90P.OUT. C:D90P.PLT By: GIA 09-22-04 2:01pm



Soil Type No.	Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	Residual	18	18	1	18	0	0	
2	B-400	18	18	15	28	0	0	
3	Roca	20	20	20	25.2	0	0	

BARRIO EL DORADO k0+090 (Falla General Planar - por el Muro)
Surface #1-D90P2.OUT. C:D90P2.PLT By: GIA 09-22-04 2:02pm



Soil Type No.	Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	Residual	18	18	1	18	0	0	
2	B-400	18	18	15	28	0	0	
3	Roca	20	20	20	25.2	0	0	

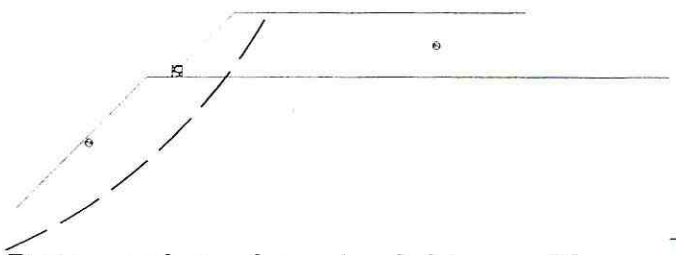
Proyecto: EL DORADO
Archivo: dorado Fecha: 21/09/2004

DATOS INICIALES

Datos sobre el muro

Inclinación del muro	:	0.00 grad.
Peso esp. de las piedras	:	1.80 tf/m³
Porosidad de los gaviones	:	0.00 %
Geotextil en el terraplén	:	No
Reducción en la fricción	:	%
Geotextil en la base	:	No
Reducción en la fricción	:	%
Malla y diám. del alamb.:		8x10, ø 2.7 mm CD

Camada	Largo m	Altura m	Distancia m
1	3.72	2.00	-
2	3.72	2.00	0.00
3	3.72	0.65	0.00



Datos sobre el suelo del terraplén

Inclinación del primer trecho	:	45.00 grad.
Largo del primer trecho	:	20.00 m
Inclinación del segundo trecho	:	0.00 grad.
Peso específico del suelo	:	2.00 tf/m³
Ángulo de fricción del suelo	:	22.00 grad.
Cohesión del suelo	:	3.15 tf/m²

Camadas adicionales en el terraplén

Camada	Altura inicial m	Inclinación grad.	Peso específico tf/m³	Cohesión tf/m²	Ángulo de fricción grad.

Proyecto: EL DORADO
Archivo: dorado Fecha: 21/09/2004

Datos sobre la fundación

Profundidad de la fundación	:	0.05 m
Largo horiz. en la fundación	:	10.00 m
Inclinación de la de fundación	:	45.00 grad.
Peso específico del suelo	:	2.00 tf/m³
Ángulo de fricción del suelo	:	22.00 grad.
Cohesión del suelo	:	3.15 tf/m²
Presión aceptáble en la fundación	:	tf/m²
Nivel del agua	:	m

Camada adicional en la fundación

Camada	Profundidad m	Peso específico tf/m³	Cohesión tf/m²	Ángulo de fricción grad.

Datos sobre la napa freática

Altura inicial	:	m
Inclinación del primer trecho	:	grad.
Largo del primer trecho	:	m
Inclinación del segundo trecho	:	grad.
Largo del segundo trecho	:	m

Datos sobre las cargas

Cargas distribuidas sobre el terraplén			Primer trecho	:	tf/m²
			Segundo trecho	:	tf/m²
Cargas distribuidas sobre el muro			Carga	:	tf/m²
Línea de carga sobre el terraplén					
Carga 1	:	tf/m	Dist. al tope del muro	:	m
Carga 2	:	tf/m	Dist. al tope del muro	:	m
Carga 3	:	tf/m	Dist. al tope del muro	:	m
Línea de carga sobre el muro					
Carga	:	tf/m	Dist. al tope del muro	:	m

Datos sobre efectos sísmicos

Coeficiente Horizontal	:	Coeficiente Vertical	:

Proyecto: EL DORADO
Archivo: dorado Fecha: 21/09/2004

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE ESTABILIDAD

Empuje Activo y Pasivo

Empuje Activo	:	12.33 tf/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	3.72 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	1.55 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	22.00 grad.
Empuje Pasivo	:	0.47 tf/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	0.00 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	0.02 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	0.00 grad.

DESLIZAMIENTO

Fuerza Normal en en la base	:	35.75 tf/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	1.60 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	0.00 m
Fuerza de corte en la base	:	10.96 tf/m
Fuerza resistente en la base	:	20.78 tf/m
Coef. de seg. contra el deslizamiento	:	1.82

VUELCO

Momento Activo	:	17.71 tf/m x m
Momento Resistente	:	75.10 tf/m x m
Coef. de seg. contra el vuelco	:	4.24

Tensiones actuantes en la fundación

Excentricidad	:	0.26 m
Tensión Normal a la izquierda	:	13.56 tf/m²
Tensión Normal a la derecha	:	5.66 tf/m²
Máx. tensión aceptable en la fundación	:	22.37 tf/m²

La Maccaferri, no asume responsabilidad sobre los diseños y cálculos presentados, estos tienen unicamente caracter informativo y de sugerencia buscando optimizar el uso de los productos MACCAFERRI

PROYECTO: EL DORADO

DISEÑO DE REFUERZO PARA MUROS EN TIERRA

DATOS DE ENTRADA

Parámetros del suelo de fundación

Densidad	γ=	2	
Cohesión	C=	3.15 ton/m^2	
Angulo de fricción	ϕ=	22 grados	

Parámetros del suelo de relleno

F.S.=1.2 1.10

Densidad	γ=	1.8 ton/m^3	
Cohesión	C=	1.5 ton/m^2	1.36
Angulo de fricción	ϕr=	28 grados	25.80

Parámetros del suelo del terrapién

F.S.=1.2 1.10

Densidad	γ=	1.8 ton/m^3	
Cohesión	C=	1.5 ton/m^2	1.36
Angulo de fricción	ϕr=	28 grados	25.80

Propiedades del geotextil

Tipo	tejido		
Resistencia rotura		31 kN/m	3.16 ton/m
A.O.S.		mm	

Máxima altura del muro

H= 4.65 m

Presión horizontal en función de la profundidad

$\sigma hs = Ka * \gamma * Z$ Presión del suelo

Ka= 0.35

σhs = 0.62 * Z

σhl = Presión por carga viva

$\sigma hq = Ka * q$ Presión de sobrecarga

$q = D * \gamma q$ D = profundidad de sobrecarga

γq = 2 ton/m^3

D = 0.00 m

σhq = 0.000 ton/m^2

Coulomb

Inclin talud ref	90.0	1.57
ϕ terraplen	25.8	0.45
inclinac terreno	0	0.00
fric muro-suelo	21.000	0.37

Ka= 0.347

Esfuerzo admisible del Geotextil con factores de seguridad parciales

T_{ult} = 3.16 ton/m

$T_{adm} = T_{ult} * (1 / (FS_{ID} * FS_{CR} * FS_{CD} * FS_{BD}))$

FS_{ID} =	1.2	1.5 ID : Daños por instalación
FS_{CR} =	1.5	2 CR : Creep
FS_{CD} =	1.1	1.2 CD : Degradación química
FS_{BD} =	1.1	1.1 BD : Degradación biológica

Fc: factor de carga del geotextil. Tomar entre 0.4 y 0.5

T_{adm} = 1.452 ton/m

Cálculo de espaciamiento vertical entre Geotextiles

$Sv = T_{adm} / \sigma h / FS$

FS = 1.5 Factor de seguridad global

Z	σhl	σh	Sv	Sv_{adopt}	Z_{adopt}
(m)	(ton/m^2)	(ton/m^2)	(m)	(m)	(m)
0.00	0.00	0.000			
0.47	0.25	0.539	1.80	0.30	0.47
0.70	0.46	0.898	1.08	0.30	0.70
0.93	0.65	1.225	0.79	0.30	0.93
1.16	0.76	1.488	0.65	0.30	1.16
1.40	0.81	1.683	0.58	0.30	1.40
1.63	0.81	1.825	0.53	0.30	1.63
1.86	0.77	1.932	0.50	0.30	1.86
2.09	0.72	2.020	0.48	0.30	2.09
2.33	0.65	2.100	0.46	0.30	2.33
2.56	0.58	2.178	0.44	0.30	2.56
2.79	0.52	2.258	0.43	0.30	2.79
3.02	0.46	2.343	0.41	0.30	3.02
3.26	0.40	2.433	0.40	0.30	3.26
3.49	0.35	2.529	0.38	0.30	3.49
3.72	0.31	2.631	0.37	0.30	3.72
3.95	0.27	2.738	0.35	0.30	3.95
4.19	0.24	2.850	0.34	0.30	4.19
4.42	0.21	2.966	0.33	0.30	4.42
4.65	0.19	3.086	0.31	0.30	4.65

Revisión de la longitud de doblado

$Lo = Le / 2$ Lo : longitud de doblado

Le	Lo	Lo adoptado
(m)	(m)	(m)
0.00	0.00	
0.08	0.04	1.00
0.12	0.06	1.00
0.16	0.08	1.00
0.18	0.09	1.00
0.19	0.09	1.00
0.19	0.10	1.00
0.19	0.10	1.00
0.19	0.09	1.00
0.19	0.09	1.00
0.18	0.09	1.00
0.18	0.09	1.00
0.18	0.09	1.00
0.18	0.09	1.00
0.18	0.09	1.00
0.18	0.09	1.00
0.18	0.09	1.00
0.18	0.09	1.00
0.18	0.09	1.00
0.18	0.09	1.00

Cálculo de la longitud LR y Le (empotramiento)

Angulo de fricción suelo- geotextil δ = 17 grados fi= 28 F.s= 1.2

(2/3)fi= 15.93181 C= 1.5 F.s= 1.2

$$Le = Sv * \sigma h * FS / (2 * (C + \gamma * Z * Tan\ \delta))$$

$$LR = (H - Z) * Tan (45 - \phi r /2)$$

$$L = Le + LR$$

Z (m)	σhl (ton/m²)	Sv (m)	σh (ton/m²)	Le (m)	Le min (m)	Le (m)	LR (m)	L (m)	L diseño (m)	Z adopt (m)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	2.79	3.79		
0.47	0.25	0.30	0.54	0.08	1.00	1.00	2.51	3.51	3.80	0.47
0.70	0.46	0.30	0.90	0.12	1.00	1.00	2.37	3.37	3.80	0.70
0.93	0.65	0.30	1.23	0.16	1.00	1.00	2.24	3.24	3.80	0.93
1.16	0.76	0.30	1.49	0.18	1.00	1.00	2.10	3.10	3.80	1.16
1.40	0.81	0.30	1.68	0.19	1.00	1.00	1.96	2.96	3.80	1.40
1.63	0.81	0.30	1.83	0.19	1.00	1.00	1.82	2.82	3.80	1.63
1.86	0.77	0.30	1.93	0.19	1.00	1.00	1.68	2.68	3.80	1.86
2.09	0.72	0.30	2.02	0.19	1.00	1.00	1.54	2.54	3.80	2.09
2.33	0.65	0.30	2.10	0.19	1.00	1.00	1.40	2.40	2.50	2.33
2.56	0.58	0.30	2.18	0.18	1.00	1.00	1.26	2.26	2.50	2.56
2.79	0.52	0.30	2.26	0.18	1.00	1.00	1.12	2.12	2.50	2.79
3.02	0.46	0.30	2.34	0.18	1.00	1.00	0.98	1.98	2.50	3.02
3.26	0.40	0.30	2.43	0.18	1.00	1.00	0.84	1.84	2.50	3.26
3.49	0.35	0.30	2.53	0.18	1.00	1.00	0.70	1.70	2.50	3.49
3.72	0.31	0.30	2.63	0.18	1.00	1.00	0.56	1.56	2.50	3.72
3.95	0.27	0.30	2.74	0.18	1.00	1.00	0.42	1.42	2.50	3.95
4.19	0.24	0.30	2.85	0.18	1.00	1.00	0.28	1.28	2.50	4.19
4.42	0.21	0.30	2.97	0.18	1.00	1.00	0.14	1.14	2.50	4.42
4.65	0.19	0.30	3.09	0.18	1.00	1.00	0.00	1.00	2.50	4.65

CONSORCIO CONSTRUCTORES

ANEXO D
PLANOS

CONSORCIO CONSTRUCTORES

ANEXO E
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO E

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PUNTO No. 2 – EL DORADO, SANTA FE

1 INTRODUCCIÓN

Las obras propuestas deben cumplir con los requisitos que se enuncian a continuación, los cuales se deben sumar a la normatividad y procedimientos de la sana práctica de la actividad constructora. Dichos requisitos deben cumplirse tanto en la instancia de la ejecución como en la obra definitiva y etapa de uso de la misma; están inspirados en los principios de seguridad, funcionalidad, economía, estética, durabilidad y adecuación ambiental.

2 ESPECIFICACIONES GENERALES

2.1 CONTROL E INTERVENTORÍA

El Fondo de Desarrollo Local de Santa Fe designará un Interventor para el control, acompañamiento y seguimiento de las obras propuestas.

2.2 SEGURIDAD

Durante la etapa de concurso para la escogencia del Constructor, la visita al sitio de obra debe considerar medidas de seguridad, para evitar accidentes a los proponentes, como la instalación de una cinta de aislamiento en los bordes de los taludes, la cual servirá también como señalización temporal.

El Constructor deberá incluir en su plan de trabajo las medidas tendientes a garantizar la seguridad de los habitantes de las edificaciones vecinas durante la ejecución de las obras, la de los transeúntes o visitantes y la de sus propios trabajadores.

La dotación de seguridad y protección del personal a cargo del Contratista es obligatoria y debe ser adecuada a las características de las actividades en ejecución y el sitio.

2.3 PERSONAL

El personal encargado de la dirección y ejecución de los trabajos, así como de la operación de los equipos, deberá contar con amplia experiencia en trabajos

similares, y deberá cumplir con las normas de seguridad exigidas.

2.4 EQUIPOS

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios a construcciones ni áreas aledañas.

Los equipos que se empleen deberán mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento y su capacidad y rendimiento deberán producir el adelanto de las actividades de acuerdo con los programas de trabajo aprobados. El Interventor exigirá la hoja de vida de cada uno de los equipos para verificar sus condiciones.

2.5 FUNCIONALIDAD Y DURABILIDAD

El Constructor podrá proponer cambios a las especificaciones, con el fin de que las obras sean más seguras, funcionales, durables y económicas. Para materializar dichos cambios es necesaria la aprobación previa del Interventor y el Consultor.

En caso de presentarse modificaciones a los diseños originales, el Constructor deberá entregar al Fondo de Desarrollo Local las memorias y planos respectivos, con el visto bueno del Consultor y la Interventoría.

Una vez terminadas las obras, el Constructor debe entregar un manual de mantenimiento de las mismas, que contemple la descripción, procedimientos y frecuencia con los que debe acometerse tal mantenimiento, con el fin de aumentar la durabilidad de las obras.

2.6 ASPECTOS AMBIENTALES

Durante la ejecución de la obra se requiere el cumplimiento de las normas ambientales vigentes y que las obras se desarrollen sin contaminar las corrientes de agua (naturales y del alcantarillado), el suelo y el aire, por lo que no se permite el vertimiento de disolventes de pintura u otro tipo de sustancias tóxicas en los elementos mencionados.

Se deben tomar las medidas necesarias para no obstaculizar los drenajes naturales, ni permitir la inestabilidad de las excavaciones. El Constructor será responsable de las sanciones y demandas que por este concepto le sean aplicadas al Contratante.

Es importante registrar que la filosofía de las medidas propuestas contempla la reducción de un riesgo y, del mismo modo, el mejoramiento de las condiciones de vida del sector, por lo que la obra sirve también para el ornato de su zona de influencia. Esta filosofía deberá prevalecer durante la construcción para obtener al final un producto estéticamente aceptable en sus acabados y formas.

El Constructor debe recoger y transportar los escombros y materiales no utilizados dentro de la obra, de tal forma que durante su ejecución y al finalizar la misma, se debe encontrar la zona de trabajo completamente aseada.

El Constructor deberá mantener en lo posible las geoformas originales del terreno si ha desarrollado actividades de excavación y relleno.

Es necesario que el Constructor antes de iniciar cualquier actividad en el terreno se presente ante la comunidad y le muestre el Proyecto que va a desarrollarse, de tal manera que no encuentre rechazo sino, por el contrario, el apoyo de los habitantes de la zona.

Las molestias ocasionadas al vecindario por ruido, ocupación de espacio, etc. deberán reducirse a un mínimo mediante medidas como la señalización y aseo de la zona, uso de equipo en buen estado y con los accesorios para disminución de ruidos, el trabajo en horario diurno, y las demás que contribuyan con este fin.

Dadas las condiciones socioeconómicas de la comunidad, el Constructor tratará en lo posible de emplear mano de obra del sector.

2.7 NORMAS GENERALES

El Constructor deberá cumplir estrictamente las disposiciones de las normas laborales y de seguridad social en cuanto al personal empleado. De igual manera, en lo relacionado con la Seguridad Industrial se deberán observar las disposiciones vigentes del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, incluyendo la Resolución 02413 de 1979.

Los aspectos técnicos y procedimientos de construcción deberán cumplir con las Normas Sismorresistentes NSR-98 (Ley 400/97 y Decreto 33/98). Para los ensayos de laboratorio, las Normas de ASTM y AASHO, o sus equivalentes ICONTEC, especificadas para cada ensayo.

También es responsabilidad del Constructor cumplir las normas de salubridad y del medio ambiente del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

2.8 PRUEBAS DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Las obras contempladas deben cumplir con los requerimientos de estas especificaciones para lo cual se prevé la ejecución de las siguientes pruebas de ingeniería:

- Ensayos de resistencia a la compresión del concreto.
- Los que a juicio de la Interventoría sean necesarios para comprobar y garantizar las características mecánicas de los materiales empleados.

3 ESPECIFICACIONES POR ÍTEMS

3.1 DEMOLICIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE CUNETA (ÍTEM 1.1)

Descripción

Estos trabajos consisten en el conjunto de operaciones para demoler la cuneta en concreto existente y construir una nueva en concreto con las mismas dimensiones de la actual. No incluye la actividad de sellado de juntas longitudinales que se especifica en otro ítem.

Alcance

Esta especificación cubre los requisitos referentes a demoliciones, formaletas, colocación, fraguado, acabados y reparación de todo el concreto vaciado en sitio que se va a usar en la construcción de las cunetas, así como las juntas transversales de las mismas y las normas para medida y pago respectivas.

Las actividades referidas incluyen la localización y replanteo de las obras; las demoliciones, cargue, transporte y disposición final de los materiales de demolición; el suministro y colocación de insumos y formaleta; amarres de refuerzos; preparación, vaciado y curado del concreto; colocación de juntas transversales, desformaleteada y demás actividades relacionadas.

Método y procedimientos de construcción

Será removido todo el concreto de las cunetas y lo que juzgue conveniente el Interventor. Para la ejecución de los trabajos, se exigirá al contratista el uso de equipos adecuados (taladros, sierra diamantina) previamente aprobados por el Interventor. A fin de no dañar el muro en tierra armada, deberá usarse sierra diamantina.

Una vez demolida la cuneta se procederá al replanteo y localización de la nueva estructura.

El Constructor instalará las formaletas de manera de garantizar que las mismas queden construidas con las secciones y espesores señalados en los planos u ordenados por el Interventor.

El Constructor deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla. Se colocará luego el refuerzo con sus respectivos amarres. Previo el retiro de cualquier materia extraña o suelta que se encuentre sobre la superficie de base, se procederá a colocar el concreto.

Se deberán dejar juntas a los intervalos y con la abertura que ordene el Interventor. Sus bordes serán verticales y normales al alineamiento del andén o sardinel. Esta junta deberá sellarse con un sellador elástico de poliuretano. El concreto deberá ser compactado y curado.

El Constructor nivelará cuidadosamente las superficies para que la obra quede con las verdaderas forma y dimensiones indicadas. Las pequeñas deficiencias superficiales deberá corregirlas aplicando un mortero aprobado por el Interventor.

La colocación del concreto deberá realizarse solamente en presencia de la Interventoría, excepto en determinados sitios específicos previamente aprobados por ésta.

El concreto no deberá colocarse bajo la lluvia, sin permiso de la Interventoría, dicho permiso se dará solamente cuando el Contratista suministre cubiertas que en opinión de la Interventoría, sean adecuadas para la protección del concreto durante su colocación y hasta cuando éste haya fraguado.

En todos los casos, el concreto deberá depositarse lo más cerca posible de su posición final y no deberá hacerse fluir por medio de vibradores o martillos de caucho. Los métodos y equipos que se utilicen para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la cantidad de concreto que se deposita, para evitar así que éste salpique o que haya segregación cuando el concreto caiga con demasiada presión o que choque contra los encofrados o el refuerzo. No se permitirá que el concreto caiga libremente desde alturas mayores de 1,5 m.

No se permitirá el uso de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Todo concreto que haya endurecido hasta tal punto que no se pueda colocar apropiadamente, será desechado.

El Contratista deberá tener especial cuidado de no mover los extremos del refuerzo que sobresalga del concreto por lo menos durante veinticuatro (24) horas después de que éste se haya colocado.

El concreto se consolidará mediante vibración o golpe con martillo de caucho hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire y que cubra completamente las superficies de los encofrados y materiales embebidos. Durante la consolidación de cada capa de concreto, el vibrador deberá operarse a intervalos regulares y frecuentes y en posición casi vertical. La cabeza del vibrador debe penetrar profundamente dentro del concreto.

No se deben colocar nuevas capas de concreto mientras las capas anteriores no hayan sido sometidas a las operaciones especificadas. Debe tenerse cuidado de que la cabeza vibradora no quede en contacto con los encofrados o con los elementos metálicos embebidos para evitar que éstos puedan dañarse o desplazarse. La consolidación del concreto deberá llevarse a cabo con vibradores eléctricos de inmersión o de tipo neumático, que tengan suficiente potencia y capacidad para consolidar el concreto en forma efectiva y rápida. Los vibradores de inmersión deberán operar por lo menos a 7.000 rpm.

Los encofrados no deberán removerse sin previa autorización de la Interventoría. A fin de que el curado y la reparación de las imperfecciones de la superficie se realicen a la mayor brevedad posible, los encofrados generalmente deberán moverse tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente.

Los encofrados deberán removerse en forma tal que no ocasionen roturas, desgarraduras, peladuras o cualquier otro daño en el concreto. Solamente se permitirá utilizar cuñas de madera para retirar los encofrados del concreto. Los encofrados y la obra falsa solo se podrán retirar cuando el concreto haya obtenido la resistencia suficiente para sostener su propio peso y el peso de cualquier carga superpuesta y siempre y cuando la remoción no le cause absolutamente ningún daño al concreto.

El curado se hará cubriendo las superficies con un tejido de fique saturado de agua o mediante el empleo de cualquier otro sistema efectivo, aprobado por la Interventoría, que conserve continuamente (y no periódicamente) húmedas las superficies que se vayan a curar, desde el momento en que el concreto haya fraguado suficientemente, hasta el final del período especificado del curado.

Estética y apariencia

La superficie final debe ser uniforme en cuanto a su apariencia y geometría. Los concretos van a la vista por sus caras expuestas. El Constructor debe fijar muy bien sus formaletas para que éstas no se deformen en el vaciado.

Equipo

Preparación del concreto: Se permite el empleo de mezcladoras estacionarias en el lugar de la obra, cuya capacidad no deberá exceder de tres metros cúbicos (3 m3). La mezcla manual sólo se efectuará por autorización escrita del Interventor.

Formaleta: El Constructor deberá suministrar e instalar todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto, las cuales pueden ser de madera o metálicas.

Transporte: Cualquier sistema de transporte o de conducción del mortero o concreto deberá contar con la aprobación del Interventor.

Materiales

Concreto: f'c a los 28 días: 2.500 p. s. i.. Se tomarán muestras compuestas por 6 cilindros para ensayar una pareja a los 7 días, otra a los 28 días y la otra servirá de testigo.

Acero de refuerzo: fy=4.200 kg/cm2

Sellante para juntas: Material asfáltico o premoldeado según normas AASHO

En relación con la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado, se aplicarán los criterios expuestos en las Normas Sismorresistentes e ICONTEC

Recibo del trabajo, precisión y tolerancias

El Interventor sólo aceptará obras cuya forma corresponda a la indicada en los planos y cuyas dimensiones no sean inferiores a las señaladas en los planos o autorizadas por él.

La diferencia máxima en niveles será de 0,005 m por cada 20 m y proporcional. No se aceptarán trabajos terminados con depresiones o deflexiones excesivas, traslapos desiguales o variaciones apreciables en la sección. En planta la desviación máxima admisible en las dimensiones será de 1 cm por cada 20 m

Unidad de pago

Metro lineal (ML).

Medición

Se medirá sobre planos en planta la cantidad de ML por el eje medio longitudinal de las cunetas que cumplan con las especificaciones.

3.2 SELLADO DE JUNTAS LONGITUDINALES DE CUNETAS Y GRIETAS EN ANDENES (ÍTEM 2.1)

Descripción

Este trabajo consiste en la colocación de sellantes para las juntas longitudinales de las cunetas y las dilataciones y grietas que presente el andén actual.

Alcance

Incluye el inventario de grietas, la limpieza de la junta o grieta y el suministro y colocación de sellantes.

Método y procedimientos de construcción

Una vez se hayan localizado e inventariado todas las grietas presentes se debe efectuar una limpieza por medio de grata metálica o disco abrasivo. La superficie debe estar sana, seca y limpia (libre de grasa, polvo, lechada de cementou otras materias extrañas).

El factor de forma para la junta debe ser:

Ancho	Ancho : Profundidad
Hasta 10 mm	1:1
10-25 mm	2:1

En caso de grietas de ancho mayor de 25 mm, el elemento debe reemplazarse.

Se deben seguir estrictamente las indicaciones del fabricante para una adecuada colocación del sellante.

Materiales

Sellante: Sellador elástico de poliuretano.

Unidad de pago

Metro lineal (ML) .

Medición

Se medirá la cantidad de ML ejecutados y que cumplan estas especificaciones. La cantidad total en todos los casos se aproximará al primer decimal.

3.3 OTRAS OBRAS (APLICABLE A ÍTEMS 1.2, 2.2 Y 3.1)

Esta especificación corresponde a las obras menores que se describen a continuación:

3.3.1 Retiro y reemplazo de losas de andén

De acuerdo con el criterio del Interventor deberán demolerse y reconstruirse aquellos páneles que presenten alto grado de deterioro y que permitan la entrada de agua al muro. La reconstrucción se hará siguiendo las especificaciones para concreto aplicables del numeral 3.1 de estas especificaciones. Unidad de medida y pago: Metro cuadrado (m2).

3.3.2 Inspección y mantenimiento de redes de agua presesntes

Con el fin de minimizar la posibilidad de infiltración de agua al muro deberá efectuarse una inspección detallada de las redes aledañas, por medio de pruebas hidráulicas y efectuar la reparación y mantenimiento preventivo de las mismas.

3.3.3 Programa de monitoreo

Corresponde a una campaña de monitoreo tendiente a determinar si existe un proceso activo o un síntoma de reactivación de dicho proceso, o si por el contrario está inactivo, por lo que se propone la medición de desplazamientos –verticales y horizontales– (mediante mojones en secciones trazadas perpendicularmente al abscisado en el K0+050 (K0+078,5), el K0+070 (K0+056,40) y el K0+090 (K0+039,28), e igualmente, las variaciones en el nivel del agua mediante tres piezómetros, dos en el trasdós y uno hacia el frente.

CONSORCIO CONSTRUCTORES

ANEXO F

CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Punto No. 1 - El Dorado, Santa Fe

CANTIDADES DE OBRA			
CÓDIGO	ÍTEM	UN	CANTIDAD
1	**Obras de drenaje**		
1.1	Demolición y reconstrucción cuneta	ML	130,00
1.2	Inspección y mantenimiento de redes de agua	GL	1,00
2	**Obras de estabilización y protección**		
2.1	Sellado de juntas y grietas	ML	150,00
2.2	Retiro y reemplazo de páneles de andén	M2	20,00
3	**Otros**		
3.1	Programa de monitoreo, incluye colocación de piezómetros y seguimiento	GL	1,00

Punto No. 1 - El Dorado, Santa Fe

PRESUPUESTO DE OBRA					
			TOTAL PROYECTO		
CÓDIGO	ÍTEM	UN	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
1	**Obras de drenaje**				
1.1	Demolición y reconstrucción cuneta	ML	130,00	37.385,00	4.860.050,00
1.2	Inspección y mantenimiento de redes de agua	GL	1,00	500.000,00	500.000,00
2	**Obras de estabilización y protección**				
2.1	Sellado de juntas y grietas	ML	150,00	6.500,00	975.000,00
2.2	Retiro y reemplazo de páneles de andén	M2	20,00	32.000,00	640.000,00
3	**Otros**				
3.1	Programa de monitoreo, incluye colocación de piezómetros y seguimiento	GL	1,00	10.000.000,00	10.000.000,00
	SUBTOTAL				16.975.050,00
	ADMINISTRACION, IMPREVISTOS Y UTILIDAD	%	25,00	16.975.050,00	4.243.762,50
	TOTAL PRESUPUESTO OBRA				**21.218.812,50**

Punto No. 2 - Eldorado, Santafe

ANALISIS PRECIOS UNITARIOS

ITEM:	1. OBRAS DE DRENAJE				UNIDAD: ML
SUB-ITEM:	1.1. DEMOLICIÓN Y RECONSTRUCCION DE CUNETA				
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VAL. UNITARIO	VALOR PARCIAL
VALOR MATERIALES / MATERIALES	Concreto de 2500 PSI	M3	0,03	$301.300,00	$9.039,00
	Malla de refuerzo H257 o similar	M2	0,30	$15.000,00	$4.500,00
	A.C.P.M.	Gal	0,08	$6.000,00	$480,00
					$0,00
					$0,00
					$0,00
					$0,00
	SUB-TOTAL				$14.019,00
%	DESPERDICIO 2%				$280,38
EQUIPO-HERRAMIENTA	Herramienta Menor	Dia	0,05	$15.000,00	$750,00
	Pulidora con disco diamantado	Dia	0,15	$12.000,00	$1.800,00
					$2.550,00
TRANSPORTE	Volqueta 3 M3	Viaje	0,01	$35.150,00	$351,50
					$351,50
				VALOR MATERIALES	$17.200,88
VALOR MANO DE OBRA	Cuadrilla General	h/H	2,15	$9.000,00	$19.350,00
	Subcontrato excavación manual, retiro y trans.	M3	0,03	$27.800,00	$834,00
				VALOR MANO DE OBRA	$20.184,00
				AJUSTE UNITARIO	$0,12
	VALOR TOTAL UNITARIO				**$37.385,00**

Punto No. 2 - Eldorado, Santafe

ANALISIS PRECIOS UNITARIOS

ITEM:	2. OBRAS DE ESTABILIZACIÓN Y PROTECCIÓN				UNIDAD:	ML
SUB-ITEM:	2.1. SELLADO DE JUNTAS Y GRIETAS					
		DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	VAL. UNITARIO	VALOR PARCIAL
VALOR MATERIALES	MATERIALES	Sellador elástico de poliuretano, tipo Sikaflex o similar		Kg	0,06	$51.894,74	$3.113,68
		SUB-TOTAL					$3.113,68
	%	DESPERDICIO	5%				$155,68
	EQUIPO-HERRAMIENTA	Herramienta menor		Dia	0,10	$15.000,00	$1.500,00
							$1.500,00
	TRANSPORTE						$0,00
							$0,00
						VALOR MATERIALES	$4.769,37
VALOR MANO DE OBRA		Cuadrilla	General	h/H	0,06	$30.000,00	$1.800,00
						VALOR MANO DE OBRA	$1.800,00
						AJUSTE UNITARIO	-$69,37
						VALOR TOTAL UNITARIO	**$6.500,00**

Punto No. 2 - Eldorado, Santafe

ANALISIS PRECIOS UNITARIOS

ITEM:	2. OBRAS DE ESTABILIZACIÓN Y PROTECCIÓN				UNIDAD:	M2
SUB-ITEM:	2.2. RETIRO Y RE-EMPLAZO DE PÁNELES DE ANDÉN					
	DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	VAL. UNITARIO	VALOR PARCIAL
VALOR MATERIALES	MATERIALES	Concreto de 2500 PSI	M3	0,07	$300.556,00	$21.038,92
						$0,00
						$0,00
						$0,00
		SUB-TOTAL				$21.038,92
	%	DESPERDICIO 2%				$420,78
	EQUIPO-HERRAMIENTA	Herramienta menor	Dia	0,05	$15.000,00	$750,00
						$750,00
	TRANSPORTE	Volqueta 3m3	Vj	0,03	$35.150,00	$878,75
						$878,75
					VALOR MATERIALES	$23.088,45
VALOR MANO DE OBRA		Cuadrilla General	h/H	0,80	$9.000,00	$7.200,00
		Subcontrato excavación manual, retiro y trans.	M3	0,06	$27.800,00	$1.668,00
					VALOR MANO DE OBRA	$8.868,00
					AJUSTE UNITARIO	$43,55
					VALOR TOTAL UNITARIO	**$32.000,00**

Punto No. 2 - Eldorado, Santafe

ANALISIS PRECIOS UNITARIOS

ITEM:	3. OTROS				UNIDAD:	GL
SUB-ITEM:	3.1. PROGRAMA DE MONITOREO, INCLUYE COLOCACIÓN DE PIEZÓMETROS Y SEGUIMIENTO					
		DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VAL. UNITARIO	VALOR PARCIAL
VALOR MATERIALES	MATERIALES	Tubería PVC perforada 2" con tapón	ML	21,00	$8.000,00	$168.000,00
						$0,00
		SUB-TOTAL				$168.000,00
	%	DESPERDICIO 2%				$3.360,00
	EQUIPO-HERRAMIENTA	Perforación en suelo (Subcontrato)	ML	21,00	$65.000,00	$1.365.000,00
						$1.365.000,00
	TRANSPORTE					
					VALOR MATERIALES	$1.536.360,00
VALOR MANO DE OBRA		Seguimiento, análisis e informes 3,5 meses	Mes	3,50	$2.000.000,00	$7.000.000,00
		Topografía 7 controles	UN	7,00	$210.000,00	$1.470.000,00
					VALOR MANO DE OBRA	$8.470.000,00
					AJUSTE UNITARIO	-$6.360,00
VALOR TOTAL UNITARIO						**$10.000.000,00**

CONSORCIO CONSTRUCTORES

ANEXO G
CRONOGRAMA

Punto No. 1 - El Dorado, Santa Fe

CRONOGRAMA DE OBRAS																		
ACTIVIDAD	SEMANAS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Obras de drenaje																		
Obras de estabilización																		
Otros																		