Ministerio de
OBRAS PÚBLICAS
Y COMUNICACIONES

GOBIERNO
NACIONAL

Paraguay
de la gente

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS VECINALES

Estudios Básicos del Contrato de Obras de Pavimentación Tipo Asfaltico en los tramos de caminos vecinales en los Departamentos de San Pedro y Caaguazú – Grupo 2 – LOTE3. Contrato S.G. MINISTRO 22/2020

ROVIAL S.A

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

Contenido

1 INTRODUCCIÓN 2

2 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO 2

3 MAPA DE UBICACIÓN DE LOS TRAMOS 3

3.1 RUTA 13 – ACCESO A COMUNIDAD INDIGENA ARROYO GUAZU 3

4 ESTUDIOS REALIZADOS 3

4.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS 3

4.1.1 INSTALACIÓN DE PARES GEODÉSICOS. 3

4.1.2 POLIGONAL BASE 4

4.1.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. 4

4.1.4 PLANOS TOPOGRÁFICOS. 5

4.1.5 EJE DE DISEÑO Y PERFIL LONGITUDINAL. 5

5 ESTUDIOS GEOTECNICOS 6

6 ESPECIFICACIONES TECNICAS. 6

Todos los ítems a ejecutarse, cuentan con EETT contractuales 6

7 ESTUDIOS HIDRAULICOS E HIDROLOGICOS. 6

8 PRESUPUESTO DE OBRA 6

9 ANEXOS 6

Cristian A. Acos
Apoderado
Rovial

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento, corresponde al informe de los Estudios Básicos del Contrato de Obras de Pavimentación Tipo Asfaltico en los tramos de caminos vecinales en los Departamentos de San Pedro y Caaguazú – Grupo 2 – LOTE3. Contrato S.G. MINISTRO 22/2020

Se busca con la ejecución de este proyecto, que las rutas en estudio, una vez construidas sirvan de enlace, unión económica, social y cultural entre las comunidades asentadas en el ámbito geográfico,

El informe comprende básicamente, la descripción de los servicios contratados y los datos principales del mismo, los datos descriptivos de las tareas que realizara la Contratista.

El presente servicio tiene como objetivo presentar el Proyecto Básico del siguiente tramo:

N°	TRAMO	DEPARTAMENTO	LONGITUD PROYECTO (KM)
1	Ruta 13 – Acceso a Comunidad Indígena Arroyo Guazú	Central	4.661
TOTAL			**4.661**

2 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

El Proyecto está conformado por cuatro tramos que está ubicados en el Departamento Caaguazú de la Región Oriental del Paraguay, los tramos son:

1 Ruta 13 – Acceso a Comunidad Indígena Arroyo Guazú

- **Tramo: Ruta 13 – Acceso a Comunidad Indígena Arroyo Guazú.**

El tramo inicia a sobre la Ruta PY13 en el distrito de Mcal Lopez´i departamento de Caaguazú, finaliza en la comunidad indígena identificada como Arroyo Guazú, posee una longitud aproximada de 4.66 km.

La sección transversal del tramo contempla de material terraplén, según EETT del presente contrato, con una calzada de 6,00 m de ancho, taludes con pendientes 1:2 y 1:3 dependiendo de la altura del terraplén, con franja de dominio variable de 12m, deberán ser ejecutados trabajos de conformación de la traza a fin de darle la uniformidad necesaria y las secciones transversales propias indicadas en los planos, como así también terraplén para regularización de la rasante en las zonas bajas del tramo.

Desde la progresiva 0+000 hasta el final, que es la progresiva 4+611, el camino existente cuenta con camino de tierra.

El tramo es interceptado por cursos de agua importantes, en la Progresiva 2+150, en dicho lugar deberá ser ejecutado una alcantarilla celular doble de 1.00 x 1.00 mts. de sección, en la progresiva 3+500 y 3+580 deberán también ser ejecutadas alcantarillas celulares dobles de 1.50 x 1.50 mts de sección, así también, para dar mejor escorrentía de aguas acumuladas en varias zonas necesarias para cruces de aguas, se ejecutaran alcantarillas tubulares de 1.00 mts de diámetros en las progresivas 0+160 y 1+030.

Donde corresponda, en especial en las obras de artes mencionadas deberá construirse zanjas de drenaje.

Cabe mencionar que el paquete de dicha obra será de Ripio, la rasante está acotada para la carga final del ripio, siendo así, los trabajos a ejecutar por la presente contratista del terraplén, para que más adelante se ejecuten los trabajos para la capa de ripio, que quedara a carga del MOPC.

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

3 MAPA DE UBICACIÓN DE LOS TRAMOS

3.1 RUTA 13 – ACCESO A COMUNIDAD INDIGENA ARROYO GUAZU.

4 ESTUDIOS REALIZADOS

4.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Los estudios topográficos tienen el objetivo de ubicar geográficamente los tramos del estudio, recabar en campo los datos topográficos para una adecuada representación gráfica de del relieve, y elaborar los planos sobre los cuales se representaron los diseños del proyecto.

Las tareas involucradas en los estudios topográficos son las siguientes:

- Recopilación de datos geodésicos.
- Determinación del sistema de coordenadas a utilizar.
- Instalación de pares geodésicos.
- Instalación de Poligonal Base.
- Levantamiento Topográfico.
- Procesamiento de Datos.
- Elaboración de Planos Topográficos.

El sistema de coordenadas utilizado es WGS-84 (World Geodetic System), y el sistema de proyección es UTM (Universal Transverse Mercator), de la zona 21 Sur, y faja J. El nivel de referencia corresponde al Datum WGS-84 (alturas elipsoidales).

4.1.1 INSTALACIÓN DE PARES GEODÉSICOS.

1) En primer lugar se instaló un par de puntos geodésicos en un extremo del tramo, materializado con mojones de madera de 2,5 pulgadas, enterrados totalmente en el terreno, y el punto materializado con un tornillo de acero.
2) Las coordenadas del par geodésico fueron determinadas mediante medición de traslado de coordenadas, aplicando método diferencial estático (STS). Para este fin se utilizó un

Cristian A. Acost
Apoderado
Rovial

vértice geodésico de primer orden de la red Nacional de Triangulación Geodésica cercano. En el vértice geodésico mencionado y en cada punto del par geodésico a determinar se instaló un receptor GPS de doble frecuencia (tecnología GNSS) para medición simultánea con el receptor del vértice geodésico.

3) El post-proceso de los datos de campo fue realizado con el software TBC (Trimble Business Center) aplicando las siguientes tolerancias características del instrumental utilizado, es decir:
   - Precisión de posición (horizontal): 3 mm + 0,1 ppm (media cuadrática).
   - Precisión de elevación (vertical): 0,5 mm + 0,4 ppm (media cuadrática).
   - Tiempo de medición (10 – 20 km): 20 minutos mínimo.(y por cada 1 km se recomienda como mínimo 5 minutos más de medición)
   - Intervalo de registro: 1 seg.
   - Tipo de receptor: Doble frecuencia.
4) La determinación de niveles del par geodésico fue realizada utilizando como Datum el nivel del establecido por el sistema WGS-84 para el punto geodésico utilizado para el traslado.

Los puntos geodésicos empleados para las mediciones de transporte de coordenadas hacia los tramos del presente estudio, forman parte de la Red Nacional de Triangulación del DISERGEOMIL (Dirección del Servicio Geográfico Militar). La Tabla 6.1 a continuación presenta el listado de puntos utilizados.

4.1.2 POLIGONAL BASE.

1) Luego se instalaron los vértices de la poligonal base (Rn), materializados con mojones de madera de 2,5 pulgadas, enterrados totalmente en el terreno, y el punto materializado con un tornillo de acero.
2) Las coordenadas de los puntos de la poligonal base (Rn) fueron determinadas mediante medición de traslado de coordenadas, aplicando método RTK (Real Time Kinematics o Navegación Cinética Satelital en Tiempo Real). Para este fin se utilizó uno de los puntos del par geodésico de segundo orden ubicado al inicio de cada. En un punto del par geodésico mencionado se instaló una antena y un receptor GPS de doble frecuencia (tecnología GNSS) para medición simultánea con el receptor del vértice correspondiente de la poligonal base.
3) El proceso de los datos de campo fue realizado en tiempo real aplicando metodología RTK (Real Time Kinematics o Navegación Cinética Satelital en Tiempo Real), aplicando las siguientes tolerancias exigidas por el Servicio Geodésico Interamericano para una medición, es decir:
   - Precisión de posición (horizontal): 8 mm + 1 ppm (media cuadrática).
   - Precisión de elevación (vertical): 15 mm + 1 ppm (media cuadrática).
   - Tiempo de medición: Depende de las condiciones físicas y atmosféricas.
   - Número mínimo de lecturas: 180. (Para este método a mayor número de lecturas el receptor GNSS converge en una solución de mayor confianza)
   - Tipo de receptor: Doble frecuencia.

4.1.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

1) Las coordenadas de los puntos de levantamiento topográfico fueron determinadas mediante medición de traslado de coordenadas desde un par geodésico de segundo orden ubicado al inicio de cada tramo. En algunos casos, se utilizó como base un vértice de la poligonal base cuando hubo problemas de pérdida de señal de radio en sectores de desniveles topográficos importantes. El instrumental utilizado para la medición son: Una antena de base y receptores GPS de doble frecuencia (tecnología GNSS).

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

2) El proceso de los datos de campo fue realizado en tiempo real aplicando metodología RTK –KOF (Real Time Kinematics o Navegación Cinética Satelital en Tiempo Real) sin inicialización o KOF (Kinematics On the Fly), aplicando las siguientes tolerancias exigidas por el Servicio Geodésico Interamericano para una medición , es decir:
   - Precisión de posición (horizontal): 8 mm + 1 ppm (media cuadrática).
   - Precisión de elevación (vertical): 15 mm + 1 ppm (media cuadrática).
   - Tiempo de medición: Depende de las condiciones físicas y atmosféricas.
   - Número mínimo de lecturas: 3.
   - Tipo de receptor: Doble frecuencia.

4.1.4 PLANOS TOPOGRÁFICOS.

La información recabada mediante estación total, ha sido registrada y volcada al Sistema de Proyecto para su procesamiento de modo que pueda editarse el listado de coordenadas y cotas de los puntos relevados, así como para alimentar los archivos del sistema Autodesk Civil 3D que es utilizado para el diseño geométrico del proyecto.

El contenido de los planos topográficos consiste de lo siguiente:

- Puntos de levantamiento topográficos, con etiqueta informativa (número, cota y descripción).
- Superficie topográfica del terreno natural, generada sobre la base de los puntos de levantamiento topográfico, incluye el Modelo Digital de Terreno (malla 3D de triángulos) y puntos del modelo, y curvas de nivel cada metro).

4.1.5 EJE DE DISEÑO Y PERFIL LONGITUDINAL.

Los datos topográficos mencionados han permitido implantar, sobre los mismos, el eje de diseño geométrico (Alineamientos, PI's y curvas horizontales circulares y transiciones con clotoides), y generar el perfil longitudinal del terreno natural a lo largo del eje de diseño geométrico.

Complementariamente, el eje de diseño en planta permitió establecer las condicionantes principales de diseño (velocidad de diseño por tramos, peraltes y sobreanchos) para los parámetros principales del diseño en planta (radios mínimos de curvas circulares, parámetros mínimos de clotoides, peraltes máximos, sobreanchos mínimos, transiciones de peraltes).

El eje de diseño geométrico ha permitido también generar el perfil longitudinal de la rasante de diseño (Alineamientos verticales, PIV's y curvas verticales parabólicas). Con dicho alineamiento se ha activado un sistema de verificación de los parámetros del diseño vertical como longitud mínima de curvas parabólicas y las correspondientes distancias mínimas de visibilidad de frenado y de sobrepaso.

Finalmente, se ha generado la sección típica de la plataforma vial, que ha permitido a su vez generar el corredor de diseño, en el que se verifica de forma automática la posición de las cabeceras de corte y pies de terraplén, y los taludes de corte y terraplén en función de las características geotécnicas de los suelos y materiales de relleno en cada tramo vial involucrado en el estudio.

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

5 ESTUDIOS GEOTECNICOS

El enunciado es agregado como anexo 2.

6 ESPECIFICACIONES TECNICAS.

Todos los ítems a ejecutarse, cuentan con EETT contractuales.

7 ESTUDIOS HIDRAULICOS E HIDROLOGICOS.

El enunciado es agregado como anexo 3

8 PRESUPUESTO DE OBRA

Los Presupuestos se obtuvieron, por multiplicación de los precios unitarios contractuales y las cantidades de obra correspondientes. En él, se incluyen las inversiones relacionadas con el movimiento de suelo y obras complementarias.

A continuación se presenta el cuadro de resumen de costos. El detalle de las Planillas de Presupuesto de las obras proyectadas para el Tramo se encuentra en Anexo del presente documento.

9 ANEXOS

Como documentación complementaria a este informe, se presenta los siguientes Anexos.

- Anexo N° 1: Cantidades, costos y cómputos.
- Anexo N° 2: Estudios Geotécnicos.
- Anexo N° 3: Estudios Hidrológicos e Hidráulicos
- Anexo N° 4: Relevamiento Fotográfico
- Anexo N° 5: Atlas de Planos (Volumen Separado)

Cristian A. Acost
Apoderado
Vial

ANEXO N° 1:

CANTIDADES, COSTOS Y COMPUTOS.

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES

LLAMADO MOPC N° 82/2019 - LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL PARA LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTACIÓN TIPO ALFÁLTICO EN LOS TRAMOS DE CAMINOS VECINALES EN LOS DEPARTAMENTOS DE SAN PEDRO Y CAAGUAZU – GRUPO 2. LOTE N° 3: Capiibary - 1ro de Marzo - Mcal. López-i - Sección II

TRAMO: RUTA 13 - ACCESO A COMUNIDAD INDIGENA 4,661 KM

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD			Precio Unitario (Gs.)	MONTO			% de Incidencia repecto al monto final del CM N° 01	% de Variación repecto al monto final Contractual
			Contractual	Convenio Modificatorio N° 01	Diferencia Contractual vs. CM N° 01		Contractual (Gs.)	Convenio Modificatorio N° 01 (Gs.)	Diferencia Contractual vs. CM N° 01 (Gs.)		
1	2	3	4	5	6 = 5 - 4	7	8 = 4 x 7	9 = 5 x 7	10 = 9 - 8	11	12
	RUTA 13 - ACCESOCOMUNIDAD INDIGENA (4,66KM)										
	MOVIMIENTO DE SUELOS						**0**	**667,099,170**	**667,099,170**	**1.64%**	
1	Desbosque, Desbroce y Despeje	ha	0.00	1.40	**1.40**	6,784,507	0	9,486,776	9,486,776		0.02%
2	Excavación de Bolsones	m³	0.00	2,600.00	**2,600.00**	23,023	0	59,859,800	59,859,800		0.15%
3	Excavación de Zanjas de Drenaje	m³	0.00	279.00	**279.00**	33,268	0	9,281,772	9,281,772		0.02%
4	Terraplenes	m³	0.00	14,086.00	**14,086.00**	41,777	0	588,470,822	588,470,822		1.45%
	REMOCIÓN Y TRASLADO						**0**	**57,636,214**	**57,636,214**	**0.14%**	
5	Remosion de Puentes de Madera	Un.	0.00	1.00	**1.00**	24,455,734	0	24,455,734	24,455,734		
7	Traslado de Alambrados	ml	0.00	540.00	**540.00**	20,232	0	10,925,280	10,925,280		0.03%
8	Traslado de Columnas Electricas	un	0.00	6.00	**6.00**	2,023,200	0	12,139,200	12,139,200		0.03%
9	Reposición de Red de Agua	ml	0.00	300.00	**300.00**	33,720	0	10,116,000	10,116,000		0.02%
	OBRAS DE ARTE Y DRENAJES						**0**	**307,458,956**	**307,458,956**	**0.76%**	
10	Relleno Granular	m³	0.00	29.00	**29.00**	242,784	0	7,040,736	7,040,736		0.02%
11	ATH°A° 1f 1,00 m	ml	0.00	18.00	**18.00**	2,630,160	0	47,342,880	47,342,880		0.12%
12	ACH°A° 2x 1,00x1,00 m	ml	0.00	10.00	**10.00**	6,532,238	0	65,322,380	65,322,380		0.16%
13	ACH°A° 2x 1,5x1,5 m	ml	0.00	20.00	**20.00**	9,387,648	0	187,752,960	187,752,960		0.46%
	OBRAS COMPLEMENTARIA						**0**	**54,996,096**	**54,996,096**	**0.14%**	
14	Señalizacion vertical	m²	0.00	6.00	**6.00**	944,160	0	5,664,960	5,664,960		0.01%
16	Protección Vegetal de Taludes	m²	0.00	896.00	**896.00**	8,391	0	7,518,336	7,518,336		0.02%
17	Alambrado	ml	0.00	1,240.00	**1,240.00**	33,720	0	41,812,800	41,812,800		0.10%
						PRECIO TOTAL		1,087,190,436	1,087,190,436	2.67%	

Cristian A. Acosta
Apoderado
Revisó

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS VECINALES

Elaboración de Diseño Basico para el TRAMO: RUTA 13 - ACCESO A COMUNIDAD INDIGENA ARROYO GUAZU.

ROVIAL S.A.

DEPARTAMENTO DE CAAGUAZÚ

LONGITUD (Km): 4.661

COMPUTO MÉTRICO - SECCION II

ITEM N°	DESCRIPCION									
200	MOVIMIENTO DE SUELO									
201	Desbosque, Desbroce y Despeje									
	COMUNIDAD INDIGENA									
	PROG.	PROG.	LONGITUD (m)							
	0+000.00	1+800.00	1,800.00	3.00				Subtotal	ha	0.54
	1+800.00	2+300.00	500.00	3.00					ha	0.15
	2+300.00	3+380.00	1,080.00	3.00					ha	0.32
	3+380.00	3+700.00	320.00	3.00					ha	0.10
	3+700.00	4+661.00	961.00	3.00					ha	0.29
									ha	0.00
									ha	0.00
	Cantidad Total de Cálculo								ha	1.40
	Cantidad Propuesta para Proyecto								ha	1.40
204	Excavación de Bolsones									
	COMUNIDAD INDIGENA									
	3+380.00	3+640.00	260.00	10.00	1.00				m3	2,600.00
	Cantidad Total de Cálculo								m3	2,600.00
	Cantidad Propuesta para Proyecto								m3	2,600.00
205	Excavación de Zanjas de Drenaje									
	COMUNIDAD INDIGENA									
	Entradas y Salidas Alcantarillas									
	ACHºAº 2x1.0x1.0m									
	PROG.			ANCHO	ALTURA	LONGITUD (m)				
	0+100.00			1.20	0.30	40.00			m3	14.40
	ATHºAº 1Ø 1.00 m									
	PROG.			ANCHO	ALTURA	LONGITUD (m)				
	1+600.00			1.20	0.30	40.00			m3	14.40
	ACHºAº 2x1.00x1.00m									
	PROG.			ANCHO	ALTURA	LONGITUD (m)				
	2+150.00			2.50	0.30	40.00			m3	30.00
	ACHºAº 2x1.5x1.5m									
	PROG.			ANCHO	ALTURA	LONGITUD (m)				
	3+500.00			5.50	0.50	40.00			m3	110.00
	ACHºAº 2x1.5x1.5m									
	PROG.			ANCHO	ALTURA	LONGITUD (m)				
	3+580.00			5.50	0.50	40.00			m3	110.00
								Subtotal	m3	278.80
	Cantidad Total de Cálculo								m3	278.80
	Cantidad Propuesta para Proyecto								m3	279.00
206	Terraplenes									
	COMUNIDAD INDIGENA									
	PROG.	PROG.								
	0+000.00	4+661.00	4,661.00	9,624.61	según planilla				m3	9,624.61
	REPOSICION DESBROCE									
	PROG.	PROG.	LONGITUD (m)							
	0+000.00	4+661.00	4,661.00	6.00	0.1		Longitud x 6 m. Ancho x 0.20 m. Espesor		m3	2,796.60
	ZONA DE CORTE									
	0+000.00	0+100.00	100.00	6.00	0.1					-60.00
	0+300.00	0+500.00	200.00	6.00	0.1					-120.00
	1+300.00	1+500.00	200.00	6.00	0.1					-120.00
	1+700.00	1+800.00	100.00	6.00	0.1					-60.00
	2+400.00	2+800.00	400.00	6.00	0.1					-240.00
	3+200.00	3+400.00	200.00	6.00	0.1					-120.00
	3+640.00	3+800.00	160.00	6.00	0.1					-96.00
	4+200.00	4+400.00	200.00	6.00	0.1					-120.00
	RASANTE									
	REPOSICION DE BOLSONES								m3	2,600.00
								Subtotal	m3	14,085.21
	Cantidad Total de Cálculo								m3	14,085.21
	Cantidad Propuesta para Proyecto								m3	14,086.00

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

300	REMOCIONES Y TRASLADOS								
303	Traslado de Alambrados								
	COMUNIDAD INDIGENA								
	LADO IZQUIERDO								
	PROG.	PROG	LONGITUD (m)	LADO	TOTAL ML				
	0+000.00	0+200.00	200.00	AMBOS LADOS	400		m	400.00	
	1+040.00	1+180.00	140.00	LADO DERECHO	140.00		m	140.00	
							m	0.00	
						Subtotal	m3	540.00	
	Cantidad Total de Cálculo						m3		540.00
	Cantidad Propuesta para Proyecto						m3		540.00
304	Traslado de Columnas Eléctricas								
	COMUNIDAD INDIGENA				6	Subtotal	un	6.00	
	Cantidad Total de Cálculo						un		6.00
	Cantidad Propuesta para Proyecto						un		6.00
305	Reposición de Red de Agua								
	COMUNIDAD INDIGENA								
	PROG.	PROG	LONGITUD (m)						
	2+000.00	5+000.00	3,000.00	Longitud x 10%		Subtotal	m	300.00	
	Cantidad Total de Cálculo						m		300.00
	Cantidad Propuesta para Proyecto						m		300.00
800	OBRAS DE ARTE - DRENAJE								
802	Relleno Granular								
	ACH°A° 2x1.0x1.0m		ANCHO	ESPESOR	LONGITUD (m)				
	ACH°A° 2x1.00x1.00m		ANCHO	ESPESOR	LONGITUD (m)				
	PROG.		2.50	0.30	10			7.50	
	2+150.00								
	ACH°A° 2x1.5x1.5m		ANCHO	ESPESOR	LONGITUD (m)				
	PROG.		3.50	0.30	10			10.50	
	3+500.00								
	ACH°A° 2x1.5x1.5m		ANCHO	ESPESOR	LONGITUD (m)				
	PROG.		3.50	0.30	10			10.50	
	3+580.00								
						Subtotal	m3	28.50	
	Cantidad Total de Cálculo						m3		28.50
	Cantidad Propuesta para Proyecto						m3		29.00
806-B1	ATH°A° 1Ø 1,00 m								
	Cantidad Total de Cálculo								
	ATH°A° 1Ø 1,00 m								
	PROG.								
	0+160.00						ml		8.00
	1+030.00						ml		10.00
	Cantidad Propuesta para Proyecto						ml		18.00
806-F2	ACH°A° 2x1,00x1,00m								
	2+150.00								10
	Cantidad Total de Cálculo						ml		10.00
	Cantidad Propuesta para Proyecto						ml		10.00
806-F3	ACH°A° 2x1,50x1,50m								
							ml		
	PROG.								
	3+500.00						ml	10.00	
	PROG.								
	3+580.00						ml	10.00	
	Cantidad Total de Cálculo						ml		20.00
	Cantidad Propuesta para Proyecto						ml		

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

1000	OBRAS COMPLEMENTARIAS								
1,001	Señalización Vertical								
	PROMEDIO			1.20	5		m2	6.00	
						Subtotal	m2	6.00	
	Cantidad Total de Cálculo						m2		6.00
	Cantidad Propuesta para Proyecto						m2		6.00
1009-A	ALAMBRADO								
	Ubicación		LONG	Lado					
	2+680.00	3+300.00	620.00	AMBOS LADOS	2		ml	1240.00	
	Cantidad Total de Cálculo								1,240.00
	Cantidad Propuesta para Proyecto								1,240.00
1,103	Protección Vegetal de Taludes								
	Terraplenes Considerables								
	PROG.	PROG.	LONGITUD (m) x 2 Lados	AREA (m2/ml)					
	1+800.00	2+200.00	800.00	0.40			m2	320.00	
	3+400.00	3+640.00	480.00	1.20			m2	576.00	
						Subtotal	m2	896.00	
	Cantidad Total de Cálculo						m2		896.00
	Cantidad Propuesta para Proyecto						m2		896.00

Cristian A. Acost
Apoderado
Rovial

ANEXO N° 2:

Estudios Geotécnicos.

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

Laboratorio Tecno Vial Y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139
Tel: (021) 505-171 / 0981-200810
Fernando de la Mora – Paraguay

SERVICIOS DE CONSULTARÍA PARA LA ELABORACIÓN DE DISEÑO BASICO DEL TRAMO: RUTA 13 – ACCESO A COMUNIDAD INDIGENA ARROYO GUAZU. LLAMADO MOPC 82/2019 – LOTE 2 – CONTRATO SG MINISTRO 22/2019 ROVIAL S.A."

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

"INFORME FINAL"

Preparado por:
Laboratorio Tecno Vial Y Construcciones
Ing. Miguel Ángel Díaz Larrea.
Registro N°: 2980
Ingeniero Civil
Fecha del Informe: 14 de abril del 2021

Laboratorio Tecno Vial Y Construcciones

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

CONTENIDO

1 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS 3
1.1 INTRODUCCIÓN 3
1.2 ESTUDIOS GEOTECNICOS. 3
1.2.1 SUELOS DE LA TRAZA 3
1.2.2 ESTUDIOS DE MATERIALES DE PRESTAMOS 4
1.2.3 RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO 5
2 ANEXOS 5
2.1 ANEXO Nº 1: SUELOS DE LA TRAZA 6
2.1.1 PROGRESIVA 1+000 6
2.1.2 PROGRESIVA 2+000 9
2.1.3 PROGRESIVA 3+000 12
2.1.4 PROGRESIVA 4+000 15
2.2 ANEXO Nº 1: PRÉSTAMOS 18
2.2.1 PRESTAMO 19

Cristian A. Acosta
Apoderado
Tecnovial

1 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

1.1 INTRODUCCIÓN

Conforme a la Propuesta Técnica para la prestación de **"Servicios de Consultaría para la Elaboración de Diseño Básico del TRAMO: RUTA 13 – ACCESO A COMUNIDAD INDIGENA ARROYO GUAZU"**, se ejecutaron las investigaciones de campo y los ensayos correspondientes al Tramo mencionado

Las muestras fueron proveídas por el comitente, provenientes de calicatas realizadas en la traza y en sectores de préstamo identificados por el mismo.

El objetivo de este informe es presentar los resultados de los suelos de la traza y los préstamos del proyecto vial, es decir, la caracterización de los materiales a utilizar durante la construcción.

1.2 ESTUDIOS GEOTECNICOS.

En el mes de marzo del 2021 se ha procedido a la realización de las tareas de geotecnia; primero, en campo y seguidamente en laboratorio.

Las investigaciones de campo han consistido principalmente en la ejecución de calicatas a cielo abierto para la toma de muestras, la caracterización de las muestras a través de mediciones de profundidad en calicata y en la ejecución de ensayos de laboratorio de las muestras de suelo extraídas.

Para la ejecución de los ensayos de laboratorio, las muestras obtenidas en campo fueron trasladadas al laboratorio.

Todas las muestras obtenidas, fueron sometidas a ensayos de granulometría, límites de consistencia y determinación de la humedad natural, de acuerdo con los procedimientos estándares.

Posteriormente, en función de los resultados obtenidos, los suelos fueron agrupados en función de su similitud para ser sometidas a ensayos de compactación y determinación de su capacidad de soporte.

Se debe mencionar también que todos los ensayos fueron clasificados según los sistemas AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials. La Tabla 1 indica las normas empleadas para cada ensayo.

Tabla 1: Ensayos realizados

TIPO DE ENSAYO	NORMA
Contenido de humedad	ASTM D 2216
Análisis granulométrico	AASHTO T-11 y T-27
Límites de Atterberg	AASHTO T-89-90
Proctor modificado	AASHTO T-180
CBR	AASHTO T-193

Fuente: AASHTO

1.2.1 SUELOS DE LA TRAZA

El estudio consistió en la ejecución de calicatas de 1.50 m de profundidad, cada 1.000 metros a lo largo de la traza del proyecto, con extracción de muestras y análisis de laboratorio. En todos los casos se ejecutaron los ensayos de clasificación, compactación y valor soporte (CBR).

A continuación, se presenta el resumen general de los tipos de suelos predominantes en la traza del proyecto y los valores obtenidos en los ensayos CBR realizados, a considerar para el diseño de terraplenes y pavimentos. El detalle de los ensayos de clasificación o caracterización se muestra en las planillas del anexo correspondiente.

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

Descripción de la muestra			IP	Clasificación AASHO		Ensayo de Compactación		Ensayo de CBR	
Muestra	Ubicación	Descripción		Indice de	Grupo o	Densidad Maxima	Humedad Optima	Expansion	CBR
Nº			%	Grupo	Sub Grupo	Kg/m3	%	%	%
1	1+0000	Traza LD	14.2	**7**	**A-6**	**1715**	19.1	**0.3**	**6**
2	2+000	Traza LD	15.2	**5**	**A-6**	**1710**	18.4	**0.4**	**8**
3	3+000	Traza LI	16.4	**5**	**A-6**	**1730**	18.8	**0.4**	**10**
4	4+000	Traza LD	12.6	**2**	**A-6**	**1930**	13.1	**1.0**	**13**

1.2.2 ESTUDIOS DE MATERIALES DE PRESTAMOS

El estudio de préstamos consiste en la ejecución de calicatas de hasta 2,00 m de profundidad, con extracción de muestras y análisis de laboratorio. En todos los casos se ejecutaron los ensayos de clasificación, compactación y valor soporte (CBR). Ensayos que permitirán determinar las propiedades y constantes físicas de los materiales para su utilización en el terraplenado de la obra.

Debido a la falta de áreas préstamos, principalmente por los cultivos agrícolas anuales que se encuentran en forma extensiva y que dificultan la posibilidad de acceder a préstamos en dichas áreas, se realizaron algunas extracciones de muestras mediante la ejecución de calicatas, en sitios en los que fue posible acceder con la autorización de los propietarios.

La ubicación del préstamo se presenta en la siguiente figura:

Figura: Ubicación Préstamo 1

Fuente: Elaboración propia

Las muestras obtenidas en estos sitios fueron sometidas a los siguientes ensayos:

- Granulometría,
- Límite Líquido y Límite Plástico,
- Clasificación HRB (Highway Research Board),

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

A continuación, se presenta el resumen general de los tipos de suelos predominantes en las áreas de préstamo y los valores obtenidos en los ensayos CBR realizados, a considerar para el diseño de terraplenes y pavimentos. El detalle de los ensayos de clasificación o caracterización se muestra en las planillas del anexo correspondiente.

1.2.3 RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Descripción de la muestra			IP	Clasificación AASHO		Ensayo de Compactación		Ensayo de CBR	
Muestra	Ubicación	Descripción		Indice de	Grupo o	Densidad Maxima	Humedad Optima	Expansion	CBR
Nº			%	Grupo	Sub Grupo	Kg/m3	%	%	%
1	3+740	160 m del Eje - LD	6,7	0	A-2-4	2080	9,5	0	32

Como se puede apreciar en la tabla resumen, los suelos disponibles para la construcción de terraplenes son del tipo A-2-4, con capacidad soporte de 32%.

2 ANEXOS

Como documentación complementaria al presente informe, se presentan los siguientes Anexos:

- Anexo Nº 1: Suelos de la traza
- Anexo Nº 2: Préstamos

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

Laboratorio TecnoVial y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139
Tel: (021) 505-171 / 0981-200810
Fernando de la Mora – Paraguay

2.1 ANEXO Nº 1: SUELOS DE LA TRAZA

2.1.1 PROGRESIVA 1+000

Laboratorio TecnoVial

INFORME DE ENSAYO

LIMITES DE ATTERBERG

UTM: **FECHA:** 10-03-2021
PROGRESIVA: 1+000 **POZO :**
TRAMO: COMUNIDAD INDÍGENA **MUESTRA: Calicata 1**

MÉTODO: AASHTO T89-68 **LÍMITE LÍQUIDO**

	Cápsula.		N°	22	23	
2	Golpes.		N° .	32	32	
3	Peso Cáps. + Suelo Húmedo.		gr.	30,28	32,35	
4	Peso Cáps. + Suelo Seco.		gr.	24,95	26,61	
5	Peso Agua.	(3 - 4)	gr.	5,33	5,74	
6	Peso Cápsula.		gr.	7,35	7,73	
7	Peso Suelo Seco.	(4 - 6)	gr.	17,60	18,88	
8	Humedad	5/7 * 100	%	30,3	30,4	
9	Factor de Corrección			0,967	0,967	
10	Humedad Corregida		%	31,3	31,4	
11	Humedad Promedio		%	31,4		

MÉTODO: AASHTO T90-70 **LÍMITE PLÁSTICO**

	Cápsula.		N°	24	35	
2	Peso Cáps.+ Suelo Húmedo.		gr.	22,42	23,81	
3	Peso Cáps. + Suelo Seco.		gr.	20,21	21,76	
4	Peso Agua.	(2 - 3)	gr.	2,21	2,05	
5	Peso Cápsula.		gr.	8,41	8,62	
6	Peso Suelo Seco.	(3 - 5)	gr.	11,80	13,14	
7	HUMEDAD	4/6 * 100	%	18,7	15,6	
8	Humedad Promedio		%	17,2		

RESULTADOS:

LL =	31,4%
LP =	17,2%
IP =	14,2%

GRANULOMETRÍA:

Pas. # 4:	100,0%
Pas. # 10:	99,8%
Pas. # 40:	95,2%
Pas. # 200:	68,6%

Observación:

Clasificación AASHTO: A - 6 I G : 7

Ing. Miguel Díaz

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

Laboratorio TecnoVial y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139
Tel: (021) 505-171 / 0981-200810
Fernando de la Mora – Paraguay

Laboratorio TecnoVial

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

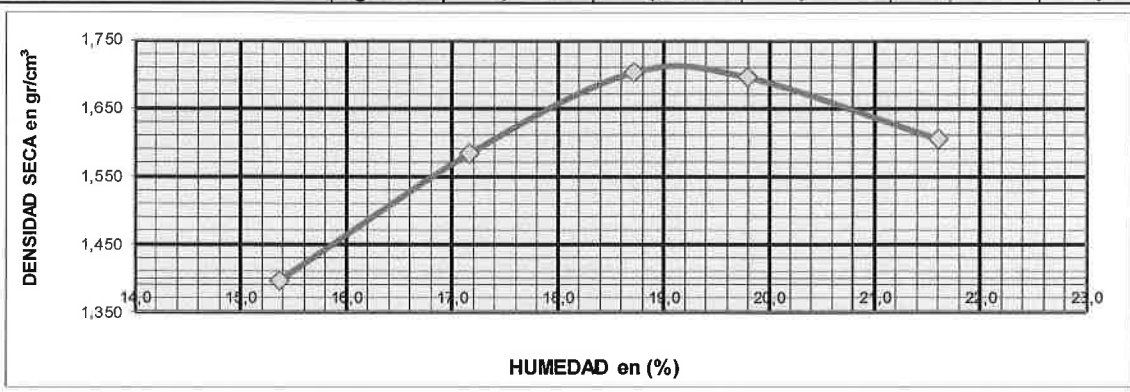
UTM: **NORMA:** AASHTO T - 99

PROGRESIVA: 1+000 **FECHA:** 10/03/2021

TRAMO: COMUNIDAD INDÍGENA **MUESTRA:** Calicata

Puntos de ensayo		1	2	3	4	5
Peso Molde + Suelo Húm.	gr.	4.000	4.245	4.410	4.420	4.340
Peso Molde	gr.	2.395	2.395	2.395	2.395	2.395
Peso Suelo Húmedo	gr.	1.605	1.850	2.015	2.025	1.945
Volúmen Molde	cm³	997,00	997,00	997,00	997,00	997,00
Densidad Húmeda	gr./cm³	**1,610**	**1,856**	**2,021**	**2,031**	**1,951**

N° de cápsula		1	2	3	4	5
Peso Total Húmedo	gr.	122,80	120,01	111,44	114,68	107,85
Peso Total Seco	gr.	108,84	105,14	96,79	98,85	92,16
Tara Cápsula	gr.	17,96	18,50	18,48	18,87	19,51
Peso del agua	gr.	13,96	14,87	14,65	15,83	15,69
Peso Suelo Seco	gr.	90,88	86,64	78,31	79,98	72,65
Contenido de agua	**%**	**15,4**	**17,2**	**18,7**	**19,8**	**21,6**
Densidad Seca	**gr./cm³**	**1,395**	**1,584**	**1,703**	**1,696**	**1,604**



RESULTADOS	
Densidad Seca Máxima (gr/cm³)	**1715**
Humedad óptima (%)	**19,1**

OBSERVACIÓN :

Ing. Miguel Díaz

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

Laboratorio TecnoVial y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139
Tel: (021) 505-171 / 0981-200810
Fernando de la Mora – Paraguay

Laboratorio TecnoVial

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE C.B.R.

MUESTRA: Calicata	**PROG.:** 1+000	**Nro. De Golpes:**	56	***NORMA:*** AASHTO T - 193
UTM:		**Nro. de Capas:**	3	***Fecha Moldeo:*** *10/03/2021*
TRAMO: COMUNIDAD INDÍGENA		**Martillo** (lbs):	5,5	***Fecha Rotura:*** *14/03/2021*

Datos de Ensayo.

Molde Nº:	***Altura:*** 112,5	***Peso del Molde (gr.):***	3870
Esp. de Compact.:	T-99	***Vol. Del Molde (gr/cm³):***	2178

Datos de Compactación.

D.M.S.: gr/cm³	1,715
Hum. Opt.:	19,1

Preparación.

1	**Molde Nº**		**6**	
2	Peso mat.+Suelo Húm.	gr.	8255	
3	Peso del Molde	gr.	3870	
4	Peso Suelo Húm.	gr.	4385	
5	Dens. Húm.	g/cm³	2,013	
6	**Cápsula Nº**		1	
7	Peso Cáps.+ S. Húm.	gr.	177,40	
8	Peso Cáps.+ S. Seco.	gr.	153,3	
9	Peso Agua.	gr.	24,10	
10	Peso Cápsula.	gr.	28,12	
11	Peso Suelo Seco.	gr.	125,18	
12	Humedad (9/11)*100)	%	19,3	
13	**Prom. de Humedad**	%	**19,3**	
14	Densidad Seca	g/cm³	1,688	
15	Dif. De Humedad.	%	0,2	
16	**Compactación.**	%	**98,4%**	

Expanción.

Día	Hora	Lect.	Expan %
0	08:30		
1	08:30	0	0,000
2	08:30	0	0,000
3	08:30	0	0,000
4	08:30	0,39	0,347

ARO DINAMOMÉTRICO.		
Aro:	**5000**	**k**
Factor:	**1,910**	**kg/Div**
Pistón:	**19,24**	**cm²**

Penetración.

Tiempo minutos	Penetrac. mm.	Lectura Deflect.	Presión Calcul.	Presión Correg.	C.B.R. %
0,5	**0,63**	20,0	1,99	-	
1	**1,27**	28,0	2,78	-	
1,5	**1,9**	36,0	3,57	-	
2	**2,54**	40,0	3,97	-	**5,6**
3	**3,81**	46,0	4,57	-	
4	**5,08**	50,0	4,96	-	**4,7**
6	**7,62**	54,0	5,36	-	
8,0	**10,16**	58,0	5,76	-	
10,0	**12,70**	62,0	6,15	-	

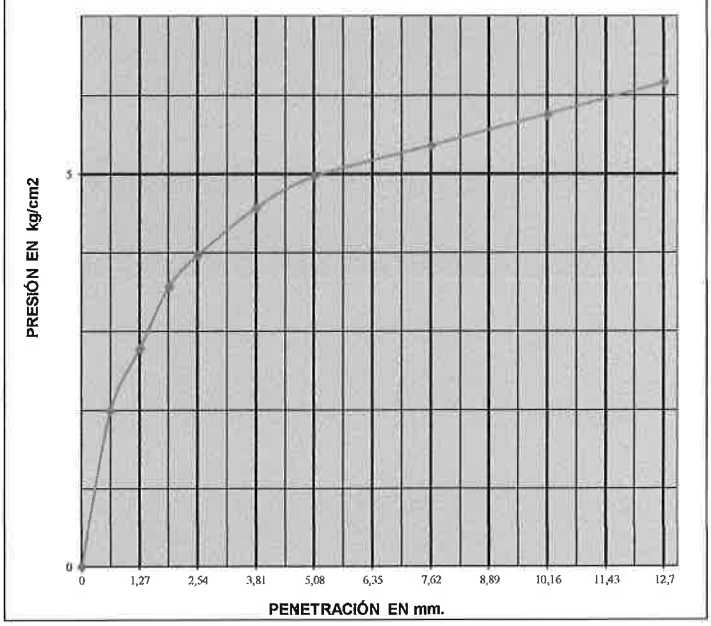
Humedad Después del Ensayo.

1	**Cápsula Nº**		**4**
2	P Cáps. + S.Húm. (gr)		113,7
3	P Cáps + S.Seco. (gr)		97,5
4	Peso Agua. (gr)		16,2
5	Peso Cápsula. (gr)		18,2
6	Peso Suelo Seco. (gr)		79,3
7	Humedad. (%)		20,4
8	Prom. Humedad (%)		**20,4**

Resúmen Del Ensayo.

Expanción Final	%	**0,3**
Humedad De Moldeo	%	**19,3**
Hum. Desp. Del Ensayo	%	**20,4**
Humedad Absorbida	%	**1,2**
C.B.R.	%	**6**

CURVA PRESIÓN-PENETRACIÓN (C.B.R.)



Observación:

Ing. Miguel Díaz

Cristian A. Acosta
Apoderado
Ravial

(CIENTO CUARENTA Y DOS) -142-

Laboratorio TecnoVial y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139
Tel: (021) 505-171 / 0981-200810
Fernando de la Mora – Paraguay

2.1.2 PROGRESIVA 2+000

Laboratorio TecnoVial

INFORME DE ENSAYO

LIMITES DE ATTERBERG

UTM: **FECHA:** 10-03-2021

PROGRESIVA: 2+000 **POZO :**

TRAMO: COMUNIDAD INDÍGENA **MUESTRA:** Calicata

MÉTODO: AASHTO T89-68 **LÍMITE LÍQUIDO**

	Cápsula.		N°	50	51	
2	Golpes.		N° .	22	22	
3	Peso Cáps. + Suelo Húmedo.		gr.	28,41	37,2	
4	Peso Cáps. + Suelo Seco.		gr.	23,18	29,58	
5	Peso Agua.	(3 - 4)	gr.	5,23	7,62	
6	Peso Cápsula.		gr.	7,71	7,20	
7	Peso Suelo Seco.	(4 - 6)	gr.	15,47	22,38	
8	Humedad	5/7 * 100	%	33,8	34,0	
9	Factor de Corrección			1,016	1,016	
10	Humedad Corregida		%	33,3	33,5	
11	Humedad Promedio		%	33,4		

MÉTODO: AASHTO T90-70 **LÍMITE PLÁSTICO**

	Cápsula.		N°	52	53	
2	Peso Cáps.+ Suelo Húmedo.		gr.	28,39	27,66	
3	Peso Cáps. + Suelo Seco.		gr.	25,43	24,68	
4	Peso Agua.	(2 - 3)	gr.	2,96	2,98	
5	Peso Cápsula.		gr.	8,74	8,62	
6	Peso Suelo Seco.	(3 - 5)	gr.	16,69	16,06	
7	HUMEDAD	4/6 * 100	%	17,7	18,6	
8	Humedad Promedio		%	18,1		

RESULTADOS:

LL =	33,4%
LP =	18,1%
IP =	15,2%

GRANULOMETRÍA:

Pas. # 4:	100,0%
Pas. # 10:	100,0%
Pas. # 40:	95,3%
Pas. # 200:	54,1%

Observación:

Clasificación AASHTO: A - 6 I G : 5

Ing. Miguel Díaz

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

Laboratorio Tecno Vial y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139
Tel: (021) 505-171 / 0981-200810
Fernando de la Mora – Paraguay

Laboratorio Tecno Vial

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

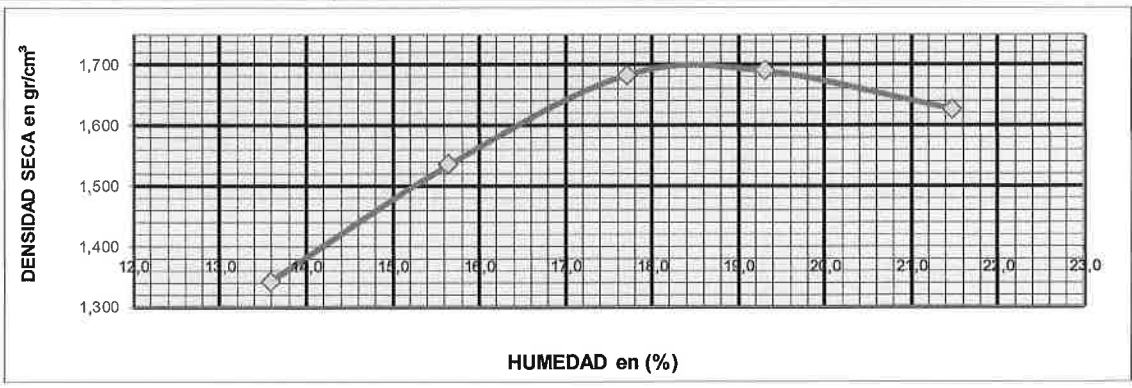
UTM: **NORMA:** AASHTO T - 99

PROGRESIVA: 2+000 **FECHA:** 10/03/2021

TRAMO: COMUNIDAD INDÍGENA **MUESTRA:** Calicata

Puntos de ensayo		1	2	3	4	5
Peso Molde + Suelo Húm.	gr.	3.915	4.165	4.370	4.405	4.365
Peso Molde	gr.	2.395	2.395	2.395	2.395	2.395
Peso Suelo Húmedo	gr.	1.520	1.770	1.975	2.010	1.970
Volúmen Molde	cm³	997,00	997,00	997,00	997,00	997,00
Densidad Húmeda	gr./cm³	**1,525**	**1,775**	**1,981**	**2,016**	**1,976**

N° de cápsula		30	31	32	33	34
Peso Total Húmedo	gr.	131,92	126,23	144,61	109,15	116,05
Peso Total Seco	gr.	118,27	111,61	127,50	95,14	98,67
Tara Cápsula	gr.	17,76	18,14	30,84	22,54	17,69
Peso del agua	gr.	13,65	14,62	17,11	14,01	17,38
Peso Suelo Seco	gr.	100,51	93,47	96,66	72,60	80,98
Contenido de agua	**%**	**13,6**	**15,6**	**17,7**	**19,3**	**21,5**
Densidad Seca	**gr./cm³**	**1,342**	**1,535**	**1,683**	**1,690**	**1,627**



RESULTADOS	
Densidad Seca Máxima (gr/cm³)	**1710**
Humedad óptima (%)	**18,4**

OBSERVACIÓN :

Ing. Miguel Díaz

Cristian A. Acosta
Apoderado
Tecnovial

Laboratorio Tecno Vial y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139
Tel: (021) 505-171 / 0981-200810
Fernando de la Mora – Paraguay

Laboratorio Tecno Vial

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE C.B.R.

MUESTRA: Calicata	**PROG.:** 2+000	**Nro. De Golpes:**	56	***NORMA:*** AASHTO T - 193
UTM:		**Nro. de Capas:**	3	***Fecha Moldeo:*** *10/03/2021*
TRAMO: COMUNIDAD INDÍGENA		**Martillo** (lbs):	5,5	***Fecha Rotura:*** *14/03/2021*

Datos de Ensayo.

Molde Nº:	***3 Altura:*** 112,5	***Peso del Molde (gr.):***	5890
Esp. de Compact.:	T-99	***Vol. Del Molde (gr/cm³):***	2115

Datos de Compactación.

D.M.S.: gr/cm³	1,710
Hum. Opt.:	18,4

Preparación.

1	**Molde Nº**		**3**	
2	Peso mat.+Suelo Húm.	gr.	10100	
3	Peso del Molde	gr.	5890	
4	Peso Suelo Húm.	gr.	4210	
5	Dens. Húm.	g/cm³	1,991	
6	**Cápsula Nº**		**61**	
7	Peso Cáps.+ S. Húm.	gr.	150,00	
8	Peso Cáps.+ S. Seco.	gr.	130,4	
9	Peso Agua.	gr.	19,60	
10	Peso Cápsula.	gr.	24,65	
11	Peso Suelo Seco.	gr.	105,75	
12	Humedad (9/11)*100)	%	18,5	
13	**Prom. de Humedad**	%	**18,5**	
14	Densidad Seca	g/cm³	1,679	
15	Dif. De Humedad.	%	0,1	
16	**Compactación.**	%	**98,2%**	

Humedad Después del Ensayo.

1	**Cápsula Nº**		**62**	
2	P Cáps. + S.Húm. (gr)		144,9	
3	P Cáps + S.Seco. (gr)		122,8	
4	Peso Agua. (gr)		22,1	
5	Peso Cápsula. (gr)		18	
6	Peso Suelo Seco. (gr)		104,8	
7	Humedad. (%)		21,1	
8	Prom. Humedad (%)		**21,1**	

Resúmen Del Ensayo.

Expanción Final	%	**0,4**
Humedad De Moldeo	%	**18,5**
Hum. Desp. Del Ensayo	%	**21,1**
Humedad Absorbida	%	**2,6**
C.B.R.	%	**8**

Expanción.

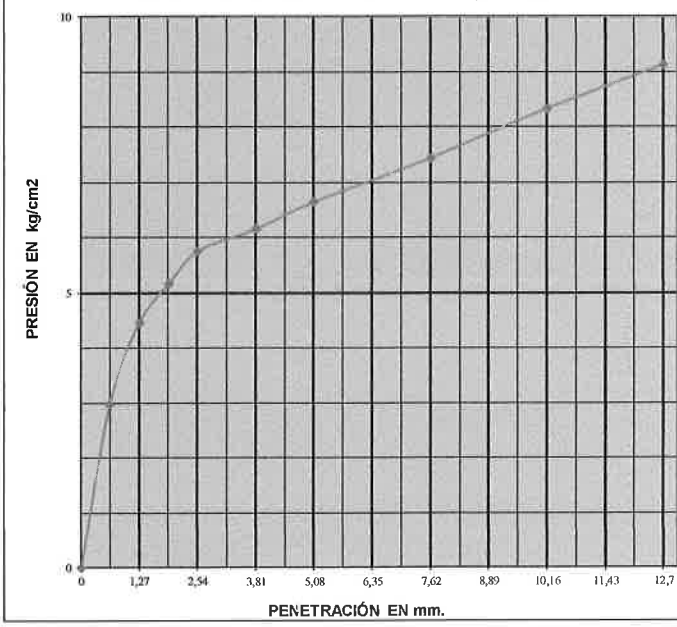
Día	Hora	Lect.	Expan.%
0	08:30		
1	08:30	0	0,000
2	08:30	0	0,000
3	08:30	0	0,000
4	08:30	0,48	0,427

ARO DINAMOMÉTRICO.		
Aro:	**5000**	**k**
Factor:	**1,910**	**kg/Div**
Pistón:	**19,24**	**cm²**

Penetración.

Tiempo	Penetrac.	Lectura	Presión		C.B.R.
minutos	mm.	Deflect.	Calcul.	Ccrreg.	%
0,5	**0,63**	30,0	2,98	-	
1	**1,27**	45,0	4,47	-	
1,5	**1,9**	52,0	5,16	-	
2	**2,54**	58,0	5,76	-	**8,2**
3	**3,81**	62,0	6,15	-	
4	**5,08**	67,0	6,65	-	**6,3**
6	**7,62**	75,0	7,45	-	
8,0	**10,16**	84,0	8,34	-	
10,0	**12,70**	92,0	9,13	-	

CURVA PRESIÓN-PENETRACIÓN (C.B.R.)



Observación:

Ing. Miguel Díaz

Cristian A. Acosta
Apoderado
Tecnovial

Laboratorio TecnoVial y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139
Tel: (021) 505-171 / 0981-200810
Fernando de la Mora – Paraguay

2.1.3 PROGRESIVA 3+000

Laboratorio TecnoVial

INFORME DE ENSAYO

LIMITES DE ATTERBERG

UTM: **FECHA:** 10-03-2021
PROGRESIVA: 3+000 **POZO :**
TRAMO: COMUNIDAD INDÍGENA **MUESTRA: Calicata**

MÉTODO: AASHTO T89-68 **LÍMITE LÍQUIDO**

	Cápsula.		N°	10	11	
2	Golpes.		N° .	**28**	**28**	
3	Peso Cáps. + Suelo Húmedo.		gr.	**38,55**	**37,67**	
4	Peso Cáps. + Suelo Seco.		gr.	**31,07**	**30,44**	
5	Peso Agua.	(3 - 4)	gr.	7,48	7,23	
6	Peso Cápsula.		gr.	7,42	7,33	
7	Peso Suelo Seco.	(4 - 6)	gr.	23,65	23,11	
8	Humedad	5/7 * 100	%	**31,6**	**31,3**	
9	Factor de Corrección			0,985	0,985	
10	Humedad Corregida		%	32,1	31,8	
11	Humedad Promedio		%	**31,9**		

MÉTODO: AASHTO T90-70 **LÍMITE PLÁSTICO**

	Cápsula.		N°	12	13	
2	Peso Cáps.+ Suelo Húmedo.		gr.	21,19	22,45	
3	Peso Cáps. + Suelo Seco.		gr.	19,2	20,56	
4	Peso Agua.	(2 - 3)	gr.	1,99	1,89	
5	Peso Cápsula.		gr.	6,33	8,50	
6	Peso Suelo Seco.	(3 - 5)	gr.	12,87	12,06	
7	HUMEDAD	4/6 * 100	%	**15,5**	**15,7**	
8	Humedad Promedio		%	**15,6**		

RESULTADOS:

LL =	31,9%
LP =	15,6%
IP =	16,4%

GRANULOMETRÍA:

Pas. # 4:	100,0%
Pas. # 10:	100,0%
Pas. # 40:	93,5%
Pas. # 200:	51,9%

Observación:

Clasificación AASHTO: A - 6 I G : 5

Ing. Miguel Díaz

Cristian A. Acosta
Apoderado
Vial

Laboratorio Tecno Vial y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139
Tel: (021) 505-171 / 0981-200810
Fernando de la Mora – Paraguay

Laboratorio Tecno Vial

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

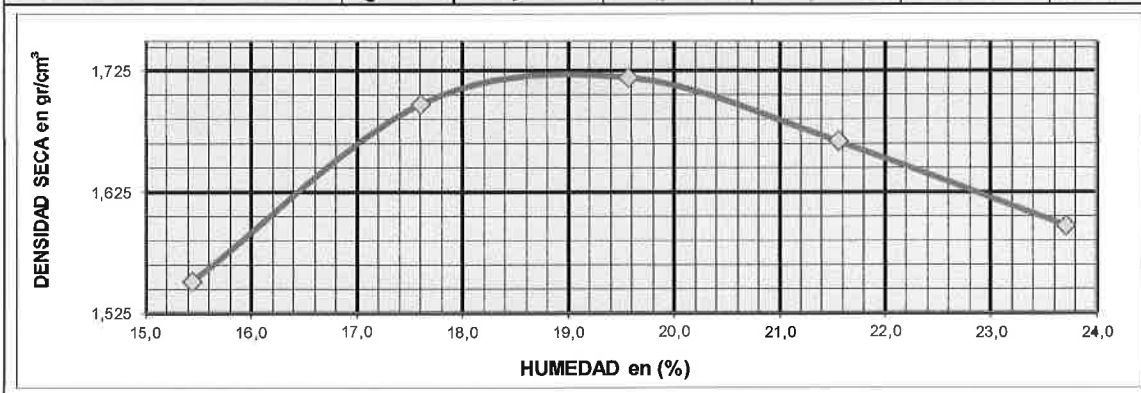
UTM: **NORMA:** AASHTO T - 99

PROGRESIVA: 3+000 **FECHA:** 10/03/2021

TRAMO: COMUNIDAD INDÍGENA **MUESTRA:** Calicata

Puntos de ensayo		1	2	3	4	5
Peso Molde + Suelo Húm.	gr.	4.180	4.385	4.445	4.415	4.365
Peso Molde	gr.	2.395	2.395	2.395	2.395	2.395
Peso Suelo Húmedo	gr.	1.785	1.990	2.050	2.020	1.970
Volúmen Molde	cm³	997,00	997,00	997,00	997,00	997,00
Densidad Húmeda	gr./cm³	**1,790**	**1,996**	**2,056**	**2,026**	**1,976**

N° de cápsula		35	36	37	38	39
Peso Total Húmedo	gr.	103,85	87,25	81,00	115,30	106,74
Peso Total Seco	gr.	92,42	76,81	70,20	98,00	90,70
Tara Cápsula	gr.	18,38	17,48	15,00	17,73	23,03
Peso del agua	gr.	11,43	10,44	10,80	17,30	16,04
Peso Suelo Seco	gr.	74,04	59,33	55,20	80,27	67,67
Contenido de agua	**%**	**15,4**	**17,6**	**19,6**	**21,6**	**23,7**
Densidad Seca	**gr./cm³**	**1,551**	**1,697**	**1,720**	**1,667**	**1,597**



RESULTADOS	
Densidad Seca Máxima (gr/cm³)	**1730**
Humedad óptima (%)	**18,8**

OBSERVACIÓN :

Ing. Miguel Díaz

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

Laboratorio Tecno Vial y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139
Tel: (021) 505-171 / 0981-200810
Fernando de la Mora – Paraguay

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE C.B.R.

MUESTRA: Calicata	**PROG.:** 3+000	**Nro. De Golpes:**	56	***NORMA:*** AASHTO T - 193
UTM:		**Nro. de Capas:**	3	***Fecha Moldeo:*** *10/03/2021*
TRAMO: COMUNIDAD INDÍGENA		**Martillo** (lbs):	5,5	***Fecha Rotura:*** *14/03/2021*

Datos de Ensayo.

Molde Nº:	***2***	***Altura:***	112,5
Esp. de Compact.:	T-99		

Peso del Molde (gr.):	5750
Vol. Del Molde (gr/cm³):	2139

Datos de Compactación.

D.M.S.: gr/cm³	1,730
Hum. Opt.:	18,8

Preparación.

1	**Molde Nº**		**2**
2	Peso mat.+Suelo Húm.	gr.	10065
3	Peso del Molde	gr.	5750
4	Peso Suelo Húm.	gr.	4315
5	Dens. Húm.	g/cm³	2,017
6	**Cápsula Nº**		**63**
7	Peso Cáps.+ S. Húm.	gr.	161,10
8	Peso Cáps.+ S. Seco.	gr.	139
9	Peso Agua.	gr.	22,10
10	Peso Cápsula.	gr.	20,95
11	Peso Suelo Seco.	gr.	118,05
12	Humedad (9/11)*100)	%	18,7
13	**Prom. de Humedad**	%	**18,7**
14	Densidad Seca	g/cm³	1,699
15	Dif. De Humedad.	%	-0,1
16	**Compactación.**	%	**98,2%**

Expanción.

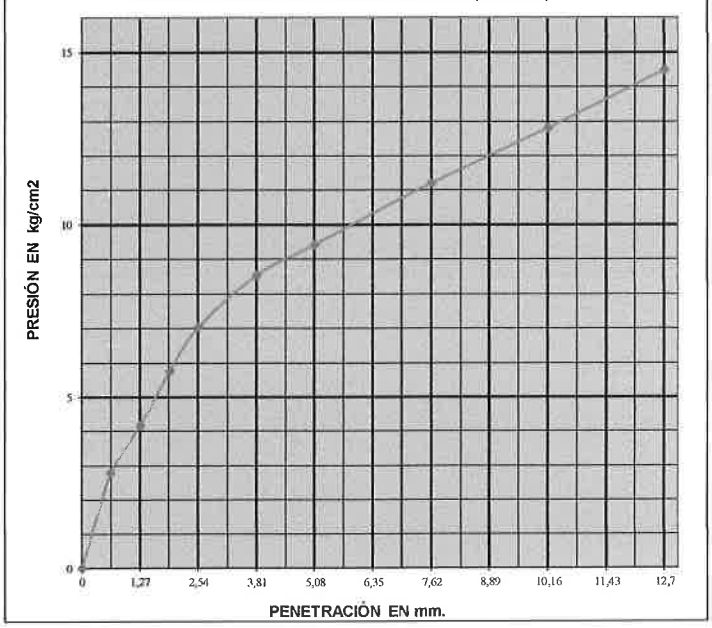
Día	Hora	Lect.	Expan,%
0	08:30		
1	08:30	0	0,000
2	08:30	0	0,000
3	08:30	0	0,000
4	08:30	0,45	0,400

ARO DINAMOMÉTRICO.		
Aro:	**5000**	**k**
Factor:	**1,910**	**kg/Div**
Pistón:	**19,24**	**cm²**

Penetración.

Tiempo minutos	Penetrac. mm.	Lectura Deflect.	Presión Calcul.	Presión Correg.	C.B.R. %
0,5	**0,63**	28,0	2,78	-	
1	**1,27**	42,0	4,17	-	
1,5	**1,9**	58,0	5,76	-	
2	**2,54**	71,0	7,05	-	**10,0**
3	**3,81**	86,0	8,54	-	
4	**5,08**	95,0	9,43	-	**8,9**
6	**7,62**	113,0	11,22	-	
8,0	**10,16**	129,0	12,81	-	
10,0	**12,70**	146,0	14,49	-	

CURVA PRESIÓN-PENETRACIÓN (C.B.R.)



Humedad Después del Ensayo.

1	**Cápsula Nº**		**64**
2	Peso Cáps. + S.Húm. (gr)		85,3
3	Peso Cáps + S.Seco. (gr)		73,7
4	Peso Agua. (gr)		11,6
5	Peso Cápsula. (gr)		16
6	Peso Suelo Seco. (gr)		57,7
7	Humedad. (%)		20,1
8	Prom. Humedad (%)		**20,1**

Resúmen Del Ensayo.

Expanción Final	%	**0,4**
Humedad De Moldeo	%	**18,7**
Hum. Desp. Del Ensayo	%	**20,1**
Humedad Absorbida	%	**1,4**
C.B.R.	%	**10**

Observación:

Ing. Miguel Díaz

Cristian A. Acosta
Apoderado
Tecnovial

(CIENTO CUARENTA Y OCHO) -148-

Laboratorio Tecno Vial y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139
Tel: (021) 505-171 / 0981-200810
Fernando de la Mora – Paraguay

2.1.4 PROGRESIVA 4+000

Laboratorio Tecno Vial

INFORME DE ENSAYO

LIMITES DE ATTERBERG

UTM: **FECHA:** 10-03-2021
PROGRESIVA: 4+000 **POZO :**
TRAMO: COMUNIDAD INDÍGENA **MUESTRA: Calicata**

MÉTODO: AASHTO T89-68 **LÍMITE LÍQUIDO**

1	**Cápsula.**		**N°**	**14**	**15**	
2	Golpes.		**N°.**	**20**	**20**	
3	Peso Cáps. + Suelo Húmedo.		**gr.**	**32,62**	**36,97**	
4	Peso Cáps. + Suelo Seco.		**gr.**	**26,9**	**30,26**	
5	Peso Agua.	(3 - 4)	**gr.**	5,72	6,71	
6	Peso Cápsula.		**gr.**	7,67	7,56	
7	Peso Suelo Seco.	(4 - 6)	**gr.**	19,23	22,70	
8	Humedad	5/7 * 100	**%**	**29,7**	**29,6**	
9	Factor de Corrección			1,029	1,029	
10	Humedad Corregida		**%**	28,9	28,7	
11	Humedad Promedio		**%**	**28,8**		

MÉTODO: AASHTO T90-70 **LÍMITE PLÁSTICO**

1	**Cápsula.**		**N°**	**16**	**20**	
2	Peso Cáps.+ Suelo Húmedo.		**gr.**	23,84	22,61	
3	Peso Cáps. + Suelo Seco.		**gr.**	21,76	20,55	
4	Peso Agua.	(2 - 3)	**gr.**	2,08	2,06	
5	Peso Cápsula.		**gr.**	8,98	7,75	
6	Peso Suelo Seco.	(3 - 5)	**gr.**	12,78	12,80	
7	HUMEDAD	4/6 * 100	**%**	**16,3**	**16,1**	
8	Humedad Promedio		**%**	**16,2**		

RESULTADOS:

LL =	28,8%
LP =	16,2%
IP =	12,6%

GRANULOMETRÍA:

Pas. # 4:	100,0%
Pas. # 10:	100,0%
Pas. # 40:	86,1%
Pas. # 200:	47,8%

Observación:

Clasificación AASHTO: A - 6 I G : 2

Ing. Miguel Díaz

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

Laboratorio Tecno Vial y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139
Tel: (021) 505-171 / 0981-200810
Fernando de la Mora – Paraguay

Laboratorio Tecno Vial

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

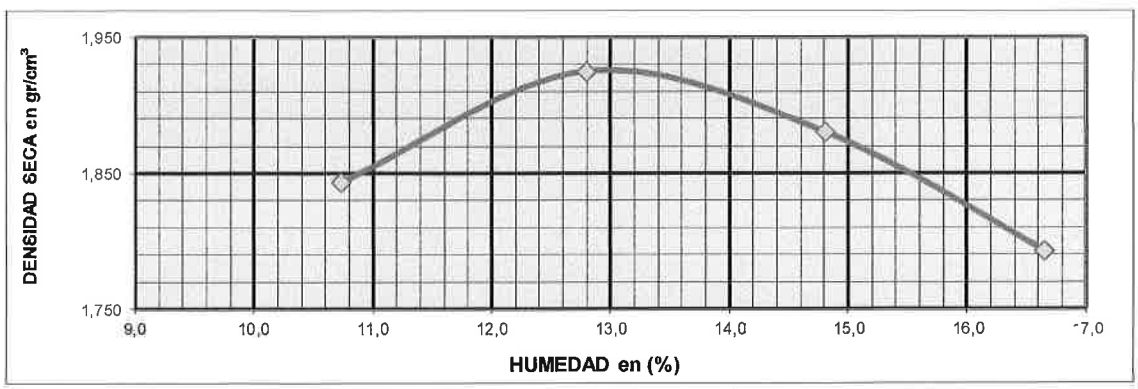
UTM: **NORMA:** AASHTO T - 99

PROGRESIVA: 4+000 **FECHA:** 10/03/2021

TRAMO: COMUNIDAD INDÍGENA **MUESTRA:** Calicata

Puntos de ensayo		1	2	3	4
Peso Molde + Suelo Húm.	gr.	4.430	4.560	4.547	4.480
Peso Molde	gr.	2.395	2.395	2.395	2.395
Peso Suelo Húmedo	gr.	2.035	2.165	2.152	2.085
Volúmen Molde	cm³	997,00	997,00	997,00	997,00
Densidad Húmeda	gr./cm³	**2,041**	**2,172**	**2,158**	**2,091**

N° de cápsula		39	40	41	42
Peso Total Húmedo	gr.	118,61	147,15	96,62	109,98
Peso Total Seco	gr.	108,84	133,96	86,44	96,85
Tara Cápsula	gr.	17,76	30,84	17,69	17,96
Peso del agua	gr.	9,77	13,19	10,18	13,13
Peso Suelo Seco	gr.	91,08	103,12	68,75	78,89
Contenido de agua	**%**	**10,7**	**12,8**	**14,8**	**16,6**
Densidad Seca	**gr./cm³**	**1,843**	**1,925**	**1,880**	**1,793**



RESULTADOS	
Densidad Seca Máxima (gr/cm³)	**1930**
Humedad óptima (%)	**13,1**

OBSERVACIÓN :

Ing. Miguel Díaz

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

(CIENTO CINCUENTA) -150-

Laboratorio TecnoVial y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139
Tel: (021) 505-171 / 0981-200810
Fernando de la Mora – Paraguay

Laboratorio TecnoVial

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE C.B.R.

MUESTRA: Calicata	**PROG.:** 4+000	**Nro. De Golpes:**	56	***NORMA:*** AASHTO T - 193
UTM:		**Nro. de Capas:**	3	***Fecha Moldeo:*** *10/03/2021*
TRAMO: COMUNIDAD INDÍGENA		**Martillo** (lbs):	5,5	***Fecha Rotura:*** *14/03/2021*

Datos de Ensayo.

Molde Nº:	***11***	***Altura:***	112,5
Esp. de Compact.:	T-99		

Peso del Molde (gr.):	4225
Vol. Del Molde (gr/cm³):	2161

Datos de Compactación.

D.M.S.: gr/cm³	1,930
Hum. Opt.:	13,1

Preparación.

1	**Molde Nº**		**11**
2	Peso mat.+Suelo Húm.	gr.	8905
3	Peso del Molde	gr.	4225
4	Peso Suelo Húm.	gr.	4680
5	Dens. Húm.	g/cm³	2,166
6	**Cápsula Nº**		**65**
7	Peso Cáps.+ S. Húm.	gr.	201,40
8	Peso Cáps.+ S. Seco.	gr.	181
9	Peso Agua.	gr.	20,40
10	Peso Cápsula.	gr.	26,55
11	Peso Suelo Seco.	gr.	154,45
12	Humedad (9/11)*100)	%	13,2
13	**Prom. de Humedad**	%	**13,2**
14	Densidad Seca	g/cm³	1,913
15	Dif. De Humedad.	%	0,1
16	**Compactación.**	%	**99,1%**

Expanción.

Día	Hora	Lect.	Expan.%
0	08:30		
1	08:30	0	0,000
2	08:30	0	0,000
3	08:30	0	0,000
4	08:30	0,35	0,311

ARO DINAMOMÉTRICO.		
Aro:	**5000**	**k**
Factor:	**1,910**	**kg/Div**
Pistón:	**19,24**	**cm²**

Penetración.

Tiempo	Penetrac.	Lectura	Presión		C.B.R.
minutos	mm.	Deflect.	Calcul.	Carreg.	%
0,5	**0,63**	38,0	3,77	-	
1	**1,27**	63,0	6,25	-	
1,5	**1,9**	78,0	7,74	-	
2	**2,54**	90,0	8,93	-	**12,7**
3	**3,81**	105,0	10,42	-	
4	**5,08**	115,0	11,42	-	**10,8**
6	**7,62**	132,0	13,10	-	
8,0	**10,16**	147,0	14,59	-	
10,0	**12,70**	160,0	15,88	-	

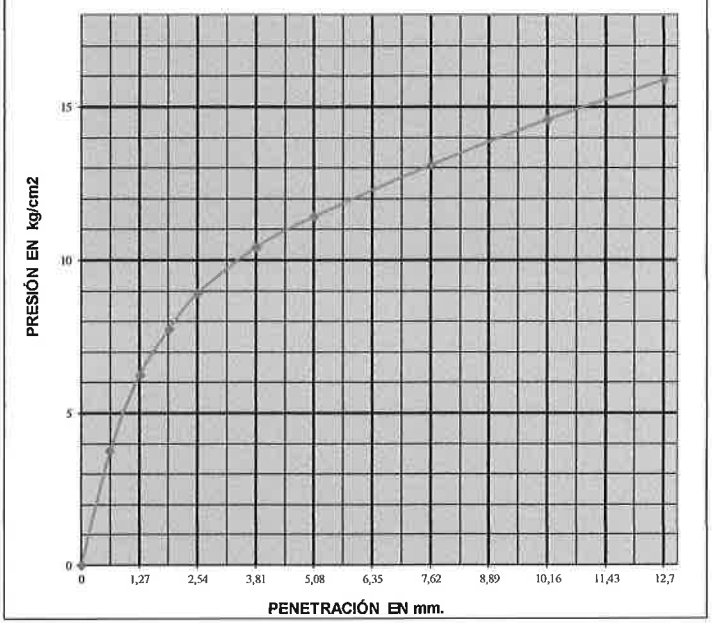
Humedad Después del Ensayo.

1	**Cápsula Nº**		**66**
2	P Cáps. + S.Húm. (gr)		155
3	P Cáps + S.Seco. (gr)		139,2
4	Peso Agua. (gr)		15,8
5	Peso Cápsula. (gr)		28
6	Peso Suelo Seco. (gr)		111,2
7	Humedad. (%)		14,2
8	Prom. Humedad (%)		**14,2**

Resúmen Del Ensayo.

Expanción Final	%	**0,3**
Humedad De Moldeo	%	**13,2**
Hum. Desp. Del Ensayo	%	**14,2**
Humedad Absorbida	%	**1,0**
C.B.R.	%	**13**

CURVA PRESIÓN-PENETRACIÓN (C.B.R.)



Observación:

Ing. Miguel Díaz

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

Laboratorio Tecno Vial y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139

Tel: (021) 505-171 / 0981-200810

Fernando de la Mora – Paraguay

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

2.2 ANEXO Nº 1: PRÉSTAMOS

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS

Descripción de la muestra					% Que Pasa Tamiz U.S.S.			Limites de Consistencia			Clasificación AASHO		Ensayo de Compactación		Ensayo de CBR			
Muestra	Sondeo	Profundidad	Ubicación	Descripción	Nº						Indice	Grupo	Densidad	Humedad	Densidad	Humedad	Expan	CBR
	O	m.						LL	LP	IP	de	o	Maxima	Optima	de	Moldeo	sion	
Nº	Pozo Nº				10	40	200	%	%	%	Grupo	Sub Grupo	Kg/m3	%	Moldeo	%	%	%
1	Préstamo	0,00 - 2,00	3+740	160 m del Eje - LD	99,9	85,9	31,1	17,8	11,1	6,7	0	A-2-4	2080	9,5	2071	9,5	0	32

OBSERVACIONES

OBRA: Tramo

FECHA: 15/3/2021 PLANILLA Nº

CALCULO: VERIFICO M. DÍAZ

Laboratorio Tecno Vial

Laboratorio TecnoVial y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139
Tel: (021) 505-171 / 0981-200810
Fernando de la Mora – Paraguay

2.2.1 PRESTAMO

Laboratorio TecnoVial

INFORME DE ENSAYO

LIMITES DE ATTERBERG

UTM: **FECHA:** 10/03/2021
PROGRESIVA: Prestamo 1 **POZO :** C1
TRAMO: COMUNIDAD INDÍGENA **MUESTRA:** Calicata 1

MÉTODO: AASHTO T89-68 **LÍMITE LÍQUIDO**

	Cápsula.		N°	1	2	3
2	Golpes.		N° .	20	24	26
3	Peso Cáps. + Suelo Húmedo.		gr.	38,76	39,57	39,23
4	Peso Cáps. + Suelo Seco.		gr.	34,78	35,81	35,59
5	Peso Agua.	(3 - 4)	gr.	3,98	3,76	3,64
6	Peso Cápsula.		gr.	14,12	14,11	13,07
7	Peso Suelo Seco.	(4 - 6)	gr.	20,66	21,70	22,52
8	Humedad	5/7 * 100	%	**19,3**	**17,3**	**16,2**
9	Factor de Corrección			1,029	1,005	0,995
10	Humedad Corregida		%	18,7	17,2	16,3
11	Humedad Promedio		%		**17,4**	

MÉTODO: AASHTO T90-70 **LÍMITE PLÁSTICO**

	Cápsula.		N°	4	5	
2	Peso Cáps.+ Suelo Húmedo.		gr.	19,23	20,83	
3	Peso Cáps. + Suelo Seco.		gr.	18,72	20,10	
4	Peso Agua.	(2 - 3)	gr.	0,51	0,73	
5	Peso Cápsula.		gr.	14,13	13,54	
6	Peso Suelo Seco.	(3 - 5)	gr.	4,59	6,56	
7	HUMEDAD	4/6 * 100	%	**11,1**	**11,1**	
8	Humedad Promedio		%		**11,1**	

RESULTADOS:

LL =	17,4%
LP =	11,1%
IP =	6,3%

GRANULOMETRÍA:

Pas. # 4:	100,0%
Pas. # 10:	99,9%
Pas. # 40:	85,9%
Pas. # 200:	31,1%

Observacion :

Clasificación AASHTO: A -2 - 4 I G : 0

Ing. Miguel Díaz

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

Laboratorio TecnoVial y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139
Tel: (021) 505-171 / 0981-200810
Fernando de la Mora – Paraguay

Laboratorio TecnoVial

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

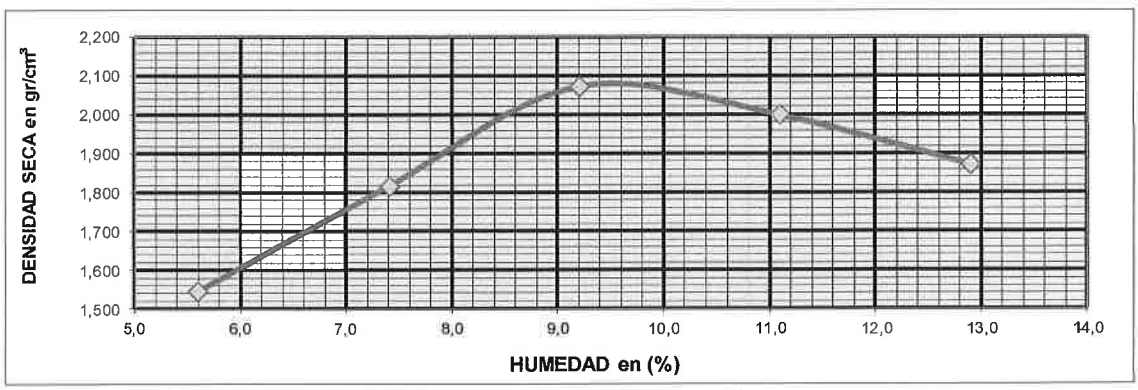
UTM: **NORMA: AASHTO T - 180**

PROGRESIVA: Prestamo 1 **FECHA:** 10 /03/ 2021

TRAMO: COMUNIDAD INDÍGENA **MUESTRA:** Calicata 1

Puntos de ensayo		1	2	3	4	5
Peso Molde + Suelo Húm.	gr.	3.422	3.720	4.010	3.970	3.870
Peso Molde	gr.	1.905	1.905	1.905	1.905	1.905
Peso Suelo Húmedo	gr.	1.517	1.815	2.105	2.065	1.965
Volúmen Molde	cm³	930,00	930,00	930,00	930,00	930,00
Densidad Húmeda	gr./cm³	**1,631**	**1,952**	**2,263**	**2,220**	**2,113**

N° de cápsula		1	2	3	4	5
Peso Total Húmedo	gr.	98,77	99,45	99,76	99,01	98,43
Peso Total Seco	gr.	95,03	94,50	93,75	91,90	90,61
Tara Cápsula	gr.	28,19	27,64	28,41	27,82	29,99
Peso del agua	gr.	3,74	4,95	6,01	7,11	7,82
Peso Suelo Seco	gr.	66,84	66,86	65,34	64,08	60,62
Contenido de agua	%	**5,6**	**7,4**	**9,2**	**11,1**	**12,9**
Densidad Seca	gr./cm³	**1,545**	**1,817**	**2,073**	**1,999**	**1,871**



RESULTADOS	
Densidad Seca Máxima (gr/cm³)	**2080**
Humedad óptima (%)	**9,5**

OBSERVACIÓN :

Ing. Miguel Díaz

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

Laboratorio TecnoVial y Construcciones

Cnel. Rogelio Benítez Nº 1139
Tel: (021) 505-171 / 0981-200810
Fernando de la Mora – Paraguay

Laboratorio TecnoVial

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE C.B.R.

MUESTRA: Préstamo 1	**PROG.:** 3+740	**Nro. De Golpes:**	56	***NORMA:*** AASHTO T - 193
UTM:		**Nro. de Capas:**	5	***Fecha Moldeo:*** *10/03/2021*
TRAMO: COMUNIDAD INDÍGENA		**Martillo (lbs):**	5,5	***Fecha Rotura:*** *14/03/2021*

Datos de Ensayo.

Molde Nº:	***5 Altura:*** 117,1	***Peso del Molde (gr.):***	5430
Esp. de Compact.:	T-99	***Vol. Del Molde (gr/cm³):***	2146

Datos de Compactación.

D.M.S.: gr/cm³	2,080
Hum. Opt.:	9,5

Preparación.

1	**Molde Nº**		**5**	
2	Peso mat.+Suelo Húm.	gr.	10300	
3	Peso del Molde	gr.	5430	
4	Peso Suelo Húm.	gr.	4870	
5	Dens. Húm.	g/cm³	2,267	
6	**Cápsula Nº**		**1**	**2**
7	Peso Cáps.+ S. Húm.	gr.	99,55	99,02
8	Peso Cáps.+ S. Seco.	gr.	93,36	92,89
9	Peso Agua.	gr.	6,19	6,13
10	Peso Cápsula.	gr.	28,19	27,64
11	Peso Suelo Seco.	gr.	65,17	65,25
12	Humedad (9/11)*100)	%	9,5	9,4
13	**Prom. de Humedad**	%	**9,4**	
14	Densidad Seca	g/cm³	2,072	
15	Dif. De Humedad.	%	-0,1	
16	**Compactación.**	%	**99,6%**	

Expanción.

Día	Hora	Lect.	Expan.%
0	11:00		
1	11:00	0	0,000
2	11:00	0	0,000
3	11:00	0	0,000
4	11:00	0	0,000

ARO DINAMOMÉTRICO.		
Aro:	**1000**	**k**
Factor:	**0,458**	**kg/Div**
Pistón:	**19,24**	**cm²**

Penetración.

Tiempo minutos	Penetrac. mm.	Lectura Deflect.	Presión Calcul.	Presión Correg.	C.B.R. %
0,5	**0,63**	400,0	9,52	-	
1	**1,27**	550,0	13,09	-	
1,5	**1,9**	760,0	18,09	-	
2	**2,54**	950,0	22,61	22,6	**32,2**
3	**3,81**	1150,0	27,38	-	
4	**5,08**	1350,0	32,14	32,1	**30,5**
6	**7,62**	1470,0	34,99	-	
8,0	**10,16**	1560,0	37,14	-	
10,0	**12,70**	1600,0	38,09	-	

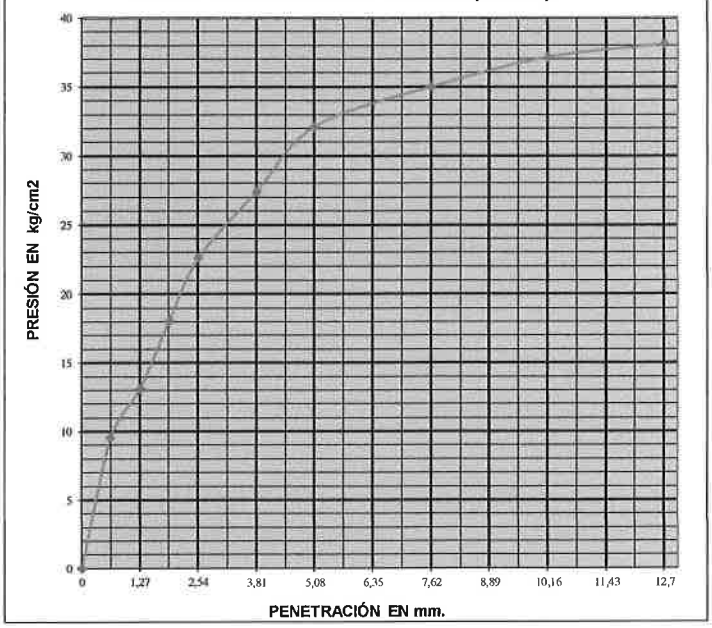
Humedad Después del Ensayo.

1	**Cápsula Nº**	**1**	**2**	**3**
2	P Cáps. + S.Húm. (gr)	99,63	98,21	99,87
3	P Cáps + S.Seco. (gr)	93,37	92,09	93,61
4	Peso Agua (gr)	6,26	6,12	6,26
5	Peso Cápsula (gr)	28,19	27,64	28,41
6	Peso Suelo Seco. (gr)	65,18	64,45	65,20
7	Humedad (%)	9,6	9,5	9,6
8	Prom. Humedad (%)	**9,6**		

Resúmen Del Ensayo.

Expanción Final	%	**0,0**
Humedad De Moldeo	%	**9,4**
Hum. Desp. Del Ensayo	%	**9,6**
Humedad Absorbida	%	**0,1**
C.B.R.	%	**32**

CURVA PRESIÓN-PENETRACIÓN (C.B.R.)



Observación:

Ing. Miguel Díaz

Cristian A. Acosta
Apoderado
Sovial

(CIENTO CINCUENTA Y CINCO) -155-

ANEXO N° 3:

Estudios Hidráulicos e Hidrológicos.

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

1 INTRODUCCION

El presente documento corresponde al desarrollo de los Estudios Hidrológicos e Hidráulicos dentro del marco de ejecución del Tramo Ruta 13 – Acceso a Comunidad Indígena Arroyo Guazú, a cargo de la empresa contratista ROVIAL S.A., de acuerdo a los Términos de Referencia del Contrato SG Ministro No. 22/2020.

1.1 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

Con el objetivo de dimensionar las obras de drenaje de la traza, en correspondencia con los caudales de proyecto, fueron realizados los Estudios Hidrológicos, buscando identificar el régimen pluviométrico y la naturaleza de las precipitaciones más intensas de la región, habiendo consecuentemente establecido las características de escurrimiento superficial de las cuencas hidrográficas interceptadas por la traza.

Para la elaboración de los Estudios Hidrológicos fue desarrollada la siguiente metodología:

a. Preparación de cartografía del área de estudio:
   - Incorporación de planos de topografía sobre mapa base del área, el cual consiste en datos de Estadísticas y Censo (DGEEC) y ortofoto cartas escala 1:25.000 con datos de elevación digital (DEM, SRTM con grilla de 90 m).
   - Identificación de puntos críticos en relevamiento topográfico, como ser: coordenadas y cotas de alcantarillas existentes, puntos de divisoria de aguas, zonas altas y bajas, de cambio de pendiente; límites de calles y progresivas.
b. Cálculo de caudales para cada obra (alcantarillas y cunetas). En las cuencas menores a 2 km² se calcula el caudal mediante el Método Racional, mientras que para las cuencas superiores a 2 km² se utiliza el Método del Hidrograma Unitario del SCS.

Se utilizan las curvas IDF de la estación meteorológica de Ciudad del Este (Aeropuerto Guaraní), desarrollada por la Facultad de Ingeniería de la UNA/DINAC actualizada al año 2009 por *Cuevas-Rolón*, para la selección de la intensidad de precipitación. La elección de la estación meteorológica, se debe a la cercanía con el sitio de emplazamiento del proyecto.

1.1.1 Periodos de Recurrencia.

La "Frecuencia" de lluvia es el número de veces que una precipitación de cierta magnitud es igualada o excedida en un determinado número de años.

El Intervalo de recurrencia o Tiempo de retorno (TR) es una expresión numérica de la frecuencia y es el máximo tiempo medio que transcurre entre dos eventos que igualan o sobrepasan un valor dado.

Al decir que una intensidad de lluvia tiene una frecuencia de N años, no significa que la misma ocurrirá necesariamente una vez cada N años si no que, por término medio, la misma acontecerá una vez cada N años inclusive dentro de un mismo año.

Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

Los períodos de recurrencia para el cálculo de los caudales de proyecto fueron establecidos en función a la importancia relativa de cada tipo de obra a dimensionar.

TIPO DE OBRA	TR
Obras de Drenajes Superficiales	5 años
Alcantarillas de Hormigón trabajando como CANAL	20 años

1.1.2 Estudios de Cuencas.

La determinación de los caudales a cada una de las obras de drenaje del proyecto requiere la correcta delimitación de las cuencas de aporte. La delimitación de cuencas se realiza sobre curvas de nivel generadas a partir de grillas de elevación digital; actualmente se dispone de varias fuentes, entre las que se citan el Modelo de Elevación Digital Global ASTER (ASTER GDEM), con celdas de 30 x 30 m, y la Base de Datos de Elevación Digital SRTM, con celdas de 90 m. Si bien los datos de ASTER GDEM poseen mayor resolución, las curvas de nivel generadas a partir de los datos SRTM presentan mayor coherencia, y resulta más fácil llevar a cabo las tareas de delimitación de cuencas.

Las herramientas de hidro-informática disponibles en los Sistemas de Información Geográfico actuales permiten llevar a cabo delimitaciones automáticas de cuencas; sin embargo, esto no es recomendable para el caso de proyectos viales, ya que en muchas ocasiones se debe incorporar la experiencia y el juicio del ingeniero para optimizar las obras.

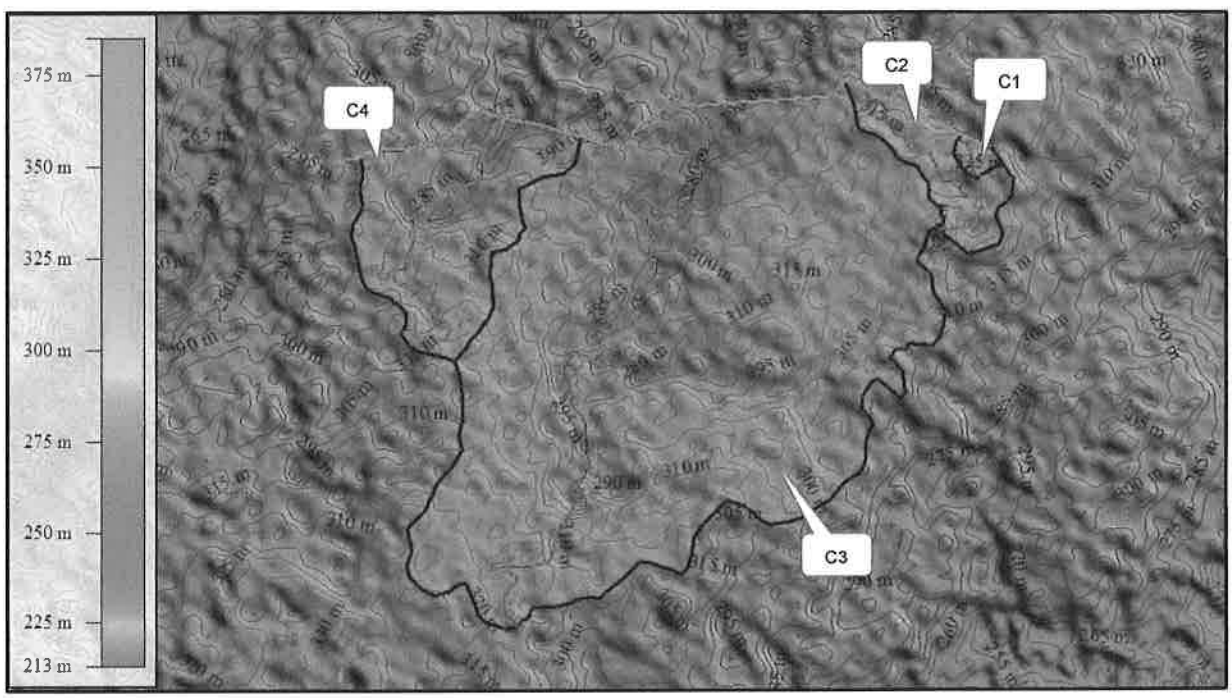


Figura 1 Cuencas estudiadas en el Tramo Ruta 13 - Acceso a Comunidad Indígena Arroyo Guazú

Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Cristian A. Acosta
Apoderado
Vial

1.1.3 Escorrentía.

La escorrentía consiste en el proceso de transformación de lluvia a caudal. En este proceso, los principales elementos a considerar son aquellos relacionados con la forma y dimensión de la cuenca (pendiente, área, longitud, forma, Tiempo de Concentración), la cobertura y uso del suelo en la Cuenca.

El cálculo de caudales se ha realizado con el Método Racional, atendiendo que las cuencas no presentan superficies mayores a 2,0 km^2.

El parámetro Tc (Tiempo de Concentración), se calcula mediante la Ecuación del DNOS (Dirección de Obras Sanitarias del Estado, Brasil), el cual se explica con suficiente detalle en el Manual de Hidrología Básica del DNIT (Departamento de Infraestructura y Transporte, Brasil). Los parámetros para el cálculo del Tc, tal como área de la cuenca, pendiente, longitud del escurrimiento superficial, se obtienen mediante operaciones con SIG sobre el modelo de elevación digital utilizado (SRTM).

1.1.3.1 Tiempo de Concentración.

El tiempo de concentración Tc, también conocido como tiempo de equilibrio de la cuenca, es un parámetro necesario para la determinación del caudal. Para las cuencas pequeñas, cuyos caudales se calculan con el Método Racional, el Tc se utiliza para la selección de la intensidad máxima de precipitación. En el caso de cuencas mayores en los que el caudal se calcula mediante el Hidrograma Unitario, el Tc es un parámetro que determina la forma del Hidrograma, y se lo utiliza para la construcción de un Hidrograma sintético.

El tiempo de concentración de una cuenca se encuentra en función de la pendiente media, la longitud del cauce, la forma de la cuenca, la cobertura del suelo y en menor escala de otros parámetros fisiográficos. Existen diversas ecuaciones o metodologías para la determinación del Tc, la mayoría de los cuales fueron desarrolladas de manera empírica para cuencas específicas; por esto se recomienda tomar esta variable con cuidado, y en caso de existir información adicional, ajustar los Tc de forma a obtener caudales que coincidan con la realidad.

Para este estudio se utiliza la ecuación de DNOS, explicado en el manual del DNIT (Manual de Hidrología Básica para Estructuras de Drenaje, del Ministerio de Infraestructura y Transportes, Brasil):

Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Cristian A. Acosta
Apoderado
Revial

Fórmula do DNOS

$$T_c = \frac{10}{K} \cdot \frac{A^{0,3} \cdot L^{0,2}}{I^{0,4}}$$

sendo, T_c = tempo de concentração, em minutos,

A = área da bacia, em ha;

L = comprimento do curso d'água, em m;

I = declividade, em %; e

K = depende das características da bacia, conforme descrito em seguida:

- Terreno areno-argiloso, coberto de vegetação intensa, elevada absorção ..... K=2,0
- Terreno comum, coberto de vegetação, absorção apreciável ..... K=3,0
- Terreno argiloso, coberto de vegetação, absorção média ..... K=4,0
- Terreno argiloso de vegetação média, pouca absorção ..... K=4,5
- Terreno com rocha, escassa vegetação, baixa absorção ..... K=5,0
- Terreno rochoso, vegetação rala, reduzida absorção ..... K=5,5

Para condições médias, com K= 4,0, resultou, na média, uma velocidade de 4,9 km/h para bacias pequenas e 5,7 km/h para bacias maiores, portanto aceitável para qualquer tamanho de bacia.

Figura 2 Cálculo del Tiempo de Concentración mediante fórmula de DNOS (del DNIT)

1.1.3.2 Coeficiente de Almacenamiento.

El coeficiente de almacenamiento es un índice del almacenamiento temporal del exceso de precipitación en la cuenca, mientras el agua va drenando al punto de salida de la misma. El Manual de Referencias Técnicas del HEC-HMS (Año 2000) establece en su capítulo 6, que en vista a que este parámetro tiene unidades de tiempo, físicamente tiene solamente un significado cualitativo.

En vista al sentido cualitativo de este parámetro expresado en horas, el almacenamiento temporal de la cuenca dependerá del tipo de cuenca en consideración, la pendiente, el tipo de suelo y los indicios de almacenamiento que se puedan observar en imágenes satelitales. Existen diversas fórmulas empíricas desarrolladas por distintos autores, que buscan explicar el fenómeno del almacenamiento temporal en cuencas. Para el presente estudio, se utiliza el criterio de (Russel et al., 1979) que establece una sencilla relación entre el Coeficiente de Almacenamiento y el Tiempo de Concentración: $Ca = \alpha \times Tc$

Donde:

Ca: coeficiente de almacenamiento.

Tc: tiempo de concentración.

α: factor que depende de ciertas características de la cuenca

TIPO DE CUENCA	α
En general	0.8 ~ 1.2
Urbana	1.1 ~ 2.1
Natural	1.5 ~ 2.8
Montañosa	8 ~ 12

Para el presente estudio, se utiliza el valor α=1,0.

Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial

1.1.3.3 Determinación de los Coeficientes para Cálculo de Infiltración (C).

El escurrimiento se genera a partir de la porción de precipitación que no infiltra en el suelo. La capacidad de infiltración del suelo depende del tipo de suelo y la cobertura sobre el mismo (uso del suelo). En el caso del Método Racional, este proceso se describe mediante el Coeficiente de Escorrentía o de Escurrimiento, comúnmente conocido como *C*.

1.1.3.3.1 Metodología empleada para el cálculo de C.

En el Método Racional, el Coeficiente C representa la porción (o proporción) de la lluvia que escurre hasta el cauce, y como tal, su valor se encuentra entre 0 (infiltración completa, nada de escurrimiento) y 1 (escurrimiento completo, nada de infiltración). Este coeficiente se encuentra tabulado para áreas urbanas donde se conoce bien el estado de las superficies, tal como asfalto, veredas, techos, etc. Para el área rural, se recomienda utilizar la metodología propuesta por el Manual de Carreteras del Paraguay (MCP); esta metodología asigna pesos a factores que inciden en el escurrimiento, tal como el relieve, tipo de cobertura, infiltración, almacenamiento, etc. Para el presente estudio, se calcula el valor de C para el área de estudio utilizando los valores de la siguiente tabla:

Tabla 1 Determinación del Coeficiente de Escorrentía en base a factores

TABLA 2_3 b COEFICIENTES DE ESCORRENTIA (C) PARA T = 10 AÑOS

Factor	Extremo	Alto	Normal	Bajo
Relieve	0,28-0,35 Escarpado con pendientes mayores que 30%	0,20-0,28 Cerros con pendientes entre 10 y 30%	0,14-0,20 Con cerros y pendientes entre 5 y 10%	0,08-0,14 Relativamente plano con pendientes menores al 5%
Infiltración	0,12-0,16 Suelo rocoso, o arcilloso con capacidad de infiltración despreciable	0,08-0,12 Suelos arcillosos o limosos con baja capacidad de infiltración, mal drenados	Normales, bien drenados, textura mediana, limos arenosos, suelos arenosos	0,04-0,06 Suelos profundos de arena u otros suelos bien drenados con alta capacidad de infiltración
Cobertura Vegetal	0,12-0,16 Cobertura escasa, terreno sin vegetación o escasa cobertura	0,08-0,12 Poca vegetación, terrenos cultivados o naturales, menos del 20% del área con buena cobertura	0,06-0,08 Regular a buena;50% del área con praderas o bosques, no más del 50% cultivado	0,04-0,06 Buena a excelente; 90% del área con praderas, bosques o cobertura equivalente
Almacenamiento Superficial	0,10-0,12 Despreciable, pocas depresiones superficiales, sin zonas húmedas	0,08-0,10 Baja, sistema de cauces superficiales pequeños bien definidos, sin zonas	0,06-0,08 Normal; posibilidad de almacenamiento buena, zonas húmedas, pantanos, lagunas y lagos	0,04-0,06 Capacidad alta, sistema hidrográfico poco definido, buenas planicies de inundación o gran cantidad de zonas húmedas, lagunas o pantanos.
Si T > 10 años Amplificar Resultado por: T = 25 ; C x 1,10 T = 50 ; C x 1,20 T = 100 ; C x 1,25				

Tabla 2 Calculo del coeficiente de escorrentía para el tramo de estudio

Característica de la cuenca	Valor	Descripción
Relieve (C_r)=	0.12	10% del tramo con pendiente próxima al 5% y 90% con pendientes menores próximas al 2,50%
Infiltración (C_i)=	0.08	Infiltración Normal, limos arenosos, suelos arenosos
Cobertura Vegetal (C_v)=	0.10	Vegetación buena. Se tiene 90% de la superficie con cobertura vegetal.
Almacenamiento Sup. (C_s)=	0.09	Capacidad de almacenamiento superficial baja
Coeficiente de escurrimiento (C)=	**0.39**	
TR= 20 años; C x 1,10	**0.43**	

Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Cristian A. Acosta
Apoderado
Sevial

1.1.3.3.2 Metodología empleada para el cálculo del Número de Curva (CN).

- Determinación del área de estudio: el límite corresponde a las cuencas ubicadas a lo largo del tramo en estudio.
- Determinación de los usos de suelo presentes en el área de estudio: para este estudio se tomaron las imágenes satelitales de Google Earth disponibles en internet. Estas imágenes se geo-referencian al área de estudio por partes, de forma a mantener una resolución apropiada a los fines del estudio, y luego se crea un mosaico para toda el área. Para el presente estudio se realizó una inspección visual en el que se determinaron los usos de suelo presentes en el área.
- Determinación de los tipos de suelos existentes en el área de estudio: Para ello se utiliza el mapa de taxonomía de suelos desarrollado en el Proyecto de Racionalización y Uso de Suelo de la Región Oriental – PRUT.

  Según la metodología del Servicio de Conservación de los Recursos Naturales de los Estados Unidos (NRCS), la característica más importante del suelo a los efectos de generación de escorrentía es la textura.

  El mapa digital de taxonomía de suelos realizado bajo el proyecto PRUT (Programa de Racionalización y Uso de la Tierra) presenta una columna en su tabla de atributos que indica la capacidad de drenaje. Cada una de estas se corresponde bien con los principales tipos de suelos definidos en la metodología, los cuales se describen a continuación:

  - **Grupo A:** Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento y limos agregados.
  - **Grupo B**: Suelos poco profundos depositados por el viento y marga arenosa.
  - **Grupo C:** Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.
  - **Grupo D:** Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.
- Cruce de tipo y uso de suelo. Se cruzan la información de tipo y uso de suelo para la obtención de velocidades tabuladas.

La utilización de herramientas SIG permite obtener un valor de CN ponderado para cada cuenca, al interceptar polígonos de tipo de suelo con los de uso del suelo, tal como se muestra en la siguiente Tabla y figura:

Tabla 3 Número de curva ponderado (CN), para las cuencas en estudio por el Método del HUT

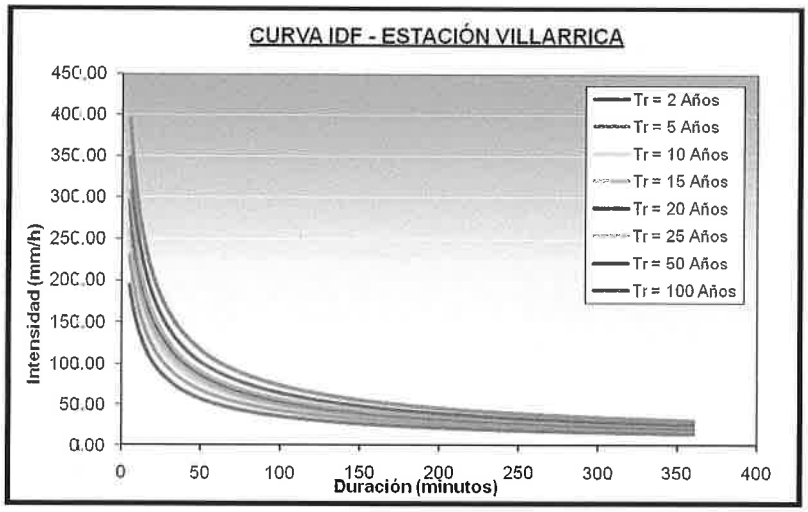
Tramo	Cuenca	CN Calculado
Tramo Acceso a Comunidades indígenas	**C3**	**63**

1.1.4 Precipitación

La precipitación se calcula utilizando la Curva Intensidad Duración Frecuencia (IDF) desarrollada por los Ing. Cuevas – Rolón (FIUNA, 2009). Para el caso de las cuencas en las que se aplica el Método Racional, se utiliza directamente la intensidad de precipitación de la Curva IDF, tomando como parámetros una duración D igual al Tiempo de Concentración Tc de la cuenca, y una frecuencia que corresponde al Periodo de Retorno seleccionado.

Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial



$$i\ (mm/h) = \frac{(902{,}31)(Tr)^{0.18139}}{(t+5)^{0.72055}}$$

Figura 3 Curvas IDF de Villarrica (Cuevas-Rolón - 2009)

1.1.5 Cálculo de Caudales.

Se calculan los caudales para las cuencas menores a 2,00 km^2 mediante el Método Racional. Aquellas cuencas con áreas superiores a 2,00 km^2 son calculadas mediante el uso del HUT.

Una vez calculados los principales parámetros requeridos para el Método Racional, se procede al cálculo de Caudales mediante la Ecuación Q = 0,278 x C.i.A,

Donde:

C = Coeficiente de Escurrimiento.
i = Intensidad de Precipitación, de la Curva IDF, donde D = Tc, F = 1/25 años o 1/50 años según sea el caso (mm/hr).
A = área de la cuenca (km^2).

Existen alcantarillas cuyas áreas de cuenca son muy pequeñas (acumulación local de paso de un laco al otro), las cuáles se analizan, utilizando una obra de diámetro mínimo.

A continuación se presentan los caudales determinados para las cuencas en estudio:

Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Cristian A. Acosta
Apoderado
Vialsur

Tabla 4 Planilla de Cálculo de Caudales

CALCULO DEL CAUDAL DE DERRAME DE LAS CUENCAS									
Metodología para Cuencas < 2,00km² - Método Racional									
Metodología para Cuencas > 2,00km² - Hidrograma Unitario Triangular (HUT)									
Intensidad de Precipitación y Caudal calculadas con Curva IDF de Villarrica									
Cuenca	**Area**	**Long**	**Desniv**	**Coef. Esc**	**Tc**	**TR**	**I**	**Q Verif**	**Progresiva**
Nº	(Km²)	(m)	(m)	C	(min)	(Años)	(mm/h)	(m3/s)	
C1	0.0531	236.32	10.00	0.43	4.43	20	308.43	**1.96**	0+160.00
C2	0.4392	1707.00	25.00	0.43	30.55	20	118.54	**6.22**	1+029.00
C3	7.9229	**HIDROGRAMA UNITARIO TRAINAGULAR**						**21.43**	2+150.00
									2+170.00
C5	1.3584	2415.00	40.00	0.43	38.06	20	103.25	**16.75**	3+460.00

Tabla 5 Hidrograma de la Cuenca Nro 3

HIDROGRAMA HUT-CUENCA 3

Obra: Acceso a Comunidad Indígena
Cuenca Nº 3

PARÁMETROS DE LA CUENCA

A (km²):	7.92	**ΔH (m) :**	45.00
L (m) :	5127	**I (%) :**	0.88

PARÁMETROS DEL HUT

tc (hs) :	1.45	**tb (hs) :**	2.70
tp (hs) :	1.01	**Δt (hs) :**	0.29
tr (hs) :	1.69	**qp (m3/s) :**	16.28

PRECIPITACIÓN EFECTIVA

Numero de Curva:	**CN = 63**
Tiempo de Retorno:	**TR = 20**

Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Cristian A. Acosta
Apoderado
Vial

HIDROGRAMA HUT-CUENCA 3

Obra: Acceso a Comunidad Indígena
Cuenca Nº 3

Δt (hs)	i (mm/h)	P (cm)	P' (cm)	Pe (cm)	ΔPe (cm)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.29	165.59	4.79	4.79	0.20	0.20
0.58	109.45	6.33	6.33	0.61	0.42
0.87	84.29	7.31	7.31	0.97	0.36
1.16	69.61	8.05	8.05	1.29	0.31
1.45	59.85	8.66	8.66	1.56	0.28
1.74	52.83	9.17	9.17	1.81	0.25
2.02	47.50	9.62	9.62	2.04	0.23
2.31	43.30	10.02	10.02	2.26	0.21
2.60	39.89	10.38	10.38	2.45	0.20

HIDROGRAMA DEL PROYECTO

CALCULO DEL CAUDAL

Δt (hs)	qi (m3/s)	0.20	0.42	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	Q (m3/s)
0.00	0.0	0.0									0.00
0.29	4.7	0.9	0.0								0.91
0.58	9.3	1.8	1.9	0.0							3.76
0.87	14.0	2.7	3.9	1.7	0.0						8.30
1.16	14.9	2.9	5.8	3.4	1.5	0.0					13.55
1.45	12.1	2.4	6.2	5.0	2.9	1.3	0.0				17.81
1.74	9.3	1.8	5.1	5.4	4.4	2.6	1.2	0.0			20.34
2.02	6.5	1.3	3.9	4.4	4.6	3.9	2.3	1.1	0.0		21.43
2.31	3.7	0.7	2.7	3.4	3.8	4.1	3.5	2.1	1.0	0.0	21.33
2.60	1.0	0.2	1.6	2.4	2.9	3.3	3.7	3.2	2.0	0.9	20.19

1.2 DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE

Comprende el diseño de alcantarillas, drenaje superficial, y drenaje subterráneo, con base en los caudales obtenidos, la topografía, y las características de las obras proyectadas propuestas (forma, dimensiones y materiales).

Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Cristian A. Acost
Apoderado
Vial

La vida de la carretera está íntimamente ligada a un buen sistema de drenaje, motivo por el cual, se verificó que, en todos los casos, se asegure el drenaje superficial, el longitudinal y el transversal, de modo que las aguas de lluvia precipitadas sobre la calzada, y los cursos de agua interceptados sean conducidos por dispositivos adecuadamente dimensionados, sin generar efectos erosivos, nocivos para el medio ambiente.

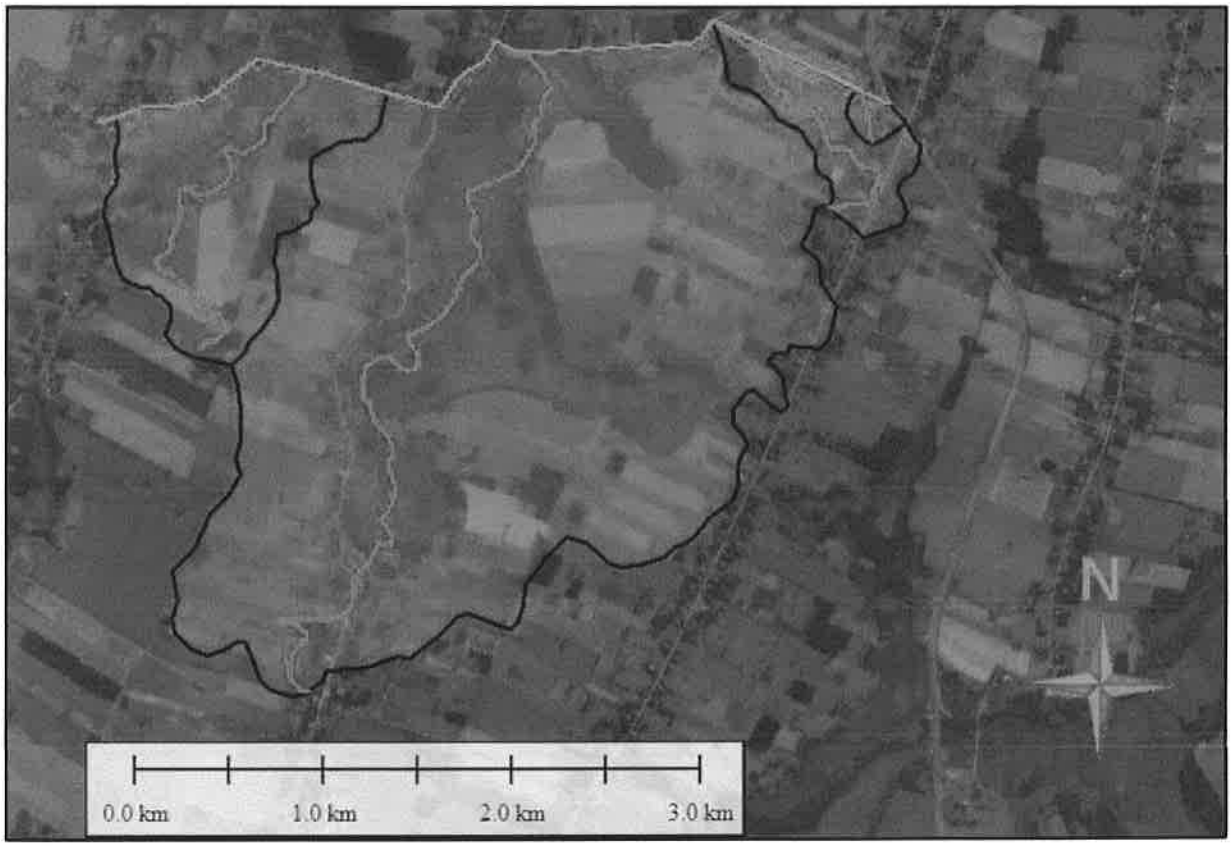


Figura 4 Planta general del Tramo sobre Imagen satelital

1.2.1 DIMENSIONAMIENTO DE ALCANTARILLAS

1.2.1.1 Alcantarillas Trasversales

El diseño de las alcantarillas se realiza considerando los caudales obtenidos en el Capítulo anterior. Existen diversos métodos para el dimensionamiento de alcantarillas, y cada uno depende de las características del sitio de emplazamiento.

Para el presente proyecto se utiliza como base la metodología descrita en el *Manual de Drenagem de Rodovias*, del Departamento de Transporte, Brasil (DNIT). En el mismo, se mencionan las posibles situaciones de diseño:

a. Como canal:
   1. Régimen subcrítico.
   2. Régimen supercrítico.
b. Como vertedero u orificio.

En base a la topografía del sitio de emplazamiento, se opta por la opción a.1, diseño como canal en régimen subcritico (Obras de drenaje trabajando a 2/3 de su altura libre). Esto se fundamenta

Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Cristian A. Acosta
Apoderado
Rovial