42
(cuarenta
y dos)

- Anexo 7 - NOTAS ENVIADAS Y RECIBIDAS

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ministerio de OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES

GOBIERNO NACIONAL

Paraguay de la gente

NOTA UEP FONPLATA Nº 124 /2023

Asunción, 31 de marzo de 2023

Señores
Consorcio PUERTO FALCÓN

PRESENTE

Ref.: Contrato S.G. MINISTRO N° 24 /2021. Rehabilitación y Duplicación del Tramo Remanso Ruta N° 9 (Vista Alegre) – Puerto Falcón – 19,20 km.
Reunión de trabajo. Especialistas en pavimentos.

Tengo el agrado de dirigirme a ustedes, con relación al Contrato de la referencia, para manifestarles cuanto sigue:

El día 29/03/2023 se realizó la inspección de la obra con representantes de la Misión de Administración del FONPLATA, representantes del MOPC, Fiscalización y Contratista.

Al respecto, en dicha reunión de trabajo en zona de obras, el Responsable del Proyecto por el FONPLATA, con relación al trabajo ejecutado en el lado de la rehabilitación entre las Progr 13+200 a 14+080, solicitó se realice una verificación del dimensionamiento de la estructura del pavimento en base a estudios de defectometría ejecutado recientemente por el Departamento de Gestión Vial del MOPC y que les fuera remitido.

Para cumplir con el pedido del Responsable de Proyecto del FONPLATA, se convoca al Especialista en Pavimentos de la Contratista para una reunión de trabajo con el Especialista en pavimento de la Fiscalización para el lunes 03/04/2023 a las 09:00 hr en la oficina de la UEP FONPLATA.

Sin otro particular, le saludo atentamente.

Ing. Alfredo Sánchez, Jefe Interino
Unidad Ejecutora de Proyectos FONPLATA
DV - MOPC

CC: Consorcio BAJO CHACO, Fiscalización de la Obra.
- Ing. Carlos Chávez, Director de Obras.

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
UNIDAD EJECUTORA DE PROYECTOS FONPLATA
Edificio De La Encarnación, Piso 10, 14 de Mayo c/ Gral. Díaz. Asunción, Paraguay
E-mail: uepfonplatamopc@gmail.com Tel: 595 (021) 451 140

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ministerio de OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES

Paraguay de la gente

MESA DE ENTRADA ÚNICA
EXPEDIENTE Nº 20168/2023

TITULAR:
CONSORCIO PUERTO FALCON

NOMBRE Y APELLIDO:
Tania Colman

TELEFONO:
021 751 325

CORREO ELECTRONICO:

REFERENCIA:
IF. LLAMADO MOPC Nº 14/2020.
(COPIA) SOLICITA APROBACION DE
SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PAQUETE
ESTRUCTURAL LADO REHABILITACION.

FACTURA: Nro. 0 **Monto: GS.** 0

USUARIO/FECHA/HORA DE REGISTRO.:

SARDIAN 24/04/2023 09:20:42

CONSULTA AL : 021-4149000

"La recepción del documento no implica conformidad ni aceptación de su contenido. Sujeto a verificación y control por parte de los órganos intervinientes\"

41
Lucrecia
4/mar

P/R

CONSORCIO PUERTO FALCÓN

Dirección: Calle Cañadón Chaqueño y Avda. Costanera Norte
Asunción – Paraguay
Telef.: 021 673 175 – 751 325

CPF N° 174

Mariano Roque Alonso, 21 de abril del 2023

Señor;
Ing. Alcides Cáceres,
Director de Fiscalización,
CONSORCIO BAJO CHACO.
CC: Ing. Alfredo Sánchez,
Jefe Interino,
UEP FONPLATA – D.V – M.O.P.C.
Presente:

REF.: CONTRATO SG MINISTRO N° 24/2021 LLAMADO MOPC N° 14/2020 LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL PARA LA REHABILITACIÓN Y DUPLICACIÓN DEL TRAMO REMANSO RUTA 9 – VISTA ALEGRE PUERTO FALCÓN – ID N° 359.641.-

Asunto: Sistema Constructivo paquete lado Rehabilitación.

Nos dirigimos a ustedes con relación al contrato mencionado en la referencia a los efectos de solicitar aprobación del nuevo Sistema Constructivo del paquete estructural lado Rehabilitación debido a lo siguiente.

Al momento de iniciar las tareas correspondientes al ítem *116 Sub Base granular con aporte de RAP CBR>90 %* en el lado Rehabilitación según el procedimiento constructivo descripto en las Especificaciones Técnicas, se pudo observar que la sub rasante del pavimento asfáltico existente presenta inestabilidades de forma considerable.

Debido a la situación planteada, se realizó un estudio de Deflectometría del pavimento existente con el apoyo del Laboratorio Vial del MOPC cuyo resultado fue evaluado por nuestro especialista de pavimento el cual luego de las posibles alternativas finalmente propone utilizar la capa de asfalto existente como una "sub base" y sobre él proseguir con las subsiguientes capas superiores del paquete estructural ya aprobado.

En adjunto se presentan:

- Informe de Deflectometría
- Anexo de Retro cálculo
- Sistema Constructivo propuesto lado Rehabilitación
- Sección Transversal lado Rehabilitación

Aguardando una respuesta favorable a lo solicitado, nos despedimos atentamente.

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de obra
Consorcio Puerto Falcón

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Recibido
21-04-23

Recibido por: Tomás
Día 21 Mes 04 Año 2023 Hora 15:20

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

INFORME DE DEFLECTOMETRÍA

40 (cuarenta)

Nombre Informe	Fecha Informe
DISEÑO DE PAVIMENTO Tramo: Remanso Ruta N° 9 – Puerto Falcón	14/04/2023
Referencias del Proyecto Obra de Rehabilitación y Duplicación del Tramo Remanso Ruta N° 9 – Puerto Falcón	**Número de Contrato**
Autor (es) Ing. MSc. Nelson Figueredo Kamm Especialista en Pavimentos	**Empresa**
Contraparte Técnica Ing. Oscar Obelar Ing. Sigmundo Sienrra	**Empresa** Consorcio Puerto Falcón
Resumen Informe de Diseño Estructural de paquete estructural de pavimento para la traza principal del tramo Remanso Ruta N° 9 – Puerto Falcón. Se incluye el análisis del diseño de pavimento propuesto por la contratista, estimación de tránsito, análisis por métodos mecanísticos y verificación de la vida útil de las capas del pavimento.	

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Nelson Figueredo Kamm, Msc.
Especialista en Pavimentos

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

INDICE

1 Antecedentes 3
2 Paquetes Contractuales Licitados 4
2.1 Calzada de Rehabilitación 4
3 Paquetes Propuestos por la Contratista 5
3.1 Calzada de Rehabilitación 5
3.2 Análisis Comparativo de los paquetes Propuesto y Licitado 7
4 Tránsito 8
4.1 Consideraciones del Tránsito de Diseño 8
4.2 Tránsito de Diseño 8
4.3 Cálculo del Factor de Ejes Equivalentes 9
4.4 Cálculo del Factor Camión 10
4.5 Cálculo de los Ejes Equivalentes de Diseño 12
5 Verificación Estructural del Pavimento Asfáltico por el Método AASHTO 15
5.1 Confiabilidad y Desviación estándar 16
5.2 Serviciabilidad 16
5.3 Módulo Resiliente de la Subrasante (MR) 16
5.4 Módulo Resiliente de la subrasante con capa de mejoramiento 17
5.5 Coeficientes estructurales de las capas 18
5.6 Coeficiente de Drenaje (m) 19
5.7 Calculo del Número Estructural (SN) 20
5.8 Vida útil en Ejes Equivalentes 20
6 Anexo 1: Retrocálculo de los Módulos 25

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Nelson Figueredo Kamm, Msc.
Especialista en Pavimentos

39

1 Antecedentes

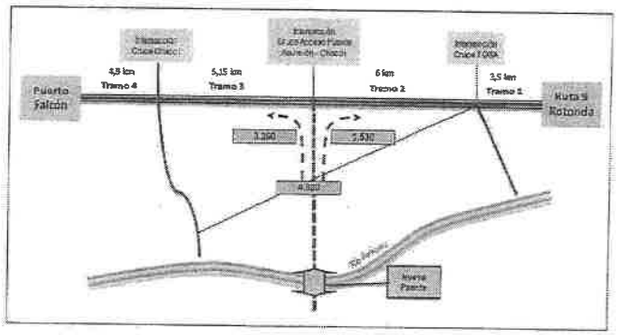
El presente Informe Técnico fue elaborado a solicitud la contratista Consorcio Puerto Falcón (Roggio SA – Los Trigales SA) en el marco del contrato para la ejecución de las obras de Rehabilitación y Duplicación del Tramo Remanso Ruta N° 9 – Puerto Falcón.

En el presente Informe se analiza la propuesta de modificación del diseño del pavimento en los sectores de rehabilitación de la calzada existente.

La evaluación de la capacidad soporte del pavimento existente se realizó a partir de los datos de deflectometría del tramo proveídos por el MOPC.

El dimensionamiento de los paquetes estructurales se realizó siguiendo las recomendaciones de establecidas en el "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES ", para pavimentos flexibles y rígidos. Asimismo se realizó la verificación de los espesores por métodos mecanísticos.

Los tramos considerados para el análisis se muestra a continuación:



Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Nelson Figueredo Kamm, Msc.
Especialista en Pavimentos

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

2 Paquetes Contractuales Licitados

2.1 Calzada de Rehabilitación

SUBTRAMO 1: 0+000 a 3+410			
Calzada de Rehabilitación			
Capa	Descripción	Espesor (cm)	Características
1	Carpeta de Concreto Asfáltico	4	
2	Capa Intermedia de Concreto Asfáltico	10	
3	Base Granular Estabilizada	30	CBR 80 %
4	Sub Base Ripio Existente	30	CBR 45 %
5	Terraplén Existente		CBR > 3 %

SUBTRAMO 2: 3+410 a 8+660 y 10+060 a 14+200			
Calzada de Rehabilitación			
Capa	Descripción	Espesor (cm)	Características
1	Carpeta de Concreto Asfáltico	4	
2	Capa Intermedia de Concreto Asfáltico	8	
3	Base Granular Estabilizada	30	CBR 80 %
4	Sub Base Ripio Existente	30	CBR 45 %
5	Terraplén Existente		CBR > 3 %

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Nelson Figueredo Kamm, Msc.
Especialista en Pavimentos

38 treinta y ocho

3 Paquetes Propuestos por la Contratista

3.1 Calzada de Rehabilitación

SUBTRAMO 1: 0+000 a 3+410			
Calzada de Rehabilitación			
Capa	Descripción	Espesor (cm)	Características
1	Carpeta de Concreto Asfáltico	7	
2	Capa Intermedia de Concreto Asfáltico	7	
3	Base Granular Estabilizada	>18	CBR 100 %
4	Capa Asfáltica Existente	22	existente
5	Ripio Existente	30	existente
6	Terraplén Existente		existente

SUBTRAMO 1: 0+000 a 3+410			
Calzada de Rehabilitación – Sector Ensanche			
Capa	Descripción	Espesor (cm)	Características
1	Carpeta de Concreto Asfáltico	7	
2	Capa Intermedia de Concreto Asfáltico	7	
3	Base Granular Estabilizada	>18	CBR 100 %
4	Sub Base Granular Estabilizada	22	CBR 90 %
5	Pedraplén para ensanche		
6	Terraplén Existente		existente

SUBTRAMO 2: 3+410 a 8+660 y 10+060 a 14+200			
Calzada de Rehabilitación			
Capa	Descripción	Espesor (cm)	Características
1	Carpeta de Concreto Asfáltico	7	
2	Capa Intermedia de Concreto Asfáltico	7	
3	Base Granular Estabilizada	>18	CBR 100 %
4	Capa Asfáltica Existente	22	existente
5	Ripio Existente	30	existente
6	Terraplén Existente		existente

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Nelson Figueredo Kemm, Msc.
Especialista en Pavimentos

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

SUBTRAMO 2: 3+410 a 8+660 y 10+060 a 14+200			
Calzada de Rehabilitación – Sector Ensanche			
Capa	Descripción	Espesor (cm)	Características
1	Carpeta de Concreto Asfáltico	7	
2	Capa Intermedia de Concreto Asfáltico	7	
3	Base Granular Estabilizada	>18	CBR 100 %
4	Sub Base Granular Estabilizada	22	CBR 90 %
5	Pedraplén para ensanche		
6	Terraplén Existente		existente

La propuesta de pavimento para la calzada a ser rehabilitada incluye las siguientes capas:

- Una subrasante mejorada existente de material granular tipo ripio con un espesor de 30 cm sobre un terraplén existente con módulo combinado de ambas capas igual o mayor a 79 MPa, equivalente a una subrasante con CBR igual o mayor a 10%.
- Una capa de concreto asfáltico existente de 22 cm de espesor; sobre el cual se recomienda un riego de liga para mejorar la adherencia con la Base Granular.
- Una capa de Base Granular estabilizada CBR 100% con espesor mínimo de 18 cm.
- En los sectores de ampliación de calzada, el pavimento se ejecuta con un pedraplén a nivel de la subrasante y una capa de sub base granular estabilizada a nivel de la carpeta existente.
- Carpeta de concreto asfáltico de 7 cm sobre una capa intermedia de 7 cm.
- Los módulos de las capas existentes se han obtenido con el retro cálculo a partir de los datos de deflectometría de la campaña de mediciones realizada por el MOPC con el Deflectómetro de Impacto FWD. El retro cálculo a partir de las deflexiones se detalla en el Anexo 1.
- Los módulos combinados de subrasante y capa de ripio existente se resumen en el siguiente cuadro:

Tramos	Modulo Subrasante	Modulo Mejoramiento	Espesor m	Modulo Combinado	CBR Equivalente
Ascendente Tramo 1	62	99	0,3	82,5	11,2%
Ascendente Tramo 2	78	176	0,3	127,5	24,2%
Ascendente Tramo 3	57	112	0,3	85,8	11,8%
Descendente Tramo 1	71	85	0,3	79,3	10,5%
Descendente Tramo 2	79	167	0,3	124,3	23,1%
Descendente Tramo 3	77	81	0,3	79,4	10,5%

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Nelson Figueredo Kemm, Msc.
Especialista en Pavimentos

37 (treinta y siete)

3.2 Análisis Comparativo de los paquetes Propuesto y Licitado

A continuación, se presenta un cuadro comparativo de los Números Estructurales y Vida útil en términos de Ejes Equivalentes:

Comparación de la Vida Util - Tramo de Rehabilitación			
Tramos	SN	Capa Asfáltica	Subrasante
Tramo 1 - Licitado	13,31	2.686.000	5.474.233
Tramo 1 - Propuesto	11,39	3.800.000	12.040.000
Tramo 2 - Licitado	12,49	1.091.000	3.496.000
Tramo 2 - Propuesto	11,39	3.800.000	12.040.000

Observaciones:

- Los paquetes licitados no cumplen con la verificación para la vida útil de 10 años,
- Los paquetes propuestos, responden a una optimización de los paquetes que mejoran en general los paquetes licitados, otorgándole mayor vida útil.

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

4 Tránsito

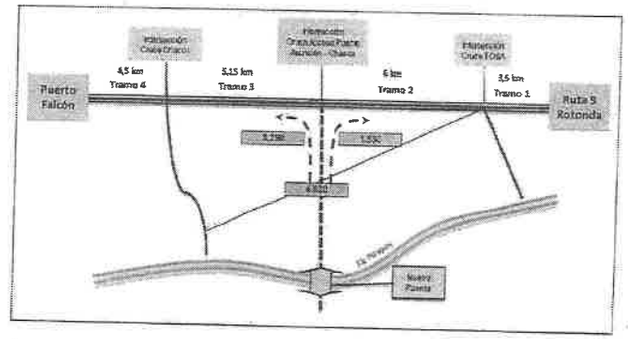
4.1 Consideraciones del Tránsito de Diseño

Originalmente, por efecto de las solicitaciones calculadas, el tramo se dividió en dos Sub tramos:

- SUBTRAMO 1: 0+000 a 3+410 – La de Mayor solicitación
- SUBTRAMO 2: 3+410 a 8+660 y 10+060 a 14+200 – La de Menor solicitación

La presente propuesta es a la inversa, con mayor solicitación y mayores espesores en el Sub Tramo 2, por lo que pasamos a justificar la propuesta.

En el siguiente esquema se puede ver que el tránsito desde el Futuro Puente Chaco –I hacia Puerto Falcón es mas que el doble que el transito derivado hacia Ruta 9.



Eso es coincidente con los resultados del cálculo de ejes equivalentes para los distintos sub tramos que se incluye en esta propuesta.

Resumen de Tránsito en Ejes Equivalentes	
Tramos	Transito EE
SUBTRAMO 1: RUTA 9 ROTONDA (Ramanso) - CRUCE TOSA	10.102.845
SUBTRAMO 2: CRUCE TOSA - CRUCE ACCESO AL PUENTE	5.977.463
SUBTRAMO 3: CRUCE ACCESO AL PUENTE - CRUCE CHACO I	13.498.108
SUBTRAMO 4: CRUCE CHACO I - PUERTO FALCON	11.164.785

4.2 Tránsito de Diseño

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

36 (treinta y seis)

Se han tomado los datos de los Estudios de Tránsito realizados en la etapa de Estudios de Factibilidad Técnica, Económica y Ambiental y luego actualizados por el especialista.

Con los datos de conteos se obtuvo el Tránsito medio diario anual (TMDA) de cada tipo de vehículo y se calculó el TMDA acumulado para un periodo de diseño de 10 años considerando la correspondiente tasa de crecimiento utilizando la siguiente ecuación.

$$TMDA_{A(n,\,i)} = TMDA_{\text{año } 1} \times \frac{[(1+i)^n - 1]}{i} \times 365$$

A efectos del diseño de la estructura del pavimento, se calcularon los Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño considerando el Factor de Ejes Equivalentes de cada tipo de vehículo utilizando la siguiente ecuación exponencial.

$$FEE = (\text{Peso Eje}_i \,/\, \text{Peso Eje Estándar})^n$$

Siendo n = 4.3 para pavimentos flexibles

Siendo n = 4.25 para pavimentos rígidos

Las cargas consideradas en los vehículos cargados se corresponden con las cargas máximas por eje permitidas por la legislación vigente, de acuerdo al siguiente cuadro:

Límites de Pesos para la red vial del Paraguay		
EJE	RODADO	LIMITE (ton)
Simple	Simple	6
Simple	Doble	10.5
Doble	Simple	10
Doble	Doble y Simple	14
Doble	Doble	18
Triple	Doble y Simple	21
Triple	Doble	25.5

4.3 Cálculo del Factor de Ejes Equivalentes

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Tipo de Vehículo		ESRS			ESRD			EDRD			ETRD			FEE
		Peso Eje	Eje estándar		Peso Eje	Eje estándar		Peso Eje	Eje estándar		Peso Eje	Eje estándar		
Sin acoplado	11	6	5,71	1,24	10,5	8,16	2,96	18	15,2	2,07	25,5	22	1,89	4,19
Sin acoplado	12	6	5,71	1,24	10,5	8,16	2,96	18	15,2	2,07	25,5	22	1,89	3,31
Con acoplado	11 11	6	5,71	1,24	10,5	8,16	2,96	18	15,2	2,07	25,5	22	1,89	10,11
Con acoplado	11 12	6	5,71	1,24	10,5	8,16	2,96	18	15,2	2,07	25,5	22	1,89	9,22
Con acoplado	12 11	6	5,71	1,24	10,5	8,16	2,96	18	15,2	2,07	25,5	22	1,89	9,22
Con acoplado	12 12	6	5,71	1,24	10,5	8,16	2,96	18	15,2	2,07	25,5	22	1,89	8,33
Semiremolque	111	6	5,71	1,24	10,5	8,16	2,96	18	15,2	2,07	25,5	22	1,89	7,15
Semiremolque	112	6	5,71	1,24	10,5	8,16	2,96	18	15,2	2,07	25,5	22	1,89	6,25
Semiremolque	113	6	5,71	1,24	10,5	8,16	2,96	18	15,2	2,07	25,5	22	1,89	6,08
Semiremolque	122	6	5,71	1,24	10,5	8,16	2,96	18	15,2	2,07	25,5	22	1,89	5,38
Semiremolque	123	6	5,71	1,24	10,5	8,16	2,96	18	15,2	2,07	25,5	22	1,89	5,19
Tipo Bitren	1222	6	5,71	1,24	10,5	8,16	2,96	17	15,2	1,92	25,5	22	1,89	5,09

Tipo de Vehículo		ESRS			ESRD			EDRD			ETRD			FEE
		Peso Eje	Eje estándar		Peso Eje	Eje estándar		Peso Eje	Eje estándar		Peso Eje	Eje estándar		
Sin acoplado	11	4,5	5,71	0,36	2,8	8,16	0,01	5,8	15,2	0,02	8,8	22	0,02	0,37
Sin acoplado	12	4,5	5,71	0,36	4	8,16	0,05	5,8	15,2	0,02	8,8	22	0,02	0,38
Con acoplado	11 11	4,5	5,71	0,36	2,8	8,16	0,01	5,8	15,2	0,02	8,8	22	0,02	0,39
Con acoplado	11 12	4,5	5,71	0,36	2,8	8,16	0,01	5,8	15,2	0,02	8,8	22	0,02	0,40
Con acoplado	12 11	4,5	5,71	0,36	2,8	8,16	0,01	5,8	15,2	0,02	8,8	22	0,02	0,40
Con acoplado	12 12	4,5	5,71	0,36	2,8	8,16	0,01	5,8	15,2	0,02	8,8	22	0,02	0,40
Semiremolque	111	4,5	5,71	0,36	2,8	8,16	0,01	5,8	15,2	0,02	8,8	22	0,02	0,36
Semiremolque	112	4,5	5,71	0,36	2,8	8,16	0,01	5,8	15,2	0,02	8,8	22	0,02	0,39
Semiremolque	113	4,5	5,71	0,36	2,8	8,16	0,01	5,8	15,2	0,02	8,8	22	0,02	0,39
Semiremolque	122	4,5	5,71	0,36	2,8	8,16	0,01	5,8	15,2	0,02	8,8	22	0,02	0,36
Semiremolque	123	4,5	5,71	0,36	2,8	8,16	0,01	5,8	15,2	0,02	8,8	22	0,02	0,36

4.4 Cálculo del Factor Camión

Para el cálculo del factor camión se utilizaron los datos del TMD de camiones en el tramo de estudio.

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

35
Treinta y cinco

CALCULO DEL FACTOR CAMION TRAMO 1						
Tipo de vehículos	Codigo MOPC	Tipo Ejes	Cant.	Cant. x 70%	FEE	E.E.
Camiones cargados	20	11	526	368	4,19	1.544,27
Camiones cargados	31	12	66	47	3,31	156,88
Camiones cargados	40	11 11	28	20	10,11	198,00
Camiones cargados	51	11 12	19	13	9,22	121,56
Camiones cargados	41	112	193	135	6,26	846,00
Camiones cargados	57	113	635	445	6,08	2.703,68
Camiones cargados	66	123	0	-	5,19	-
						-
Camiones vacios	20	11	526	158	0,37	58,26
Camiones vacios	31	12	66	20	0,38	7,48
Camiones vacios	40	11 11	28	8	0,39	3,27
Camiones vacios	51	11 12	19	5	0,40	2,27
Camiones vacios	41	112	193	58	0,39	22,29
Camiones vacios	57	113	635	191	0,39	74,05
Camiones vacios	66	123	0	-	0,39	-
TOTAL			2935	1467		5.735,02
Factor Camión						3,91

CALCULO DEL FACTOR CAMION TRAMO 2						
Tipo de vehículos	Codigo MOPC	Tipo Ejes	Cant.	Cant. x 70%	FEE	E.E.
Camiones cargados	20	11	155	108	4,19	453,90
Camiones cargados	31	12	0	-	3,31	-
Camiones cargados	40	11 11	4	3	10,11	27,89
Camiones cargados	51	11 12	0	-	9,22	-
Camiones cargados	41	112	103	72	6,26	452,12
Camiones cargados	57	113	585	409	6,08	2.488,21
Camiones cargados	66	123	0	-	5,19	-
						-
Camiones vacios	20	11	155	46	0,37	17,12
Camiones vacios	31	12	0	-	0,38	-
Camiones vacios	40	11 11	4	1	0,39	0,46
Camiones vacios	51	11 12	0	-	0,40	-
Camiones vacios	41	112	103	31	0,39	11,91
Camiones vacios	57	113	585	175	0,39	68,15
Camiones vacios	66	123	0	-	0,39	-
TOTAL			1692	846		3.519,78
Factor Camión						4,16

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Nelson Figuerado Kamm, Msc.
Especialista en Pavimentos

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

CALCULO DEL FACTOR CAMION TRAMO 3						
Tipo de vehículos	Codigo MOPC	Tipo Ejes	Cant.	Cant. x 70%	FEE	E.E.
Camiones cargados	20	11	351	246	4,19	1.030,04
Camiones cargados	31	12	55	39	3,31	127,39
Camiones cargados	40	11 11	5	3	10,11	32,70
Camiones cargados	51	11 12	17	12	9,22	107,18
Camiones cargados	41	112	167	117	6,26	731,07
Camiones cargados	57	113	1240	868	6,08	5.278,16
Camiones cargados	66	123	0	-	5,19	-
						-
Camiones vacios	20	11	351	105	0,37	38,86
Camiones vacios	31	12	55	17	0,38	6,19
Camiones vacios	40	11 11	5	1	0,39	0,54
Camiones vacios	51	11 12	17	5	0,40	2,00
Camiones vacios	41	112	167	50	0,39	19,28
Camiones vacios	57	113	1240	372	0,39	144,57
Camiones vacios	66	123	0	-	0,39	-
TOTAL			3658	1834		7.517,97
Factor Camión						4,10

CALCULO DEL FACTOR CAMION TRAMO 4						
Tipo de vehículos	Codigo MOPC	Tipo Ejes	Cant.	Cant. x 70%	FEE	E.E.
Camiones cargados	20	11	121	85	4,19	355,75
Camiones cargados	31	12	35	25	3,31	82,00
Camiones cargados	40	11 11	3	2	10,11	23,75
Camiones cargados	51	11 12	19	13	9,22	123,52
Camiones cargados	41	112	49	34	6,26	215,15
Camiones cargados	57	113	1251	875	6,08	5.323,94
Camiones cargados	66	123	0	-	5,19	-
						-
Camiones vacios	20	11	121	36	0,37	13,42
Camiones vacios	31	12	35	11	0,38	3,99
Camiones vacios	40	11 11	3	1	0,39	0,39
Camiones vacios	51	11 12	19	6	0,40	2,30
Camiones vacios	41	112	49	15	0,39	5,67
Camiones vacios	57	113	1251	375	0,39	145,83
Camiones vacios	66	123	0	-	0,39	-
TOTAL			2958	1479		6.295,71
Factor Camión						4,26

4.5 Cálculo de los Ejes Equivalentes de Diseño

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Nelson Figuerado Kamm, Msc.
Especialista en Pavimentos

34
(treinta y cuatro)

SUBTRAMO 1: RUTA 9 ROTONDA (Remanso) - CRUCE TOSA							
Calculo de Ejes Equivalentes Acumulados a 10 años							
Año	TMDA TOTAL			Días	TMDA Acumulado		
	Livianos	Bus	Camiones	Año	Livianos	Buses	Camiones
2024	5.422	47	1.467	365	1.978.898	17.256	535.594
2025	5.714	49	1.526	365	2.085.659	17.901	557.017
2026	6.022	50	1.587	365	2.198.180	18.364	579.298
2027	6.347	52	1.651	365	2.316.772	18.945	602.470
2028	6.690	54	1.717	365	2.441.762	19.545	626.569
2029	7.051	55	1.785	365	2.573.495	20.163	651.632
2030	7.431	57	1.857	365	2.712.335	20.801	677.697
2031	7.832	59	1.931	365	2.858.666	21.458	704.805
2032	8.137	60	1.989	365	2.970.011	21.987	725.949
2033	8.454	62	2.049	365	3.085.693	22.528	747.727
	Total TMDA acumulado a 10 años				25.221.472	198.948	6.408.757
	Factor Vehiculo				0,002	0,8	3,91
	Totales E.E				50.443	159.079	25.047.590
	Factor de Dirección				0,50	0,50	0,50
	Factor de Pista				0,80	0,80	0,80
	Ejes Equivalentes acumulados				20.177	63.632	10.019.036
	Ejes Equivalentes de Diseño para 10 años						10.102.845

SUBTRAMO 2: CRUCE TOSA - CRUCE ACCESO AL PUENTE ASUNCIÓN - CHACO I							
Calculo de Ejes Equivalentes Acumulados a 10 años							
Año	TMDA TOTAL			Días	TMDA Acumulado		
	Livianos	Bus	Camiones	Año	Livianos	Buses	Camiones
2024	3.397	24	816	365	1.206.966	8.896	297.976
2025	3.485	25	849	365	1.272.082	9.177	309.895
2026	3.673	26	883	365	1.340.711	9.468	322.291
2027	3.871	27	918	365	1.413.042	9.767	335.183
2028	4.080	28	955	365	1.489.276	10.076	348.590
2029	4.300	28	993	365	1.569.622	10.395	362.534
2030	4.532	29	1.033	365	1.654.303	10.723	377.035
2031	4.777	30	1.074	365	1.743.553	11.063	392.116
2032	4.963	31	1.107	365	1.811.464	11.335	403.880
2033	5.156	32	1.140	365	1.882.021	11.614	415.996
	Total TMDA acumulado a 10 años				15.383.039	102.514	3.565.496
	Factor Vehiculo				0,002	0,8	4,16
	Totales E.E				30.766	82.011	14.830,880
	Factor de Dirección				0,50	0,50	0,50
	Factor de Pista				0,80	0,80	0,80
	Ejes Equivalentes acumulados				12.306	32.804	5.932,352
	Ejes Equivalentes de Diseño para 10 años						5.977.463

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

SUBTRAMO 3: CRUCE ACCESO AL PUENTE ASUNCIÓN - CHACO I - CRUCE CHACO I							
Calculo de Ejes Equivalentes Acumulados a 10 años							
Año	TMDA TOTAL			Días	TMDA Acumulado		
	Livianos	Bus	Camiones	Año	Livianos	Buses	Camiones
2024	5.243	256	1.834	365	1.913.604	93.488	669.332
2025	5.526	264	1.907	365	2.016.843	96.445	696.105
2026	5.624	273	1.983	365	2.125.651	99.496	723.950
2027	6.138	281	2.063	365	2.240.330	102.643	752.908
2028	6.469	290	2.145	365	2.361.196	105.890	783.024
2029	6.818	299	2.231	365	2.488.583	109.239	814.345
2030	7.188	309	2.320	365	2.622.842	112.694	846.919
2031	7.574	319	2.413	365	2.764.344	116.259	880,796
2032	7.869	328	2.486	365	2.872.015	119.122	907.220
2033	8.175	334	2.560	365	2.983.880	122.056	934.436
	Total TMDA acumulado a 10 años				24.389.288	1.077.332	8.009.037
	Factor Vehiculo				0,002	0,8	4,10
	Totales E.E				48,779	861,866	32.834.625
	Factor de Dirección				0,50	0,50	0,50
	Factor de Pista				0,80	0,80	0,80
	Ejes Equivalentes acumulados				19.511	344.746	13.133.650
	Ejes Equivalentes de Diseño para 10 años						13.498.108

SUBTRAMO 4: CRUCE CHACO I - PUERTO FALCON							
Calculo de Ejes Equivalentes Acumulados a 10 años							
Año	TMDA TOTAL			Días	TMDA Acumulado		
	Livianos	Bus	Camiones	Año	Livianos	Buses	Camiones
2024	3.691	113	1.479	365	1.347.287	41.350	539.786
2025	3.890	117	1.538	365	1.419.973	42.858	561.377
2026	4.100	121	1.600	365	1.496.581	44.007	583.832
2027	4.321	124	1.664	365	1.577.321	45.399	607.166
2028	4.555	128	1.730	365	1.662.418	46.835	631.473
2029	4.800	132	1.799	365	1.752.105	48.317	656.732
2030	5.059	137	1.871	365	1.846.531	49.845	683.001
2031	5.332	141	1.946	365	1.946.257	51.422	710.322
2032	5.540	144	2.004	365	2.022.064	52.888	731.631
2033	5.756	148	2.065	365	2.100.823	53.966	753.580
	Total TMDA acumulado a 10 años				17.171.461	476.508	6.458.921
	Factor Vehiculo				0,002	0,8	4,26
	Totales E.E				34.343	381.207	27.496.412
	Factor de Dirección				0,50	0,50	0,50
	Factor de Pista				0,80	0,80	0,80
	Ejes Equivalentes acumulados				13.737	152.483	10.998,565
	Ejes Equivalentes de Diseño para 10 años						11.164.785

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

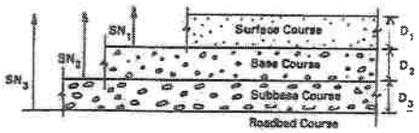
33
(treinta y tres).

5 Verificación Estructural del Pavimento Asfáltico por el Método AASHTO

El siguiente método de diseño adoptado para el diseño estructural del pavimento, corresponde al AASHTO 93 siguiendo las recomendaciones establecidas en el AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES ", para pavimentos flexibles y rígidos.

El procedimiento implica básicamente, determinar, mediante el algoritmo desarrollado por la AASHTO, el Número Estructural total que se requiere sobre la subrasante, luego se determinan los espesores mínimos de las capas asfálticas para que las tensiones que se generan no originen fallas en la subrasante ni en las propias capas asfálticas.

Para la verificación del espesor de la capa asfáltica se debe verificar esta capa en forma individual considerando el Número Estructural requerido sobre la capa de Base.



$$D^*_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

La estructuración de las diferentes capas se realiza de manera que la suma de los productos de los espesores por sus correspondientes coeficientes estructurales satisfagan los números estructurales calculados.

La fórmula básica del Número Estructural (SN) para pavimento flexible está dada por

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Donde:

a_1 y a_n =	*Coeficiente de capa de las mezclas asfálticas y de las bases*
D_1 y D_n =	*Espesor de las capas de mezclas asfálticas y de las bases*
m =	*Coeficiente que indica el efecto del drenaje a las capas de base y sub - bases.*

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Samaniego
Superintendente de Obra

5.1 Confiabilidad y Desviación estándar

La siguiente tabla indica los valores recomendados por el Manual AASHTO/93 de niveles de Confiabilidad para diversos niveles de tráfico y desviación estándar combinado So en función al coeficiente de variación de los suelos.

EE Solicitantes (millones)	Confiabilidad (%)	Z_R	S_0 en función del coeficiente variación de los suelos				
			15 %	20%	30 %	40%	50%
< 5	60	- 0,253	0,45	0,46	0,47	0,49	0,50
5 – 15	60 – 70	- 0,253 – 0,524	0,45	0,46	0,47	0,49	0,50
15 – 30	60 – 75	- 0,253 – 0,674	0,45	0,46	0,47	0,49	0,50
30 – 50	70 – 80	- 0,524 – 0,841	0,44	0,45	0,46	0,48	0,49
50 – 70	70 – 85	- 0,524 - 1,037	0,42	0,43	0,44	0,47	0,48
70 – 90	70 – 90	- 0,524 – 1,282	0,40	0,41	0,42	0,45	0,46

Considerando los utilizados en el Diseño Final de Ingeniería, adoptamos:

- *Desviación estándar combinado; 0.49*
- *Nivel de confiabilidad adoptado: 0.90*

5.2 Serviciabilidad

El pavimento se diseña para que sirva por un determinado lapso llamado vida de diseño, que se refiere al periodo durante el cual la serviciabilidad se mantiene dentro de ciertos límites. La ecuación de diseño establece un estado inicial del pavimento (pi) y un nivel de deterioro considerado como final (pf)

Para este proyecto se adoptaron los siguientes valores:

- *Indice de Serviciabilidad Inicial:* 4.2
- *Indice de Serviciabilidad Final:* 2.5

5.3 Módulo Resiliente de la Subrasante (MR)

El Método AASHTO 93 caracteriza las propiedades de los suelos de la subrasante a través del denominado Módulo Resiliente Efectivo (M_R).

A los efectos de adoptar el valor del Modulo Resiliente Efectivo de Proyecto, se utilizan métodos indirectos a través de fórmulas que relaciona el M_R con el ensayo CBR, para el efecto se utilizaron las siguientes fórmulas desarrolladas por el TRRL.

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

$$Mr = 17{,}6 \times CBR^{0.64} (MPa) \quad 2 < CBR < 12$$

$$Mr = 22{,}1 \times CBR^{0.55} (MPa) \quad 12 \leq CBR < 80$$

32
Avenida Yolosi

5.4 Módulo Resiliente de la subrasante con capa de mejoramiento

El módulo elástico de una capa no tratada no es independiente de la capa subyacente, siendo necesario el cálculo del módulo elástico resultante del conjunto subrasante + capa de mejoramiento.

Para el cálculo del módulo resultante del suelo de fundación con subrasante mejorada, se utilizó el siguiente procedimiento para determinar el módulo resiliente de una subrasante que incluye una capa superior de mejoramiento de acuerdo a la siguiente fórmula propuesta en el Manual de carreteras de Paraguay.

$$M_{Rd} = F \cdot M_{Ro}$$

$$1/F = \frac{0.125}{\left[0{,}0156 + h^2 \left(\frac{M_{R1}}{M_{Ro}}\right)^{2/3}\right]^{1/2}} \left(1 - \frac{M_{Ro}}{M_{R1}}\right) + \frac{M_{Ro}}{M_{R1}}$$

Donde:

M_{Rd}: *módulo resiliente de diseño (MPa)*
M_{Ro}: *módulo resiliente de la subrasante (MPa)*
M_{R1}: *módulo resiliente de la capa de mejoramiento (MPa)*
h: *espesor de la capa de mejoramiento (m)*

Los módulos de las capas existentes se han obtenido con el retro cálculo a partir de los datos de deflectometría de la campaña de mediciones realizada por el MOPC con el Deflectómetro de impacto FWD. El retro cálculo a partir de las deflexiones se detalla en el Anexo 1.

Los módulos combinados de subrasante y capa de ripio existente se resumen en el siguiente cuadro:

Tramos	Modulo Subrasante	Modulo Mejoramiento	Espesor m	Modulo Combinado	CBR Equivalente
Ascendente Tramo 1	62	99	0,3	82,5	11,2%
Ascendente Tramo 2	78	179	0,3	127,5	24,2%
Ascendente Tramo 3	67	112	0,3	85,8	11,9%
Descendente Tramo 1	71	85	0,3	79,3	10,5%
Descendente Tramo 2	79	167	0,3	124,3	23,1%
Descendente Tramo 3	77	81	0,3	79,4	10,5%

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

En el sector de ampliación, se tiene previsto la ejecución de un pedraplén de espesores mayores a 40 cm con un módulo elástico estimado de 190 MPa. El módulo elástico de la combinación del terraplén y capa de mejoramiento de un valor de 108 Mpa como valor soporte característico de diseño, que equivale a un suelo con CBR 18%.

Para el diseño por el método AASHTO 93 se ha considerado un valor conservador para el módulo de la subrasante de diseño; se adopta un módulo de diseño de 79,3 Mpa equivalente a una subrasante con CBR 10.5%

5.5 Coeficientes estructurales de las capas

El Método AASHTO 93 enfatiza la conveniencia de asignar el coeficiente estructural adecuado a cada capa del pavimento, considerando las propiedades reales de los materiales que la constituyen. El coeficiente estructural depende directamente del módulo elástico del material constituyente de la capa.

Capas de Concreto Asfáltico

Para capas asfálticas se utiliza la siguiente fórmula propuesta por la Guía de Diseño de Pavimentos AASHTO 93 que relaciona el coeficiente de capa con la Estabilidad Marhall:

$$a_1 = 0{,}0078 \cdot EM^{0{,}441}$$

EM: Estabilidad Marshall en Newton

Para una carpeta de concreto asfáltico con una estabilidad igual o mayor a 11000 Newton (917 kg), se adopta un coeficiente estructural a1 = 0,43 cm.

Para una base de concreto asfáltico con una estabilidad igual o mayor a 8000 Newton (815 kg), se adopta un coeficiente estructural a2 = 0,41 cm.

Bases estabilizadas granulometricamente

Para bases granulares se utiliza la siguiente fórmula que relaciona el coeficiente de capa con el ensayo CBR:

$$a_2 = 0{,}032 \cdot (CBR)^{0{,}32}$$

31
Diciembre 4 (001)

Para una base estabilizada granulométricamente (piedra triturada) con CBR igual o mayor a 100%, se adopta un coeficiente estructural **a_2 = 0,139 cm.**

Para una base estabilizada granulométricamente (piedra triturada) con CBR igual o mayor a 80%, se adopta un coeficiente estructural **a_2 = 0,133 cm.**

Sub Bases estabilizadas granulometricamente

Para sub bases granulares se utiliza la siguiente fórmula que relaciona el coeficiente de capa con el ensayo CBR:

$$a_3 = 0{,}058 \cdot (CBR)^{0{,}19}$$

Para una sub base estabilizada granulométricamente (piedra triturada) con CBR igual o mayor a 90%, se adopta un coeficiente estructural **a_3 = 0,136 cm.**

Para una sub base estabilizada granulométricamente (piedra triturada) con CBR igual o mayor a 70%, se adopta un coeficiente estructural **a_3 = 0,130 cm.**

5.6 Coeficiente de Drenaje (m)

El método AASHTO utiliza un coeficiente de drenaje que modifica la capacidad estructural de las capas no ligadas y está incorporada en la ecuación de diseño. El método propone la siguiente tabla de referencia para adoptar los valores de m.

Calidad del Drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menor a 1 %	1 – 5 %	5 – 25 %	Mayor a 25 %
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Débil	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

En el presente proyecto se han adoptado los siguientes valores:

- $m_2 = 1$
- $m_3 = 1$

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

5.7 Calculo del Número Estructural (SN)

El Método de diseño para pavimentos flexibles utilizado está basado en el Método AASHTO versión 1993. La fórmula general de diseño relaciona la cantidad de ejes equivalentes de 18.000 lbs. (EE) con el Número Estructural y el Nivel de Confianza, de manera que la estructura experimente una pérdida de serviceabilidad determinada.

La Fórmula general es la siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left[\frac{p_i - p_f}{4.2 - 1.5}\right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}[M_R] - 8.07$$

W_{18} = Ejes equivalentes de diseño
SN = Numero Estructural (in)
p_i = Índice de serviciabilidad inicial
p_f = Índice de serviciabilidad final
a_i = Coeficiente Estructural
M_r = Módulo resiliente
Z_r = Nivel de Confiabilidad
S_o = Desviación Estándar Combinada
m_i = Coeficiente de drenaje

5.8 Vida útil en Ejes Equivalentes

La verificación de los paquetes estructurales se resume a continuación:

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

30 (treinta)

Memoria de Cálculo: Diseño Pavimento Asfáltico
Método AASHTO-93

SUBTRAMO 1: 0+000 a 3+410
Diseño Calzada a ser Rehabiltada - Paquete Licitado
Estimación de la vida útil

Datos de Diseño:

1.	Tránsito: EE acumulados total y por capa	5.474.233		2.686.000	
2.	Suelo de Fundación / base: CBR	3,0	%	80	%

Datos de Proyecto:

3.	Nivel de Confiabilidad (R)	90,0%	%
4.	Desviación Normal (So)	0,49	
5.	Indice de Serviciabilidad Inicial (pi)	4,20	
6.	Indice de Serviciabilidad Final (pf)	2,50	

Cálculo Parámetros Fórmula AASHTO-93:

7.	Variación Indice de Serviciabilidad (ΔPSI)	1,7	
8.	Módulo Resiliente Subrasante (Mr)	35,6	MPa
9.	Coeficiente de Confiabilidad	1,282	

10. Cálculo del Número Estructural Requerido:

NE Requerido para estructura	13,31	cm.	5,24	inches
NE Requerido para carpeta asfáltica	5,82	cm.	2,29	inches

11. Diseño Estructura de Pavimento:

11.1 Coeficiente Estructural:	ai	mi
Capa 1: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 9.000 N	0,43	
Capa 2: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 8.000 N	0,41	
Capa 3: Base Granular Estabilizada Granulométricamente CBR 80%	0,13	
Capa 4: Subbase Ripio con CBR 45%	0,12	1,00
Capa 5: Subbase Granular, CBR min. 40%	0,11	1,00

11.2 Diseño de Espesores:

	Espesor (cm)	ai	mi	NEi (cm)
Capa 1	4,0	0,43		1,72
Capa 2	10,0	0,41		4,10
Capa 3	30,0	0,13		3,90
Capa 4	30,0	0,12	1,00	3,59
Capa 5	0,0	0,11	1,00	0,00
	74,0		N.E. Estruct.	13,31
			N.E. Asf.	5,82

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Memoria de Cálculo: Diseño Pavimento Asfáltico
Método AASHTO-93

SUBTRAMO 2: 3+410 a 8+680 y 10+060 a 14+200
Diseño Calzada a ser Rehabilitada - Paquete Licitado
Estimación de la vida útil

Datos de Diseño:

1.	Tránsito: EE acumulados total y por capa	3.496.000		1.091.000	
2.	Suelo de Fundación / base: CBR	3,0	%	80	%

Datos de Proyecto:

3.	Nivel de Confiabilidad (R)	90,0%	%
4.	Desviación Normal (So)	0,49	
5.	Indice de Serviciabilidad Inicial (pi)	4,20	
6.	Indice de Serviciabilidad Final (pf)	2,50	

Cálculo Parámetros Fórmula AASHTO-93:

7.	Variación Indice de Serviciabilidad (ΔPSI)	1,7	
8.	Módulo Resiliente Subrasante (Mr)	35,6	MPa
9.	Coeficiente de Confiabilidad	1,282	

10. Cálculo del Número Estructural Requerido:

NE Requerido para estructura	12,49	cm.	4,92	inches
NE Requerido para carpeta asfáltica	5,00	cm.	1,97	inches

11. Diseño Estructura de Pavimento:

11.1 Coeficiente Estructural:	ai	mi
Capa 1: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 9.000 N	0,43	
Capa 2: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 8.000 N	0,41	
Capa 3: Base Granular Estabilizada Granulométricamente CBR 80%	0,13	
Capa 4: Subbase Ripio con CBR 45%	0,12	1,00
Capa 5: Subbase Granular, CBR min. 40%	0,11	1,00

11.2 Diseño de Espesores:

	Espesor (cm)	ai	mi	NEi (cm)
Capa 1	4,0	0,43		1,72
Capa 2	8,0	0,41		3,28
Capa 3	30,0	0,13		3,90
Capa 4	30,0	0,12	1,00	3,59
Capa 5	0,0	0,11	1,00	0,00
	72,0		N.E. Estruct.	12,49
			N.E. Asf.	5,00

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

29
(veintinueve)

Memoria de Cálculo: Diseño Pavimento Asfáltico
Método AASHTO-93

SUBTRAMO 1: 0+000 a 3+410
Diseño Calzada a ser Rehabilitada - Paquete Propuesto
Estimación de la vida útil

Datos de Diseño:

1.	Tránsito: EE acumulados total y por capa	12.040.000		3.800.000	
2.	Suelo de Fundación / base: CBR	10,5	%	100	%

Datos de Proyecto:

3.	Nivel de Confiabilidad (R)	90,0%	%
4.	Desviación Normal (So)	0,49	
5.	Indice de Serviciabilidad Inicial (pi)	4,20	
6.	Indice de Serviciabilidad Final (pf)	2,50	

Cálculo Parámetros Fórmula AASHTO-93:

7.	Variación Indice de Serviciabilidad (ΔPSI)	1,7	
8.	Módulo Resiliente Subrasante (Mr)	79,3	MPa
9.	Coeficiente de Confiabilidad	1,282	

10. Cálculo del Número Estructural Requerido:

NE Requerido para estructura	11,39	cm.	4,49	inches
NE Requerido para carpeta asfáltica	5,88	cm.	2,31	inches

11. Diseño Estructura de Pavimento:

11.1 Coeficiente Estructural:

	ai	mi
Capa 1: Mezcla Asfáltica en Caliente, Estabilidad Marshall 9.000 N	0,43	
Capa 2: Mezcla Asfáltica en Caliente, Estabilidad Marshall 6.000 N	0,41	
Capa 3: Base Granular Estabilizada Granulométricamente CBR 100%	0,14	
Capa 4: Subbase carpeta existente o base granular CBR 90%	0,14	1,00
Capa 4: Subbase Ripio con CBR 45%	0,12	1,00

11.2 Diseño de Espesores:

	Espesor (cm)	ai	mi	NEi (cm)
Capa 1	7,0	0,43		3,01
Capa 2	7,0	0,41		2,87
Capa 3	18,0	0,14		2,51
Capa 4	22,0	0,14	1,00	3,00
Capa 5	0,0	0,12	1,00	0,00
	54,0		N.E. Estruct.	11,39
			N.E. Asf.	5,88

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Nelson Figueredo Kanm, Msc.
Especialista en Pavimentos

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Memoria de Cálculo: Diseño Pavimento Asfáltico
Método AASHTO-93

SUBTRAMO 2: 3+410 a 8+660 y 10+080 a 14+200
Diseño Calzada a ser Rehabilitada - Paquete Propuesto
Estimación de la vida útil

Datos de Diseño:

1.	Tránsito: EE acumulados total y por capa	12.040.000		3.800.000	
2.	Suelo de Fundación / base: CBR	10,5	%	100	%

Datos de Proyecto:

3.	Nivel de Confiabilidad (R)	90,0%	%
4.	Desviación Normal (So)	0,49	
5.	Indice de Serviciabilidad Inicial (pi)	4,20	
6.	Indice de Serviciabilidad Final (pf)	2,50	

Cálculo Parámetros Fórmula AASHTO-93:

7.	Variación Indice de Serviciabilidad (ΔPSI)	1,7	
8.	Módulo Resiliente Subrasante (Mr)	79,3	MPa
9.	Coeficiente de Confiabilidad	1,282	

10. Cálculo del Número Estructural Requerido:

NE Requerido para estructura	11,39	cm.	4,49	inches
NE Requerido para carpeta asfáltica	5,88	cm.	2,31	inches

11. Diseño Estructura de Pavimento:

11.1 Coeficiente Estructural:

	ai	mi
Capa 1: Mezcla Asfáltica en Caliente, Estabilidad Marshall 9.000 N	0,43	
Capa 2: Mezcla Asfáltica en Caliente, Estabilidad Marshall 6.000 N	0,41	
Capa 3: Base Granular Estabilizada Granulométricamente CBR 100%	0,14	
Capa 4: Subbase carpeta existente o base granular CBR 90%	0,14	1,00
Capa 4: Subbase Ripio con CBR 45%	0,12	1,00

11.2 Diseño de Espesores:

	Espesor (cm)	ai	mi	NEi (cm)
Capa 1	7,0	0,43		3,01
Capa 2	7,0	0,41		2,87
Capa 3	18,0	0,14		2,51
Capa 4	22,0	0,14	1,00	3,00
Capa 5	0,0	0,12	1,00	0,00
	54,0		N.E. Estruct.	11,39
			N.E. Asf.	5,88

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Nelson Figueredo Kanm, Msc.
Especialista en Pavimentos

28
(veinticuatro)

6 Anexo 1: Retrocálculo de los Módulos

ANEXO DE RETRO CÁLCULO

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

27

Remanso - Falcón sentido Ascendente			Prog. Inicio	0+000	Prog. Final	6+334	Datos de Deflectometría		
Progresiva	Distancia (m)	Carga(kgf)	D0 (µm)	D1 (µm)	D2 (µm)	D3 (µm)	D4 (µm)	D5 (µm)	D6 (µm)
0+000	0	4823	177	154	129	151	120	93	77
0+053	53	4969	150	123	100	100	83	59	45
0+102	102	4779	207	165	135	134	111	78	57
0+158	158	4399	202	163	131	131	106	73	53
0+198	198	4385	194	165	135	137	112	86	65
0+257	257	4530	206	179	159	148	123	88	69
0+303	303	4360	181	134	116	117	105	80	65
0+354	354	4357	329	284	239	181	146	94	70
0+402	402	4378	185	148	119	120	101	75	60
0+452	452	4365	179	156	122	124	101	74	57
0+501	501	4415	150	121	100	99	84	64	53
0+553	553	4354	187	146	115	111	93	66	49
0+601	601	4409	181	143	114	109	92	68	54
0+652	652	4385	210	170	140	138	117	85	69
0+705	705	4338	227	188	152	146	122	84	65
0+757	757	4401	126	97	81	78	66	50	39
0+800	800	4340	124	96	79	77	65	49	39
0+855	855	4353	174	129	105	91	73	45	35
0+907	907	4399	122	66	83	93	70	52	43
0+954	954	4363	141	115	103	99	85	65	52
1+006	1006	4347	156	128	107	109	92	70	57
1+059	1059	4345	214	186	155	165	137	105	84
1+099	1099	4340	301	260	225	218	185	130	97
1+150	1150	4348	177	146	122	123	106	79	63
1+211	1211	4354	147	121	103	102	91	68	57
1+256	1256	4354	124	109	89	94	79	61	48
1+306	1306	4388	146	112	91	92	82	65	55
1+359	1359	4377	114	91	79	80	71	56	48
1+404	1404	4406	146	117	93	96	83	66	55
1+448	1448	4394	183	157	128	131	113	86	69
1+503	1503	4395	139	110	94	97	83	66	57
1+550	1550	4365	151	123	105	105	89	67	55
1+599	1599	4379	182	152	127	127	107	77	60
1+658	1658	4330	170	136	112	108	89	62	47
1+707	1707	4387	217	174	149	145	125	91	71
1+756	1756	4382	167	156	131	128	113	86	70
1+807	1807	4333	534	412	329	285	228	144	99
1+853	1853	4345	231	186	163	140	129	90	68
1+909	1909	4332	218	170	138	129	106	76	60
1+959	1959	4372	277	248	205	213	172	123	91
2+002	2002	4367	349	290	229	219	174	117	82
2+050	2050	4355	227	196	165	170	147	112	90
2+104	2104	4362	336	282	232	224	186	129	95
2+151	2151	4358	246	226	184	186	157	113	85
2+206	2206	4367	390	319	274	271	232	162	116
2+256	2256	4329	629	489	385	345	271	172	120
2+304	2304	4369	272	235	185	174	142	100	76
2+350	2350	4352	210	175	141	140	116	84	67
2+400	2400	4375	410	329	266	245	198	131	93
2+453	2453	4359	154	148	120	114	93	66	52
2+501	2501	4332	200	170	145	144	123	89	69
2+557	2557	4381	237	191	156	144	121	85	64
2+600	2600	4350	390	291	225	166	157	101	74
2+657	2657	4336	358	296	243	225	189	125	90
2+702	2702	4347	320	241	203	192	167	116	88
2+755	2755	4286	628	465	357	312	242	140	88
2+802	2802	4300	379	289	236	218	173	115	84
2+852	2852	4331	306	247	202	192	162	116	88
2+903	2903	4346	403	290	222	196	156	104	78
2+957	2957	4374	347	265	211	198	163	109	79
3+000	3000	4372	235	211	178	182	157	119	90
3+050	3050	4350	441	348	282	260	211	136	96
3+110	3110	4347	380	243	204	198	166	116	88
3+151	3151	4358	302	258	213	196	162	106	82
3+201	3201	4338	242	211	183	172	150	107	86
3+252	3252	4341	227	190	162	148	125	88	67
3+298	3298	4305	183	148	128	121	102	75	61

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Remanso - Falcón sentido Ascendente			Prog. Inicio	0+000	Prog. Final	3+554	Datos de Deflectometría		
Progresiva	Distancia (m)	Carga(kgf)	D0 (µm)	D1 (µm)	D2 (µm)	D3 (µm)	D4 (µm)	D5 (µm)	D6 (µm)
3+352	3352	4330	219	177	150	135	117	82	65
3+401	3401	4363	247	200	170	160	135	94	72
3+451	3451	4297	562	451	352	293	229	135	92
3+511	3511	4322	457	338	283	247	204	141	103
3+554	3554	4274	1041	815	682	555	416	225	154
3+598	3598	4365	348	285	243	223	185	135	99
3+652	3652	4320	515	413	360	346	302	206	150
3+706	3706	4351	534	421	342	312	260	185	141
3+757	3757	4321	812	555	522	477	384	253	183
3+854	3854	4370	355	317	261	256	217	158	118
3+911	3911	4333	504	390	320	297	246	174	131
3+953	3953	4290	675	762	537	494	392	247	169
4+000	4000	4304	659	540	434	401	326	213	151
4+053	4053	4350	385	317	264	256	218	150	116
4+112	4112	4350	357	315	268	266	226	161	117
4+156	4156	4323	323	283	232	223	187	133	97
4+202	4202	4353	331	257	210	199	163	114	86
4+250	4250	4335	284	243	188	186	148	101	74
4+307	4307	4341	662	475	371	330	276	170	115
4+347	4347	4331	277	230	194	192	161	114	86
4+402	4402	4319	404	329	252	245	197	128	89
4+448	4448	4346	510	407	313	282	216	126	83
4+500	4500	4326	312	259	202	196	157	106	76
4+557	4557	4355	335	282	224	217	174	117	84
4+601	4601	4391	232	189	154	152	125	88	67
4+651	4651	4379	228	192	157	156	127	84	63
4+702	4702	4354	218	180	157	157	135	101	80
4+752	4752	4326	341	286	219	194	145	94	69
4+801	4801	4346	266	226	178	178	146	101	76
4+856	4856	4347	262	213	172	169	140	99	74
4+908	4908	4388	340	290	225	218	176	119	85
4+953	4953	4389	288	215	170	161	137	97	74
5+006	5006	4358	196	155	130	124	108	83	69
5+056	5056	4317	545	291	241	236	200	141	105
5+101	5101	4319	405	352	302	299	258	190	142
5+152	5152	4316	557	459	337	310	242	150	105
5+200	5200	4347	228	185	154	152	127	88	68
5+250	5250	4341	293	250	212	206	179	116	82
5+302	5302	4376	278	229	190	185	157	110	85
5+350	5350	4324	386	316	258	259	194	128	88
5+397	5397	4338	155	142	118	114	97	70	57
5+454	5454	4346	247	208	176	174	151	113	90
5+504	5504	4312	269	220	185	181	156	111	86
5+552	5552	4296	321	277	239	235	199	141	107
5+616	5616	4338	239	201	168	163	140	102	78
5+658	5658	4318	268	221	186	179	151	106	80
5+709	5709	4316	225	187	156	149	127	87	64
5+750	5750	4321	279	234	195	191	160	110	81
5+804	5804	4285	268	227	178	172	137	90	65
5+851	5851	4375	184	155	126	126	108	80	65
5+915	5915	4528	330	282	224	208	164	103	74
5+953	5953	4334	545	414	313	276	215	135	95
6+001	6001	4389	207	173	143	146	126	98	73
6+051	6051	4369	632	480	365	319	247	149	94
6+099	6099	4385	272	240	186	188	149	98	71
6+152	6152	4385	227	187	137	129	108	72	52
6+204	6204	4310	159	127	103	104	88	63	49
6+255	6255	4284	149	118	95	95	81	58	47
6+302	6302	4336	144	115	93	95	83	61	49
6+350	6350	4376	136	110	90	97	77	57	46
6+419	6419	4340	144	120	98	101	87	67	55
6+455	6455	4339	142	124	106	100	86	65	54
6+501	6501	4368	191	160	134	136	117	85	66
6+555	6555	4363	184	152	131	137	116	86	67
6+555	6555	4342	190	162	129	138	115	89	67
6+606	6606	4337	145	127	100	101	88	66	54
6+650	6650	4362	135	112	92	93	80	60	49

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

26

Ramaldo - Falcón Lentido Ascendente			Prog. Inicio	6+000	Prog. Final	9+554	Datos de Deflectometría		
Progresiva	Distancia (m)	Carga(kg)	D0 (µm)	D1 (µm)	D2 (µm)	D3 (µm)	D4 (µm)	D5 (µm)	D6 (µm)
6+700	6700	4321	168	140	112	118	100	75	60
6+751	6751	4309	168	148	117	119	98	68	53
6+804	6804	4353	152	125	101	104	85	62	48
6+853	6850	4364	270	234	195	194	163	114	85
6+904	6904	4291	379	324	261	254	205	157	96
6+949	6949	4364	339	288	229	217	172	109	77
7+000	7000	4348	395	337	273	236	214	144	103
7+049	7049	4355	288	247	203	185	165	114	85
7+101	7101	4331	261	219	177	173	147	102	76
7+152	7152	4357	317	263	204	192	151	99	73
7+206	7206	4333	363	307	250	245	202	134	95
7+249	7249	4320	291	248	204	202	166	116	84
7+301	7301	4374	306	258	205	198	150	105	75
7+351	7351	4336	284	236	194	195	161	111	81
7+402	7402	4358	429	369	288	265	206	134	96
7+451	7451	4415	172	140	115	117	97	71	54
7+500	7500	4345	179	143	116	118	97	71	57
7+552	7552	4340	175	142	122	117	98	68	49
7+601	7601	4331	175	143	115	116	100	73	57
7+659	7659	4298	431	338	249	245	194	132	75
7+701	7701	4322	300	239	198	188	148	94	69
7+755	7755	4317	215	178	148	151	129	96	75
7+806	7806	4299	304	252	206	200	154	110	80
7+855	7855	4332	279	215	174	167	137	91	69
7+915	7915	4311	311	258	210	203	155	107	73
7+946	7946	4312	498	375	286	239	174	102	70
8+002	8002	4315	605	475	313	280	215	134	94
8+051	8051	4327	435	352	262	240	188	123	87
8+104	8104	4325	243	186	151	143	126	82	62
8+154	8154	4327	348	300	251	243	205	141	101
8+201	8201	4285	435	339	257	223	170	98	67
8+252	8252	4317	197	154	141	143	124	97	77
8+302	8302	4299	466	502	411	377	310	212	155
8+351	8351	4315	575	632	553	344	299	220	180
8+407	8407	4311	642	527	429	415	348	247	183
8+455	8455	4334	354	474	379	352	295	206	148
8+517	8517	4330	220	175	134	150	138	111	97
8+558	8558	4304	347	297	247	255	222	167	132
8+602	8602	4339	167	188	111	122	105	87	75
8+683	8683	4339	246	225	178	161	151	116	104
8+750	8750	4326	262	229	196	201	181	142	115
8+802	8802	4293	299	284	223	229	197	147	118
8+853	8853	4310	371	315	266	254	227	163	121
8+906	8906	4315	174	147	122	122	106	82	66
8+953	8953	4332	280	244	197	199	172	126	97
9+002	9002	4298	782	605	465	402	294	173	119
9+057	9057	4323	401	322	265	261	212	146	102
9+102	9102	4348	228	178	142	143	121	88	69
9+154	9154	4360	234	194	166	162	133	101	76
9+202	9202	4311	189	156	125	127	106	77	60
9+253	9253	4314	261	210	171	172	145	105	80
9+300	9300	4363	205	180	144	152	127	94	73
9+348	9348	4298	426	337	265	258	210	143	102
9+402	9402	4290	350	326	258	247	203	138	98
9+453	9453	4337	390	327	265	256	212	145	107
9+505	9505	4271	522	535	420	400	321	208	141
9+554	9554	4297	348	248	175	149	107	67	53
Promedio			302	247	200	191	159	108	82
Percentil 80			510	412	320	293	232	181	116

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ramaldo - Falcón Lentido Ascendente			Prog. Inicio	6+000	Prog. Final	9+554	Datos de Deflectometría		
Progresiva	Distancia (m)	Carga(kg)	D0 (µm)	D1 (µm)	D2 (µm)	D3 (µm)	D4 (µm)	D5 (µm)	D6 (µm)

Resultados del Retroajuste modular

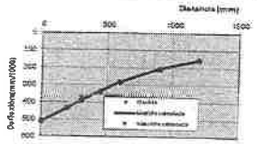
Observaciones al ajuste: Número de Iteraciones 7, Convergencia de módulos.

Tipo de medición de la deformada: ABSOLUTA FWD

Deformada (mm/1000)

Distancia(mm)	0	200	300	450	600	900	1,200		Radio Curv.
Medida	515	420	365	348	297	204	160		0 (m)
Calculada	512	434	391	333	283	207	164		283
Error	1	4	26	13	9	3	4		258
									Error: 8,1%

Estructura	Tipo de Capa	Espesor (mm)	Módulo (MPa)
	Asfáltica CA	220	1974
	Sub Base Granular	600	38
	Subrasante		82



Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

25

Remiamos - Falcón Sentido Ascendente			Prog. Inicio	9+604	Prog. Final	12+229	Datos de Deflectometría		
Progresiva	Distancia (m)	Carga(kgf)	D0 (µm)	D1 (µm)	D2 (µm)	D3 (µm)	D4 (µm)	D5 (µm)	D6 (µm)
9+604	9604	4847	168	135	108	264	178	160	121
9+658	9658	4855	159	124	95	95	77	54	42
9+707	9707	4825	217	176	137	129	105	90	52
9+754	9754	4857	199	152	120	123	104	75	59
9+811	9811	4829	384	286	207	192	151	93	64
9+847	9847	4806	275	233	193	192	161	112	81
9+903	9903	4810	191	161	132	135	115	87	69
9+955	9955	4247	237	191	148	144	117	51	52
10+005	10005	4332	226	192	158	161	137	95	67
10+055	10055	4325	242	198	153	157	134	93	76
10+100	10100	4320	173	143	113	113	93	64	50
10+257	10257	4310	402	345	292	289	247	182	138
10+302	10302	4321	310	259	211	214	184	132	101
10+355	10355	4286	540	412	327	286	237	152	112
10+406	10406	4250	553	420	316	278	237	164	124
10+457	10457	4324	288	227	178	169	140	97	71
10+504	10504	4295	367	313	256	266	230	169	128
10+566	10566	4291	547	407	352	339	270	174	130
10+612	10612	4260	520	412	326	310	264	[illegible]	137
10+651	10651	4334	248	205	168	169	140	101	78
10+704	10704	4276	538	454	350	343	290	205	150
10+755	10755	4291	341	271	221	217	180	123	90
10+813	10813	4292	429	356	295	292	248	165	121
10+866	10866	4273	321	272	228	229	199	145	112
10+920	10920	4264	270	227	185	189	161	117	90
10+952	10952	4313	190	150	120	118	99	70	54
11+002	11002	4332	252	199	153	149	123	83	66
11+050	11050	4316	195	159	127	130	111	81	65
11+100	11100	4344	159	124	98	102	81	68	55
11+152	11152	4305	176	140	111	115	98	72	57
11+201	11201	4331	196	160	103	106	91	66	56
11+256	11256	4320	281	216	174	177	150	110	86
11+302	11302	4348	410	319	258	248	220	138	97
11+351	11351	4294	428	346	284	278	236	150	106
11+405	11405	4286	301	264	215	217	179	115	84
11+463	11463	4318	146	115	98	102	88	64	52
11+506	11506	4334	469	369	282	265	219	149	105
11+552	11552	4307	386	237	192	196	165	116	87
11+602	11602	4294	311	251	202	201	199	119	90
11+653	11653	4304	305	254	198	200	162	109	77
11+710	11710	4316	149	122	96	100	85	64	51
11+761	11761	4317	219	183	147	152	128	80	64
11+800	11800	4305	205	165	137	139	120	91	73
11+856	11856	4278	326	233	172	160	132	67	67
11+895	11895	4335	159	140	119	118	101	75	59
11+958	11958	4379	121	93	75	77	63	46	35
12+009	12009	4344	120	99	81	89	68	49	37
12+071	12071	4289	108	86	69	74	63	46	39
12+123	12123	4312	203	164	135	138	118	85	66
12+169	12169	4304	130	174	133	132	109	70	56
12+229	12229	4315	217	192	139	138	113	83	64
Promedio			206	201	159	163	152	106	79
Percentil 90			469	369	245	292	243	169	124

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Remiamos - Falcón Sentido Ascendente			Prog. Inicio	9+604	Prog. Final	12+229	Datos de Deflectometría		
Progresiva	Distancia (m)	Carga(kgf)	D0 (µm)	D1 (µm)	D2 (µm)	D3 (µm)	D4 (µm)	D5 (µm)	D6 (µm)

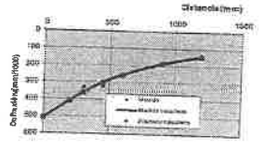
Resultados del Retroajuste modular

Observaciones al ajuste: Número de Iteraciones 3. Convergencia de módulos.

Tipo de medición de la deformada: ABSOLUTA FWD

Deformada (mm/1000)									Radio Curv.
Distancia(mm)	0	300	300	450	600	900	1200		R (m)
Medida	659	417	326	330	294	198	137		217
Calculada	608	406	369	301	254	198	145		196
Error	1	11	31	18	9	2	9		Eprom 11,8

Estructura	Tipo de Capa	Espesor (mm)	Módulo (MPa)
	Asfáltica CA	220	1310
	Sub Base Granular	300	177
	Subrasante		56



Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

24
(vuelta cuadro)

Remanso - Falcón sentido Ascendente			Prog. Inicio	14+000	Prog. Final	15+201	Datos de Deflectometría		
Progresiva	Distancia (m)	Carga(Kg)	D0 (µm)	D1 (µm)	D2 (µm)	D3 (µm)	D4 (µm)	D5 (µm)	D6 (µm)
14+000	14000	4222	281	577	424	354	264	138	94
14+200	14200	4344	214	174	136	135	111	75	56
14+235	14235	4279	253	212	168	170	142	101	76
14+311	14311	4291	262	218	178	181	154	114	88
14+370	14370	4313	262	218	185	170	140	98	74
14+407	14407	4318	316	282	194	190	154	104	76
14+463	14463	4289	272	224	178	178	147	101	77
14+521	14511	4315	260	199	146	145	112	75	59
14+578	14578	4316	180	154	126	131	112	83	65
14+653	14653	4315	382	311	247	234	187	121	83
14+711	14711	4245	1179	880	663	555	407	220	153
14+782	14782	4250	781	565	407	355	244	152	111
14+875	14875	4272	620	485	372	334	258	158	110
15+000	15000	4317	450	377	305	303	252	177	130
15+059	15059	4321	1306	1035	784	676	506	306	190
15+105	15105	4293	450	337	291	250	232	151	118
15+174	15174	4281	558	454	378	367	308	215	159
15+245	15245	4299	404	385	299	265	205	119	81
15+314	15314	4278	191	149	118	118	98	70	53
15+359	15359	4295	177	166	207	203	170	115	86
15+435	15435	4254	640	529	410	386	313	196	122
15+502	15502	4279	402	337	287	264	219	151	103
15+572	15572	4328	278	216	176	170	141	99	78
15+628	15628	4294	345	287	229	231	192	136	103
15+697	15697	4278	263	210	167	168	142	102	77
15+756	15756	4233	519	422	333	319	256	164	115
15+831	15831	4268	357	285	244	241	201	142	103
15+903	15903	4305	306	240	189	198	159	111	83
15+979	15979	4253	220	175	139	139	114	80	61
16+048	16048	4262	576	285	217	201	155	96	68
16+113	16113	4281	193	155	127	133	112	80	62
16+176	16176	4298	192	155	124	126	110	81	63
16+273	16273	4295	122	93	76	82	70	54	44
16+273	16273	4281	123	96	77	83	72	55	44
16+273	16273	4296	123	96	73	81	70	54	43
16+311	16311	4274	233	195	158	161	138	101	77
16+399	16399	4287	215	179	142	141	118	85	63
16+428	16428	4285	258	204	164	168	135	99	68
16+530	16530	4284	249	204	166	164	127	73	47
16+597	16597	4285	271	206	169	157	122	79	57
16+684	16684	4256	388	312	241	239	187	119	64
16+759	16759	4239	568	488	351	302	231	136	93
16+819	16819	4271	396	312	246	233	188	126	94
16+883	16883	4249	580	468	357	330	256	153	103
16+960	16960	4202	554	506	393	345	266	160	109
17+022	17022	4201	853	649	479	419	312	178	117
17+082	17082	4231	652	531	471	408	298	183	106
17+157	17157	4322	347	273	211	202	152	100	74
17+206	17206	4261	355	305	239	232	189	126	91
17+279	17279	4265	372	290	226	217	173	114	83
17+358	17358	4232	622	466	359	296	223	135	94
17+415	17415	4267	427	358	265	243	189	132	93
17+474	17474	4263	452	354	272	260	205	132	96
17+525	17525	4275	368	289	275	217	176	120	89
17+638	17638	4264	392	312	248	246	205	143	100
17+755	17755	4272	557	380	284	221	162	97	71
17+812	17812	4270	926	676	525	420	303	168	107
17+872	17872	4322	365	270	204	189	145	89	62
17+898	17898	4297	275	218	168	159	123	76	54
17+964	17964	4300	342	268	206	187	140	81	54
18+019	18019	4281	345	268	202	189	145	86	58
18+063	18063	4295	423	329	256	235	185	114	82
18+119	18119	4295	361	282	217	201	158	95	64
18+153	18153	4290	368	280	209	192	143	90	58
18+206	18206	4281	334	240	181	177	137	85	58
18+255	18255	4279	333	259	198	189	151	102	77
18+307	18307	4265	409	324	254	230	180	109	77
18+378	18378	4274	319	249	194	177	138	87	61
18+428	18428	4256	372	295	228	205	158	96	65

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Remanso - Falcón sentido Ascendente			Prog. Inicio	14+000	Prog. Final	15+201	Datos de Deflectometría		
Progresiva	Distancia (m)	Carga(Kg)	D0 (µm)	D1 (µm)	D2 (µm)	D3 (µm)	D4 (µm)	D5 (µm)	D6 (µm)
18+520	18520	4237	513	406	314	285	227	134	95
18+558	18558	4285	262	209	166	156	126	90	70
18+615	18615	4259	370	281	216	195	154	97	72
18+664	18664	4294	334	256	198	183	151	99	69
18+726	18726	4222	436	352	272	271	219	145	105
18+770	18770	4295	431	344	267	256	202	128	89
18+862	18862	4250	580	300	234	223	179	116	85
18+905	18905	4280	543	419	312	285	217	130	88
18+957	18957	4265	456	355	220	194	147	92	69
19+001	19001	4251	439	318	247	228	175	114	82
19+065	19065	4342	575	429	339	375	207	118	79
19+107	19107	4255	178	140	105	103	87	57	56
19+154	19154	4299	234	188	171	115	90	64	52
19+201	19201	4272	342	235	164	158	119	82	68
Promedio			410	319	248	229	181	116	83
Percentil 80			536	401	302	343	253	163	111

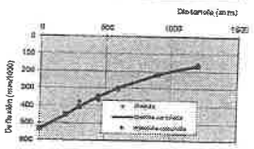
Resultados del Retroajuste modular

Observaciones al ajuste — Número de iteraciones 4, Convergencia de módulos.

Tipo de medición de la deformacio — ABSOLUTA FWD

	Deformada (mm/1000)								Radio Cuv
Distancia(mm)	0	200	300	450	600	900	1200		0 (m)
Medida	539	454	378	367	308	215	159		238
Calculado	534	441	406	347	297	218	157		241
Error	4	1	28	20	11	4	1		Error 11,1

Estructura	Tipo de Capa	Espesor (mm)	Módulo (MPa)
	Asfáltica CA	220	1629
	Sub Base Granular	300	112
	Subrasante		57



Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

23
veintitrés

Remanso - Falcón sentido Descendente			Prog. Inicio	0+000	Prog. Final	5+345	Datos de Deflectometría		
Progresiva	Distancia (m)	Carga(kgf)	D0 (µm)	D1 (µm)	D2 (µm)	D3 (µm)	D4 (µm)	D5 (µm)	D6 (µm)
0+000	0	4265	159	130	104	100	88	70	57
0+022	22	4279	121	99	85	89	80	62	51
0+070	70	4518	171	141	116	117	99	73	52
0+120	120	4362	140	117	97	100	86	68	49
0+165	165	4316	153	121	100	103	90	67	54
0+221	221	4341	171	136	110	112	96	72	57
0+272	272	4333	219	173	140	146	125	90	66
0+309	309	4345	196	158	128	138	119	91	70
0+373	373	4358	184	182	144	139	117	86	58
0+425	425	4345	150	119	96	102	89	68	56
0+471	471	4315	153	126	103	98	82	58	44
0+523	523	4317	186	142	111	109	86	57	42
0+572	572	4303	183	150	122	124	103	74	57
0+618	618	4313	164	125	98	95	77	56	45
0+669	669	4346	177	138	109	106	88	61	47
0+721	721	4337	227	156	119	101	78	50	38
0+775	775	4316	214	162	121	112	87	57	42
0+809	809	4328	146	109	80	206	105	110	80
0+873	873	4365	143	113	92	94	80	59	47
0+925	925	4351	156	117	96	93	82	60	49
0+973	973	4325	144	117	97	97	84	64	51
1+028	1028	4319	265	212	169	157	140	100	76
1+074	1074	4340	163	128	105	107	86	66	51
1+118	1118	4395	176	144	117	119	102	76	60
1+170	1170	4385	153	116	94	97	83	65	53
1+226	1226	4365	157	128	104	108	92	68	53
1+263	1263	4319	175	137	112	114	99	75	63
1+330	1330	4223	105	138	114	118	104	80	66
1+372	1372	4329	150	131	110	110	96	73	60
1+411	1411	4316	133	119	95	92	81	60	47
1+470	1470	4368	146	115	91	95	84	64	53
1+519	1519	4349	264	223	180	180	155	107	81
1+558	1558	4334	237	202	168	167	142	101	75
1+626	1626	4279	335	404	311	278	217	129	89
1+670	1670	4321	195	139	110	153	128	88	68
1+724	1724	4301	147	266	206	190	151	97	71
1+773	1773	4308	124	263	207	195	157	106	79
1+825	1825	4361	221	187	153	157	136	101	81
1+866	1866	4366	414	327	257	247	200	133	97
1+928	1928	4336	717	522	404	356	273	162	106
1+973	1973	4300	245	258	209	199	171	126	96
2+021	2021	4335	580	454	367	343	281	181	126
2+072	2072	4287	570	453	371	334	272	179	124
2+116	2116	4314	377	318	272	258	230	154	112
2+168	2168	4358	298	249	215	205	175	125	95
2+218	2218	4323	586	516	406	360	279	168	107
2+273	2273	4319	569	431	328	297	227	134	89
2+316	2316	4312	311	254	204	193	156	104	77
2+370	2370	4331	254	208	168	166	136	92	69
2+426	2426	4311	247	204	165	165	137	94	71
2+476	2476	4308	219	178	146	149	129	88	70
2+519	2519	4293	235	196	158	160	134	96	74
2+567	2567	4335	217	177	146	150	128	94	74
2+623	2623	4328	289	243	204	196	171	120	87
2+669	2669	4318	206	171	145	137	115	81	61
2+722	2722	4292	471	351	259	245	190	115	79
2+774	2774	4327	448	370	294	276	217	133	86
2+804	2804	4357	556	277	223	203	170	115	82
2+873	2873	4302	550	411	325	306	245	156	106
2+926	2926	4239	486	375	289	272	214	134	95
2+965	2965	4314	513	395	307	284	225	142	102
3+023	3023	4352	259	200	158	158	128	92	69
3+067	3067	4360	246	206	164	152	131	92	69
3+112	3112	4368	241	199	151	152	120	82	62
3+173	3173	4353	252	210	170	166	137	94	69
3+218	3218	4336	250	196	154	148	122	84	65
3+255	3255	4326	200	166	132	135	113	81	63
3+313	3313	4331	308	254	207	207	175	127	95

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Remanso - Falcón sentido Descendente			Prog. Inicio	0+000	Prog. Final	5+345	Datos de Deflectometría		
Progresiva	Distancia (m)	Carga(kgf)	D0 (µm)	D1 (µm)	D2 (µm)	D3 (µm)	D4 (µm)	D5 (µm)	D6 (µm)
3+377	3377	4319	393	266	211	201	163	110	78
3+424	3424	4328	372	337	260	260	222	157	115
3+475	3475	4350	400	341	281	285	242	173	130
3+524	3524	4313	588	457	359	314	235	122	94
3+571	3571	4352	377	288	222	212	173	116	85
3+621	3621	4314	877	690	548	514	413	273	194
3+674	3674	4301	517	412	325	320	243	159	115
3+710	3710	4329	348	273	219	212	179	126	95
3+755	3755	4349	374	323	249	225	184	117	86
3+824	3824	4322	452	379	281	268	214	142	104
3+868	3868	4311	495	386	307	275	218	138	98
3+926	3926	4302	758	650	537	506	413	266	189
3+970	3970	4292	616	518	422	393	322	202	134
4+022	4022	4335	426	316	246	219	190	105	74
4+076	4076	4320	749	578	451	402	307	174	104
4+119	4119	4339	365	286	219	257	161	105	76
4+162	4162	4305	499	360	274	234	178	98	66
4+220	4220	4340	430	305	234	204	156	96	67
4+275	4275	4351	354	274	214	196	156	97	68
4+326	4326	4284	450	352	280	265	218	143	100
4+374	4374	4349	320	253	200	193	156	103	73
4+425	4425	4374	406	326	264	242	183	120	81
4+470	4470	4371	441	341	254	233	182	112	77
4+515	4515	4367	433	347	274	250	193	113	82
4+574	4574	4302	748	561	406	339	239	127	80
4+626	4626	4392	557	448	351	317	249	150	98
4+674	4674	4389	729	522	379	314	229	133	90
4+725	4725	4327	375	305	240	226	181	120	86
4+767	4767	4323	406	318	251	239	191	126	87
4+825	4825	4306	349	293	241	232	191	125	91
4+875	4875	4305	471	338	242	212	156	106	79
4+893	4893	4355	244	210	170	168	140	98	74
4+941	4941	4355	423	346	272	255	200	127	90
4+991	4991	4359	325	274	222	217	179	119	86
5+033	5033	4257	586	475	374	334	260	150	109
5+090	5090	4293	560	449	351	315	242	149	106
5+090	5090	4307	565	457	360	322	244	150	106
5+145	5145	4306	317	261	216	208	171	115	85
5+197	5197	4332	345	290	242	234	196	133	95
5+248	5248	4308	233	189	153	150	125	88	68
5+294	5294	4351	170	139	115	119	104	81	66
5+343	5343	4323	176	143	116	117	100	74	59
5+397	5397	4330	201	164	136	136	122	90	71
5+437	5437	4306	246	210	168	165	135	94	72
5+494	5494	4316	265	215	179	179	150	104	79
5+548	5548	4325	228	194	158	158	129	93	72
5+594	5594	4349	245	208	165	157	137	100	77
5+638	5638	4353	187	157	130	131	110	80	61
5+688	5688	4322	220	179	147	148	127	92	71
5+741	5741	4355	208	175	138	139	116	82	62
5+788	5788	4316	226	188	154	155	131	93	71
5+835	5835	4360	236	192	157	151	124	84	62
5+893	5893	4348	197	153	135	139	117	86	66
5+946	5946	4327	458	369	284	259	200	126	88
5+999	5999	4420	253	201	159	154	124	85	63
6+043	6043	4377	316	250	195	185	144	99	71
6+090	6090	4327	248	220	164	161	133	90	67
6+146	6146	4412	257	223	180	177	145	97	70
6+189	6189	4364	556	424	315	293	224	133	89
6+245	6245	4347	224	181	150	143	120	84	62
6+296	6296	4339	161	133	111	112	97	73	58
6+337	6337	4264	439	352	297	270	218	140	100
6+393	6393	4349	165	134	111	108	94	70	55
6+444	6444	4315	259	208	175	164	138	97	72
6+495	6495	4333	275	225	188	179	149	101	75
6+546	6546	4355	161	129	110	108	95	70	55
6+596	6596	4374	284	226	193	192	160	110	80
6+645	6645	4370	202	173	149	148	125	94	75

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

22
(veintidos)

Remanso - Falcón sentido Descendente			Prog. Inicio	6+300	Prog. Final	9+345	Datos de Deflectometría			
Progresiva	Distancia (m)	Carga(kgf)	D0 (µm)	D1 (µm)	D2 (µm)	D3 (µm)	D4 (µm)	D5 (µm)	D6 (µm)	
6+694	6694	4356	559	432	332	286	205	119	77	
6+739	6739	4294	267	236	187	101	159	103	74	
6+797	6797	4314	477	379	297	275	221	141	99	
6+848	6848	4343	308	252	203	198	160	108	77	
6+900	6900	4364	293	240	193	184	150	99	73	
6+947	6947	4365	423	340	264	241	183	121	75	
6+992	6992	4292	423	356	290	274	222	142	97	
7+048	7048	4319	287	228	186	135	155	109	81	
7+101	7101	4324	173	148	122	123	104	74	53	
7+157	7157	4329	337	286	235	232	194	129	91	
7+247	7247	4335	280	215	177	171	137	88	62	
7+297	7297	4335	273	225	179	170	138	95	71	
7+345	7345	4306	624	469	359	304	231	133	92	
7+398	7398	4319	408	325	252	231	180	110	76	
7+460	7460	4318	561	395	292	246	193	105	70	
7+541	7541	4345	157	128	106	105	88	64	51	
7+591	7591	4346	297	230	174	217	178	126	93	
7+637	7637	4296	457	357	283	259	200	123	86	
7+695	7695	4300	176	131	121	117	104	77	51	
7+740	7740	4331	256	211	169	161	131	92	71	
7+786	7786	4348	195	185	138	140	121	92	72	
7+837	7837	4329	197	166	138	137	117	83	55	
7+893	7893	4341	120	258	219	213	172	119	83	
7+938	7938	4334	479	356	287	255	202	127	93	
7+992	7992	4317	359	295	236	230	188	131	95	
8+040	8040	4337	377	268	186	222	183	121	87	
8+090	8090	4362	200	169	141	146	128	97	77	
8+149	8149	4337	990	315	256	240	198	131	87	
8+195	8195	4326	454	355	277	254	202	130	103	
8+247	8247	4336	513	428	349	330	284	213	167	
8+295	8295	4333	525	508	415	387	320	216	158	
8+347	8347	4309	645	711	583	545	448	310	220	
8+401	8401	4352	425	348	286	275	231	164	122	
8+449	8449	4346	237	213	182	192	174	143	120	
8+496	8496	4318	295	219	189	166	176	135	114	
8+538	8538	4335	169	135	118	118	104	86	72	
8+545	8545	4315	229	189	170	181	162	131	109	
8+634	8634	4351	175	163	136	150	139	119	104	
8+743	8743	4333	528	464	372	351	278	188	135	
8+827	8827	4306	374	320	252	266	220	158	121	
8+885	8885	4348	177	149	118	129	108	85	74	
8+941	8941	4386	338	305	248	239	201	140	102	
8+998	8998	4354	536	415	320	291	230	145	97	
9+048	9048	4348	531	417	327	258	234	146	99	
9+098	9098	4239	596	457	361	328	260	164	114	
9+143	9143	4311	156	129	109	110	96	71	60	
9+191	9191	4328	284	219	176	159	142	103	78	
9+245	9245	4352	213	172	141	136	115	79	54	
9+287	9287	4361	565	302	254	243	203	148	109	
9+345	9345	4355	598	454	372	341	285	196	144	
Promedio			358	278	215	204	166	112	82	
Percentil 90			560	452	365	315	243	158	112	

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de O

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Remanso - Falcón sentido Descendente			Prog. Inicio	6+300	Prog. Final	9+345	Datos de Deflectometría		
Progresiva	Distancia (m)	Carga(kgf)	D0 (µm)	D1 (µm)	D2 (µm)	D3 (µm)	D4 (µm)	D5 (µm)	D6 (µm)

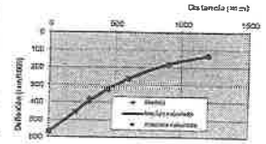
Resultados del Retroajuste modular

Observaciones al ajuste: Número de Iteraciones 2, Convergencia de módulos.

Tipo de medición de la deformada: ABSOLUTA FWD

Deformada (micrón/1000)									Radio Curv.
Distanciamiento	0	200	300	450	600	900	1200		0 (m)
Medida	979	456	376	334	272	179	126		176
Calculada	987	453	396	322	263	181	132		175
Error	0	3	19	12	9	2	6		Eprom 7,7

Estructura	Tipo de Capa	Espesor (mm)	Módulo (MPa)
	Asfáltica CA	220	1261
	Sub Base Granular	300	85
	Subrasante		74



Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

21
(veintiuno)

Ramasco - Falcón sentido Descendente			Progr. Inicio	9+500	Progr. Final	12+100	Datos de Deflectometría			
Progresiva	Distancia (m)	Carga(kgf)	D0 (µm)	D1 (µm)	D2 (µm)	D3 (µm)	D4 (µm)	D5 (µm)	D6 (µm)	D7 (µm)
9+500	9500	4395	278	238	185	200	174	133	108	
9+545	9545	4365	337	294	234	243	207	146	110	
9+600	9600	4337	251	212	171	173	144	100	72	
9+646	9646	4375	182	143	115	111	91	62	43	
9+696	9696	4388	195	163	135	136	117	87	64	
9+747	9747	4388	237	200	166	166	140	98	73	
9+796	9796	4329	460	362	281	252	200	133	97	
9+848	9848	4348	167	135	110	112	93	68	52	
9+891	9891	4318	176	153	122	118	95	67	50	
9+946	9946	4334	151	127	104	104	87	64	50	
10+001	10001	4352	157	131	110	112	94	72	56	
10+050	10050	4291	172	143	115	112	93	67	53	
10+095	10095	4335	444	360	285	272	219	142	99	
10+139	10139	4359	295	258	220	226	195	152	120	
10+242	10242	4254	746	574	434	372	273	169	112	
10+291	10291	4351	387	321	260	259	217	148	114	
10+350	10350	4331	194	165	137	136	115	84	66	
10+395	10395	4371	194	153	133	133	109	78	53	
10+440	10440	4305	644	515	394	360	290	194	137	
10+493	10493	4326	338	339	280	279	224	161	117	
10+549	10549	4311	597	490	393	369	299	198	135	
10+595	10595	4330	376	332	282	283	244	180	137	
10+647	10647	4393	674	525	406	358	271	164	109	
10+697	10697	4312	609	485	380	345	276	175	129	
10+744	10744	4327	492	353	282	274	215	152	114	
10+801	10801	4350	276	233	195	201	172	129	100	
10+847	10847	4341	331	282	240	235	197	138	98	
10+890	10890	4353	334	253	198	180	148	101	75	
10+948	10948	4316	238	214	161	154	126	87	63	
10+996	10996	4354	290	245	205	200	169	122	85	
11+042	11042	4352	190	161	137	141	124	96	77	
11+095	11095	4315	231	210	165	152	124	87	66	
11+135	11135	4333	172	148	124	129	124	91	77	
11+200	11200	4334	197	169	139	136	113	83	65	
11+238	11238	4348	193	158	126	126	109	80	63	
11+306	11306	4344	163	137	112	111	96	71	57	
11+400	11400	4351	269	247	199	200	169	116	85	
11+556	11556	4371	245	202	163	157	132	93	72	
11+598	11598	4428	205	197	158	155	136	86	66	
11+645	11645	4372	155	129	109	110	95	79	60	
11+690	11690	4372	151	120	91	94	80	59	49	
11+746	11746	4409	213	175	144	136	116	88	61	
11+796	11796	4330	174	145	119	126	109	86	71	
11+848	11848	4348	150	131	107	114	100	80	67	
11+894	11894	4345	164	142	121	123	112	91	74	
11+946	11946	4321	527	434	343	306	242	147	38	
11+996	11996	4395	116	96	82	84	68	50	36	
12+073	12073	4370	271	229	187	184	155	25	57	
12+100	12100	4329	116	95	79	80	70	53	44	
Promedio			291	239	193	186	154	106	81	
Percentil 85			541	444	348	314	248	165	118	

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ramasco - Falcón sentido Descendente			Progr. Inicio	9+500	Progr. Final	12+100	Datos de Deflectometría		
Progresiva	Distancia (m)	Carga(kgf)	D0 (µm)	D1 (µm)	D2 (µm)	D3 (µm)	D4 (µm)	D5 (µm)	D6 (µm)

Resultados del Retroajuste modular

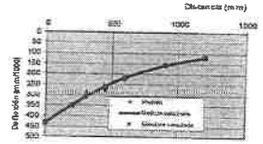
Observaciones el ajuste — Número de Iteraciones 2, Convergencia de módulos,

Tipo de medición de la deformada — ABSOLUTA FWD

Deformada (mm/1000)

Distancia(mm)	0	200	300	450	600	900	1200		Radio Curv. D (m)
Medida	432	353	288	274	225	152	114		232
Calculada	430	348	305	267	217	157	119		244
Error	2	5	23	17	8	5	6		Error < 3

Estructura	Tipo de Capa	Espesor (mm)	Módulo (MPa)
	Asfáltica CA	220	1708
	S.C. Base granular	300	167
	Subrasante		79



Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

20 (veinte)

Retroceso - Falso sentido Descendente			Progr. Inicio	14+141	Progr. Final	15+560	Datos de Deflectometría		
Progresiva	Distancia (m)	Carga(kg)	D0 (µm)	D1 (µm)	D2 (µm)	D3 (µm)	D4 (µm)	D5 (µm)	D6 (µm)
14+141	14141	4398	350	136	117	118	101	72	39
14+170	14170	4339	286	251	209	207	180	137	101
14+225	14225	4338	321	263	233	214	179	120	89
14+279	14279	4370	330	198	168	159	148	111	88
14+314	14314	4374	269	246	214	206	179	131	100
14+364	14364	4356	373	225	193	185	158	114	84
14+422	14422	4353	246	232	179	178	151	110	83
14+479	14479	4369	370	137	112	108	87	52	48
14+520	14520	4405	100	71	54	48	40	29	23
14+578	14578	4432	228	185	143	139	118	85	63
14+637	14637	4418	584	442	354	321	256	149	100
14+700	14700	4313	790	546	422	358	269	161	116
14+773	14773	4325	694	514	387	322	232	135	94
14+822	14822	4352	389	307	242	231	188	127	90
14+866	14866	4382	351	263	186	239	182	136	101
14+913	14913	4405	291	260	198	171	147	112	89
14+968	14968	4371	483	423	347	313	266	178	122
15+021	15021	4363	370	279	235	241	210	150	123
15+073	15073	4338	677	565	450	431	410	306	239
15+126	15126	4366	306	252	213	217	201	145	113
15+173	15173	4352	471	418	369	360	317	239	187
15+216	15216	4464	150	126	105	99	83	61	49
15+266	15266	4350	406	325	260	230	187	129	97
15+315	15315	4330	273	219	174	162	129	84	59
15+369	15369	4361	362	249	205	194	161	109	78
15+415	15415	4335	242	218	187	183	170	135	110
15+469	15469	4340	354	306	261	260	225	184	139
15+522	15522	4379	261	224	190	182	154	107	80
15+578	15578	4402	283	203	159	153	128	83	63
15+619	15619	4358	1006	744	546	426	315	173	116
15+671	15671	4361	254	157	139	134	107	77	53
15+722	15722	4377	242	205	172	168	146	106	80
15+775	15775	4375	439	278	255	220	199	144	108
15+816	15816	4373	278	244	198	187	171	123	93
15+863	15863	4360	203	169	146	140	125	92	72
15+920	15920	4350	202	175	146	146	121	88	67
15+974	15974	4370	212	184	159	151	129	92	70
16+021	16021	4367	216	183	149	148	124	88	66
16+072	16072	4363	209	167	138	134	115	84	63
16+123	16123	4349	175	143	124	122	104	81	62
16+174	16174	4355	206	174	149	141	123	87	66
16+224	16224	4403	124	110	93	88	83	65	53
16+274	16274	4397	134	110	92	90	86	70	58
16+324	16324	4343	233	198	145	142	135	95	70
16+375	16375	4357	192	156	138	136	113	82	62
16+422	16422	4367	190	156	130	123	108	77	58
16+470	16470	4367	224	177	148	143	126	84	61
16+520	16520	4406	188	160	132	129	107	75	54
16+560	16560	4379	237	176	146	139	116	84	60
16+622	16622	4360	313	266	224	215	180	126	92
16+675	16675	4404	292	248	203	199	162	110	78
16+717	16717	4356	318	178	228	220	177	119	84
16+765	16765	4354	242	201	163	161	132	91	68
16+819	16819	4367	302	248	202	197	169	114	81
16+875	16875	4385	286	234	185	185	152	102	73
16+919	16919	4412	321	250	212	196	163	110	79
16+967	16967	4373	392	475	386	357	281	178	122
17+021	17021	4372	320	265	228	217	189	139	104
17+068	17068	4349	400	372	308	278	216	137	94
17+124	17124	4379	254	209	178	171	146	106	81
17+171	17171	4378	243	202	167	167	142	109	85
17+219	17219	4370	316	261	218	209	173	122	92
17+276	17276	4347	269	228	188	179	147	99	73
17+322	17322	4401	212	183	155	156	132	98	78
17+372	17372	4403	216	177	148	149	130	97	76
17+420	17420	4384	435	335	278	253	211	140	100
17+461	17461	4361	339	274	224	207	168	112	82
17+523	17523	4443	293	240	202	188	156	105	74
17+572	17572	4426	190	158	134	138	123	88	67
17+622	17622	4424	245	202	170	164	144	102	83
17+672	17672	4545	993	757	570	439	309	173	110
17+723	17723	4434	371	312	264	246	200	138	106
17+771	17771	4588	622	480	385	317	244	148	99
17+824	17824	4357	433	384	320	302	255	156	119
17+873	17873	4428	213	171	147	138	118	85	66
17+922	17922	4364	545	447	351	306	232	137	91

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Retroceso - Falso sentido Descendente			Progr. Inicio	16+561	Progr. Final	18+560	Datos de Deflectometría		
Progresiva	Distancia (m)	Carga(kg)	D0 (µm)	D1 (µm)	D2 (µm)	D3 (µm)	D4 (µm)	D5 (µm)	D6 (µm)
16+970	16970	4417	289	217	178	168	133	87	62
18+025	18025	4389	315	266	218	198	158	102	71
18+076	18076	4371	268	226	182	169	136	91	65
18+122	18122	4389	277	227	188	179	147	97	68
18+172	18172	4377	288	237	183	178	146	92	60
18+227	18227	4360	278	234	181	181	147	100	72
18+264	18264	4382	247	212	179	164	132	89	67
18+317	18317	4379	383	315	248	230	182	112	78
18+373	18373	4394	534	273	217	199	157	100	70
18+425	18425	4370	353	279	218	194	151	94	63
18+475	18475	4402	301	248	204	189	151	96	69
18+523	18523	4408	302	245	198	184	145	96	72
18+574	18574	4445	179	150	123	123	105	81	66
18+625	18625	4402	415	272	218	205	164	110	79
18+675	18675	4367	530	431	344	305	237	142	94
18+726	18726	4373	382	326	259	252	206	136	94
18+773	18773	4445	208	170	135	127	104	76	61
18+828	18828	4324	1042	825	636	522	387	218	144
18+875	18875	4345	451	330	419	361	272	155	98
18+925	18925	4324	1025	776	617	500	326	180	104
18+974	18974	4319	896	658	472	406	301	161	99
19+024	19024	4304	921	654	480	350	228	115	73
19+077	19077	4401	178	135	124	129	95	73	53
19+125	19125	4417	230	191	157	158	137	104	80
19+175	19175	4391	430	337	260	227	177	110	75
19+200	19200	4384	347	275	219	207	172	120	88
Promedio			346	281	229	211	171	115	84
Percentil 90			502	431	387	309	200	161	112

Resultados del Retroajuste modular

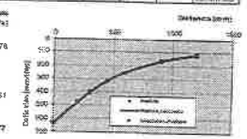
Observaciones al ajuste — Número de Iteraciones 17, Convergencia de módulos

Tipo de medición de la deformada — ABSOLUTA FWD

Deflexiones (micrones)

Distanciamiento	0	200	300	450	600	900	1200	Radio Curv. D (m)
Medido	535	481	389	322	264	194	118	133
Calculado	535	479	400	318	261	198	118	129
Error	11	2	14	12	3	2	0	Error 3.3

Estructura	Tipo de Capa	Espesor (mm)	Módulo (MPa)
	Asfáltica CA	200	878
	Sub Base Granular	300	81
	Subrasante		77



Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. (Residente)

SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO LADO REHABILITACIÓN

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO NUEVO

NO SE RETIRA EL PAQUETE ASFALTICO EXISTENTE, SE SANEA 15% DE LA SUPERFICIE DE LA CALZADA Y SE REPONE CON PEDRAPLEN + 20cm BGE.

ANTECEDENTE:

PERFIL TIPO EXISTENTE EN REHABILITACION

1. Calzada de 6,40m, dividido en dos medias calzadas de 3,20m.
   a. Capa de rodadura de 7cm de mezcla asfáltica convencional.
   b. Capa de base de 15cm de mezcla asfáltica convencional.
   c. Capa de subrasante de ripio de 30cm CBR 45%.
   d. Capa de suelo A7-6 de préstamo de espesor variable CBR 3%.
2. Banquinas ambos lados de 2,20m con talud 1:3m.
   a. Capa de carpetín de 2,5cm de asfalto convencional
   b. Capa de ripio de 15cm CBR 45%.
   c. Capa de suelo A7-6 de préstamo de espesor variable CBR 3%.

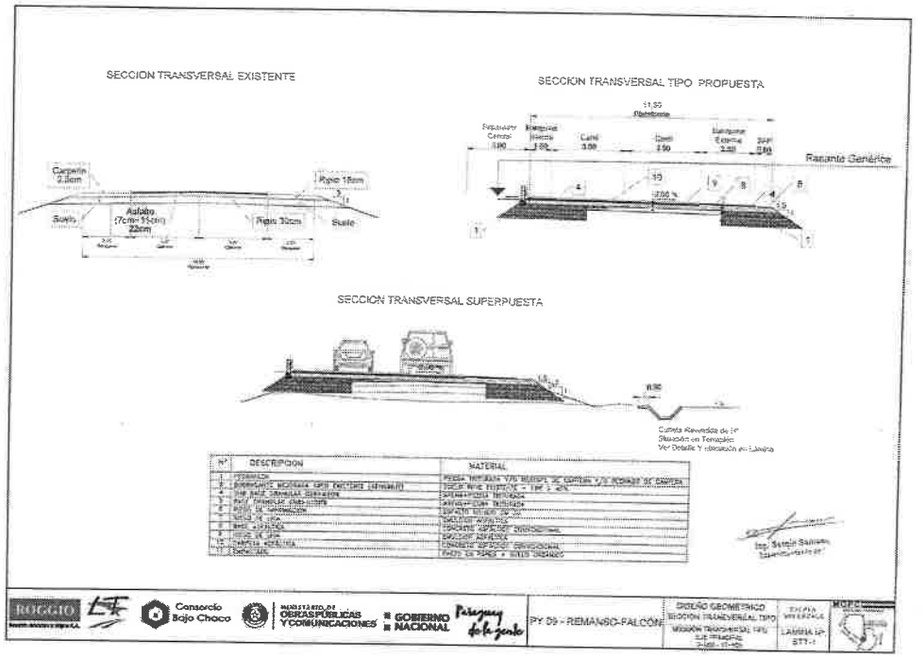
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO Y CAPAS RESULTANTES DEL PAQUETE ESTRUCTURAL.

1. Se retira el material de las banquinas A.L. hasta -48cm de la cota superior del ripio existente en calzada.
2. Se rellena hasta la cota -20 del asfalto existente en calzada, con esto el pedraplén tiene un espesor de 22cm + 48cm – 20cm = 50cm.
3. Se ejecuta una capa de 20cm de SBGE CBR 90% en la zona de la banquina/ensanchamiento AL hasta la cota de la carpeta existente en calzada.
4. Se sanea la calzada 15% de la superficie con una profundidad de 22cm + 48 cm = 70cm. se rellena con pedraplén un espesor de 50cm. y se completa los últimos 20cm con SBGE CBR 90%.
5. Se ejecuta un riego de liga sobre la carpeta existente para una mejor ligazón entre esta y la capa superior de BGE a colocarse.
6. Se coloca una capa de 18cm de BGE CRB 100% sobre la calzada y banquina/ensanchamiento LI, paralelamente se corrige la pendiente de la media calzada LI., en la banquina LD la capa es de 25cm.
7. Una capa intermedia de 7cm de base de mezcla asfáltica convencional en la calzada y banquina/ensanchamiento LI.
8. Una capa de 7cm de carpeta de mezcla asfáltica convencional en la calzada y banquina/ensanchamiento LI y Calzada LD, 4cm en Banquina LD.

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente

18
(Dieciocho)

SECCIÓN TRANSVERSAL LADO REHABILITACIÓN



Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

17
(Inversión)

Acuso
p/ LT CONSTRUCTORA S.A. (ORIGINAL)

Consorcio
Bajo Chaco

Nota N° 16/2023
Asunción, 25 de abril del 2023

Señores
CONSORCIO PUERTO FALCÓN
Asunción - Paraguay
Presente:

Ref.: LLAMADO MOPC N° 01/2020 - LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL DE FIRMAS CONSULTORAS PARA LA FISCALIZACIÓN PARA OBRA DE REHABILITACIÓN Y DUPLICACIÓN DEL TRAMO REMANSO RUTA N° 9 (VISTA ALEGRE) – PUERTO FALCÓN. AD REFERERÉNDUM A LA REPROGRAMACIÓN - ID N° 359.640

Objeto: *Observaciones a la propuesta de modificación del sistema constructivo del paquete estructural lado Rehabilitación. Respuesta a Nota CPF N°174/2023.*

De nuestra mayor consideración:

Nos dirigimos a ustedes con relación a la Nota CPF N° 174/2023, a través de la cual remiten a esta Fiscalización la propuesta de modificación del sistema consirucitvo del paquete estructural lado Rehabilitación para la Obra de la referencia.

Al respecto, la asesoría especializada de este Consorcio Consultor ha verificado la documentación presentada, encontrando observaciones a ser tenidas en cuenta, las cuales se indican en ***Anexo.***

Por lo expuesto, se solicita a ese Consorcio Contratista atender las observaciones indicadas por nuestra asesoría, y una vez ajustada a las exigencias técnicas solicitadas, sea presentada nuevamente esta Fiscalización la mencionada propuesta, para la prosecución de los trámites pertinentes.

Sin otro particular, hacemos propicia la ocasión para saludar cordialmente.

Atentamente.

Ing. Alcides J. Cáceres Vargas
Director de Servicio
CONSORCIO BAJO CHACO

C.C. Ing. Alfredo Sánchez, UEP FONPLATA - DV

Recibido: Tania Lamas
04/05/23 a las 07:00hs

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

FISCALIZACIÓN PARA OBRA DE REHABILITACIÓN Y DUPLICACIÓN DEL TRAMO REMANSO RUTA N° 9 (VISTA ALEGRE) – PUERTO FALCÓN

INFORME DE EVALUACION DE PROPUESTA DE INTERVENCION DE NUEVA SECCION TIPO REHABILITACION

El presente informe es elaborado a fin de presentar el resultado de la evaluación realizada sobre la propuesta de intervención del tramo presentada por la empresa contratista.

PROPUESTA CONTRATISTA

NO SE RETIRA EL PAQUETE ASFALTICO EXISTENTE, SE SANEA 30% DE LA SUPERFICIE DE LA CALZADA Y SE REPONE CON PEDRAPLEN + 20cm BGE.

ANTECEDENTE:

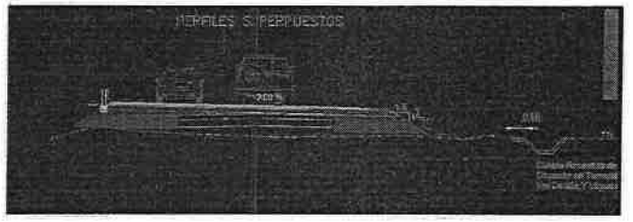
PERFIL TIPO EXISTENTE EN REHABILITACION

1. Calzada de 6,40m, dividido en dos medias calzadas de 3,20m.
   a. Capa de rodadura de 7cm de mezcla asfáltica convencional.
   b. Capa de base de 15cm de mezcla asfáltica convencional.
   c. Capa de subrasante de ripio de 30cm CBR 45%.
   d. Capa de suelo A7-6 de préstamo de espesor variable CBR 3%.
2. Banquinas ambos lados de 2,20m con talud 1:3m.
   a. Capa de carpetin de 2,5cm de asfalto convencional.
   b. Capa de ripio de 15cm CBR 45%.
   c. Capa de suelo A7-6 de préstamo de espesor variable CBR 3%.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO Y CAPAS RESULTANTES DEL PAQUETE ESTRUCTURAL.

1. Se retira el material de las banquinas A.L. hasta -48cm de la cota superior del ripio existente en calzada.
2. Se rellena hasta la cota -20 del asfalto existente en calzada, con esto el pedrapién tiene un espesor de 22cm + 48cm – 20cm = 50cm.
3. Se ejecuta una capa de 20cm de SBGE CBR 90% en la zona de la banquina/ensanchamiento A.L. hasta la cota de la carpeta existente en calzada.
4. Se sanea la calzada 30% de la superficie con una profundidad de 22cm + 48 cm = 70cm, se rellena con pedrapién un espesor de 50cm, y se completa los últimos 20cm con SBGE CBR 90%.
5. Se coloca una capa de 18cm de BGE CRB 100% sobre la calzada y banquina/ensanchamiento LI, paralelamente se corrige la pendiente de la media calzada LI., en la banquina LD la capa es de 25cm.
6. Una capa de 7cm de base de mezcla asfáltica convencional en la calzada y banquina/ensanchamiento L.I.
7. Una capa de 7cm de carpeta de mezcla asfáltica convencional en la calzada y banquina/ensanchamiento A.L.

(1982034)

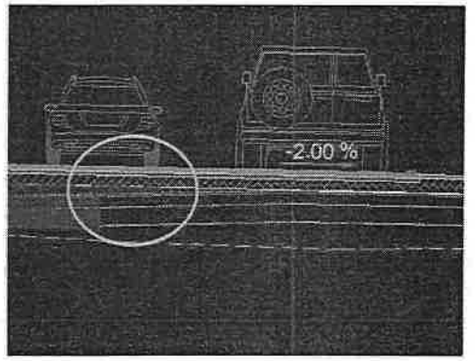


EVALUACION DE LA PROPUESTA

En general se considera razonable la solución tecnológica propuesta, debiendo la misma ser respaldada por la verificación estructural realizada por el especialista de la contratista.

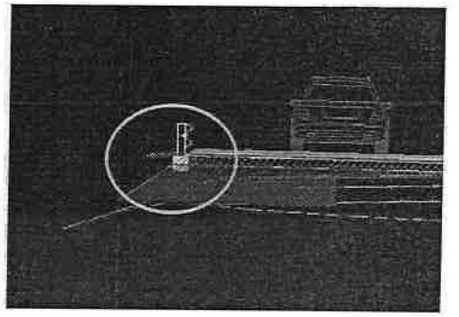
Por otra parte, se realizan seguidamente algunas observaciones a ser tenidas en cuenta:

1. En el sector indicado, evaluar la conveniencia de fresar la calzada existente para procesar un espesor adecuado de la subbase granular, o en todo caso regularizar con concreto asfaltico.

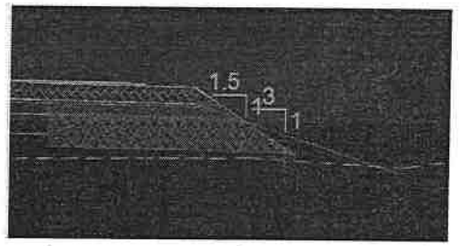


2. En los sectores con Flex Beam se debe prever un SAP de 1,00 m para una adecuada implantación de las barandas.

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra



3. No queda clara la definición del talud del proyecto. Se debe tener en cuenta que para alturas inferiores a 2 m se debe utilizar un talud 1:3, en caso contrario debe ser prevista la utilización de barandas de protección tipo flex beam.



4. Se considera innecesario que la subbase granular tenga un CBR=90 %, a no ser que este material propuesto tenga un costo similar a una subbase granular con CBR= 50 %, la cual ya seria adecuada para el proyecto.

Ing. Ruben Del Puerto Garabano
Especialista en Pavimentos
11-04-2023

15
(Original)

CONSORCIO PUERTO FALCÓN

Dirección: Calle Cañadón Chaqueño y Avda. Costanera Norte
Asunción – Paraguay
Telef.: 021 673 175 – 751 325

CPF N° 174

Mariano Roque Alonso, 21 de abril del 2023

Señor;
Ing. Alcides Cáceres,
Director de Fiscalización,
CONSORCIO BAJO CHACO.
CC: Ing. Alfredo Sánchez,
Jefe Interino,
UEP FONPLATA – D.V – M.O.P.C.
Presente:

REF.: CONTRATO SG MINISTRO N° 24/2021 LLAMADO MOPC N° 14/2020 LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL PARA LA REHABILITACIÓN Y DUPLICACIÓN DEL TRAMO REMANSO RUTA 9 – VISTA ALEGRE PUERTO FALCÓN – ID N° 359.641.-

Asunto: Sistema Constructivo paquete lado Rehabilitación.

Nos dirigimos a ustedes con relación al contrato mencionado en la referencia a los efectos de solicitar aprobación del nuevo Sistema Constructivo del paquete estructural lado Rehabilitación debido a lo siguiente.

Al momento de iniciar las tareas correspondientes al ítem *116 Sub Base granular con aporte de RAP CBR>90 %* en el lado Rehabilitación según el procedimiento constructivo descripto en las Especificaciones Técnicas, se pudo observar que la sub rasante del pavimento asfaltico existente presenta inestabilidades de forma considerable.

Debido a la situación planteada, se realizó un estudio de Deflectometria del pavimento existente con el apoyo del Laboratorio Vial del MOPC cuyo resultado fue evaluado por nuestro especialista de pavimento el cual luego de las posibles alternativas finalmente propone utilizar la capa de asfalto existente como una "sub base" y sobre él proseguir con las subsiguientes capas superiores del paquete estructural ya aprobado.

En adjunto se presentan:

- Informe de Deflectometría
- Anexo de Retro cálculo
- Sistema Constructivo propuesto lado Rehabilitación
- Sección Transversal lado Rehabilitación

Aguardando una respuesta favorable a lo solicitado, nos despedimos atentamente.

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Consorcio Bajo Chaco

Nota N° 18/2023
Asunción, 08 de mayo del 2023

Señores
CONSORCIO PUERTO FALCÓN
Asunción - Paraguay
Presente:

Ref.: LLAMADO MOPC N° 01/2020 - LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL DE FIRMAS CONSULTORAS PARA LA FISCALIZACIÓN PARA OBRA DE REHABILITACIÓN Y DUPLICACIÓN DEL TRAMO REMANSO RUTA N° 9 (VISTA ALEGRE) – PUERTO FALCÓN. AD REFERERÉNDUM A LA REPROGRAMACIÓN - ID N° 359.640

Objeto: *Recomendaciones del FONPLATA. Nota UEP FONPLATA N° 210/2023.*

De nuestra mayor consideración:

Nos dirigimos a ustedes, con relación a la Nota UEP FONPLATA N°210/2023, cuya copia se adjunta, a través de la cual la Contratante remite recomendaciones de la inspección de obra asentadas en la Ayuda Memoria de la Misión de Administración de representantes del FONPLATA de fecha 27 al 31 de marzo de 2023.

Al respecto, se solicita a ese Consorcio Contratista tomar todos los recaudos que sean necesarios para dar cumplimiento a las instrucciones dictadas por el MOPC en la mencionada Nota, en la brevedad posible.

Sin otro particular, hacemos propicia la ocasión para saludar cordialmente atentamente

Ing. Alcides J. Cáceres Vargas
Director de Servicio
CONSORCIO BAJO CHACO

Anexo

- *Copia de NOTA UEP FONPLATA N° 210/2023.*

Ministerio de OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES — GOBIERNO NACIONAL — Paraguay de la gente

NOTA UEP FONPLATA N° 210 /2023

Asunción, 04 de mayo de 2023

Señores
Consorcio BAJO CHACO

PRESENTE

Ref.: Contrato S.G. MINISTRO N° 106 /2021. Fiscalización de la Rehabilitación y Duplicación del Tramo Remanso Ruta N° 9 (Vista Alegre) – Puerto Falcón – 19,20 km. ID N° 359.641.
Recomendaciones del FONPLATA – Ayuda Memoria.

Tengo el agrado de dirigirme a ustedes, en el marco del contrato de la referencia, con el objeto de remitirles en adjunto las recomendaciones de la inspección de obra asentadas en la AYUDA MEMORIA de la Misión de Administración de representantes del FONPLATA de fecha 27 al 31 de marzo de 2023.

Al respecto, se solicita a está Fiscalización dar cumplimiento a estas recomendaciones del FONPLATA y hacer cumplir las indicaciones que competen a la Contratista.

Considerando que la Contratista ha presentado el análisis del paquete estructural del lado de la rehabilitación conforme a los solicitado en la Ayuda Memoria del FONPLATA, y que la misma fue analizada por la asesoría especializada de la Fiscalización, encontrándose algunas observaciones, solicitamos a está Fiscalización dar seguimiento a que la Contratista realice los ajustes técnicos solicitados en la brevedad posible, para su posterior implementación en la obra, a través de una Orden de Ejecución.

Así también, se deberá solicitar a la Contratista la presentación de los permisos correspondientes respecto a la disposición de los materiales provenientes de las excavaciones de la obra, en un plazo no mayor a 08/05/2023 e informar a la UEP FONPLATA sobre el cumplimiento de la misma.

Sin otro particular, les saludo atentamente.

Ing. Alfredo Sánchez, Jefe Interino
Unidad Ejecutora de Proyectos FONPLATA
DV – MOPC

CC: Consorcio **PUERTO FALCÓN**, Contratista de la Obra.
Ing. Carlos Chávez, Director de Obra.

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ministerio de OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES — GOBIERNO NACIONAL — Paraguay de la gente

ANEXO a la NOTA UEP FONPLATA N° 210 /2023

MISIÓN DE ADMINISTRACIÓN DEL 27 al 31/03/2023
RECOMENDACIONES DE LA INSPECCIÓN DE OBRA - AYUDA MEMORIA

Obra de Rehabilitación y Duplicación del Tramo Remanso Ruta N° 9 (Vista Alegre) – Puerto Falcón

1- FONPLATA ha solicitado se realice un análisis del paquete estructural del lado de la rehabilitación, utilizando el pavimento existente, sin necesidad de removerlo conforme se encuentra en el proyecto vigente, lo cual deberá ser presentado en la brevedad posible.

2- Se ha solicitado se presenten los permisos correspondientes donde se están disponiendo los materiales provenientes de las excavaciones realizadas.

Ing. Alfredo Sánchez, Jefe Interino
Unidad Ejecutora de Proyectos FONPLATA
DV – MOPC

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
UNIDAD EJECUTORA DE PROYECTOS FONPLATA
Edificio De La Encarnación, Piso 10, 14 de Mayo c/ Gral. Díaz. Asunción, Paraguay
E-mail: uepfonplatamopc@gmail.com Tel: 595 (021) 451 140

Ministerio de OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES

GOBIERNO NACIONAL

Paraguay de la gente

NOTA UEP FONPLATA Nº 188 /2023

Asunción, 25 de abril de 2023

Señores
Consorcio PUERTO FALCÓN

PRESENTE

Ref.: Contrato S.G. MINISTRO N° 24 /2021. Rehabilitación y Duplicación del Tramo Remanso Ruta N° 9 (Vista Alegre) – Puerto Falcón – 19,20 km.
Reunión de trabajo. Especialistas en pavimentos.

Tengo el agrado de dirigirme a ustedes, con relación al Contrato de la referencia, para manifestarles cuanto sigue:

El día 13/04/2023, se realizó una reunión de trabajo en la oficina de la UEP FONPLATA sobre el análisis de paquete estructural de la rehabilitación sin remover el pavimento existente donde participaron el Especialista en pavimentos de la Contratista y Fiscalización.

Considerando que a la fecha no hemos recibido el análisis aprobado por la Fiscalización, se convoca al Especialistas en pavimentos y representantes técnicos de la Contratista para una reunión de trabajo con el Especialista en pavimentos de la Fiscalización, a realizarse el día jueves 27/04/2023, a las 11:00 hr en la oficina de la UEP FONPLATA.

Sin otro particular, le saludo atentamente.

***Ing. Alfredo Sánchez**, Jefe Interino*
Unidad Ejecutora de Proyectos FONPLATA
DV - MOPC

CC: Consorcio BAJO CHACO, Fiscalización de la Obra.
- Ing. Carlos Chávez, Director de Obras.

17/05/2022

CONSORCIO PUERTO FALCÓN

Dirección: Calle Cañadón Chaqueño y Avda. Costanera Norte
Asunción – Paraguay
Telef.: 021 673 175 – 751 325

CPF N° 187

Mariano Roque Alonso, 07 de junio del 2023.-

Señor;
Ing. Alcides Cáceres,
Director de Fiscalización,
CONSORCIO BAJO CHACO.
Presente:

REF.: CONTRATO SG MINISTRO N° 24/2021LLAMADO MOPC N° 14/2020 LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL PARA LA REHABILITACIÓN Y DUPLICACIÓN DEL TRAMO REMANSO RUTA 9 – VISTA ALEGRE PUERTO FALCÓN – ID N° 359,641.-

Asunto: Proceso Constructivo prog. 11+260 a 14+100.

Nos dirigimos a Uds. con relación al contrato de la referencia a los efectos de hacer entrega del proceso constructivo de la rehabilitación asfáltica comprendida entre las progresivas 11+260 a 14+100.

Sin otro motivo en particular, nos despedimos atentamente.

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de obra
Consorcio Puerto Falcón

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de

Recibido por: Tania Chávez
01 | 06 | 2023 | 10:00

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

12 (Doce)

Proceso constructivo rehabilitación asfáltica zona progresiva 11+260 a 14+100

A. Introducción:

El presente documento releva, documenta y presenta el proceso constructivo realizado entre las **Progresivas 11+260 a 14+100**. Ante la presencia de inestabilidad, deformaciones, necesidad de relleno para llegar a las cotas de proyecto de la calzada existente y otros, se procedió a la remoción de la misma y posterior relleno, compactación hasta la capa asfáltica terminada.

Para la ejecución de estos trabajos se realizaron las siguientes verificaciones técnicas:

- Geométricas con la participación de equipos de topografía.
- Laboratorial de las capas constituyentes del paquete estructural de la calzada existente removida y de la capa ejecutada proyectada.
- Control de calidad pista (pruebas de carga con camión, otros ensayos o relevamientos propios de patologías viales) acorde con los criterios de construcción vial.

Dichas verificaciones forman una trinidad de control cuya interpretación en conjunto nos permite establecer condiciones de aceptabilidad de los trabajos.

Estas verificaciones realizadas antes del inicio de los trabajos, durante la ejecución de los mismos y al termino de los trabajos son desarrolladas a los efectos de un seguimiento apropiado de la calidad en los emprendimientos desarrollados. Atendiendo que estas verificaciones son realizadas en tiempos diferentes en cuanto al estado de avance en los trabajos, en el presente documento al ser mencionadas dichas verificaciones se entiende que hace referencia a la ejecución en los tres tiempos citados que son: antes, durante y al final de los trabajos.

Las verificaciones técnicas mencionadas propias del arte del buen constructor en emprendimientos de construcciones viales fueron realizadas de forma conjunta entre:

- La empresa contratista (**Consorcio Puerto Falcón**) encargada por la ejecución de los trabajos de construcción y materialización de lo proyectado para su puesta en el terreno.
- La empresa fiscalizadora (**Consorcio Bajo Chaco**) encargada por el control en la ejecución de los trabajos realizados por la empresa contratista.

En virtud de que las verificaciones técnicas fueron realizadas de forma conjunta, en adelante al ser mencionadas en el presente documento solo se hace referencia a la realización de la verificación propiamente dicha entendiéndose implícitamente la participación de las partes citadas en la ejecución y control de los procesos constructivos tendientes a la materialización de los trabajos.

B. Proceso constructivo:

B.1.Remoción banquina:

Primera mente se procedió a la remoción del material de la banquina en las zonas donde a futuro se construiría la calzada nueva y banquina nueva, este trabajo necesario a los efectos de poder desarrollar todo el ancho de la geometría proyectada y para contar con un paquete estructural en dicha zona fue realizado mediante los siguientes pasos:

- **Mediciones y verificaciones topográficas:** a los efectos de establecer relevamiento inicial y su comparativa con la planialtimetría proyectada, también para la visualización del estado de la calzada y/o pista a ser intervenida.
- **Laboratorial:** por medio del acompañamiento de los trabajos y ensayos normalizados de laboratorio se observa los espesores y estado de las capas constituyentes
- **Control calidad pista:** por medio de pruebas de cargas, búsqueda visual de patologías como zonas con exceso de humedad, material orgánico, etc.
- **Construcción:**
  - Se excava la zona mencionada a los efectos de contar con un espesor mínimo de 60cm de pedraplén y que este forme parte del paquete estructural proyectado. En esta etapa la calzada existente se encuentra sobreelevada con respecto a la excavación realizada.
  - Posterior a la excavación y su verificación técnica se procede al relleno de la excavación con material de pedraplén y su culminación con una capa de regularización con material subbase virgen (mezcla de ripio natural y triturada basáltica) aprobada en el diseño de la zona de duplicación como parte componente del paquete estructural, a los efectos de contar con una superficie lisa prepara para recibir las futuras capas constituyentes del paquete estructural.

B.2.Remoción de capa asfáltica existente:

Trabajo necesario cuya finalidad principal es la de realizar el reforzamiento propiamente dicho del paquete estructural preparado para las condiciones proyectadas de la nueva vía.

Para la remoción de la capa asfáltica existente se realizaron los siguientes pasos:

- **Mediciones y verificaciones topográficas:** a los efectos de establecer relevamiento inicial y su comparativa con la planialtimetría proyectada, también para la visualización del estado de la calzada y/o pista a ser intervenida.
- **Laboratorial:** por medio del acompañamiento se observa los espesores y estado de las capas constituyentes
- **Control calidad pista:** por medio de pruebas de cargas, búsqueda visual de patologías como bacheos anteriores, fisuras, piel de cocodrilo, desprendimientos, etc.
- **Construcción:**
  - Se realiza la remoción de la capa asfáltica existente junto con la subbase granular (ripio natural) que la subyace; la capa asfáltica tiene espesores variables variando de 10cm a 40cm en la mayoría de los casos. Esta remoción es realizada con el empleo de excavadoras hidráulicas y camiones volquetes para su disposición. En esta etapa se puede ver como la pista anteriormente fue reforzándose en capas superiores y no en las capas de subrasante y otras en algunos casos atendiendo principalmente al excesivo espesor de la capa asfáltica removida.
  - Removida la capa citada se procede a su disposición en las zonas de botadero de obra para su disposición final considerándolo como excavación no clasificada.

B.3.Remoción de capa subbase de ripio natural (canto rodado):

- **Mediciones y verificaciones topográficas:** a los efectos de establecer relevamiento inicial y su comparativa con la planialtimetría proyectada, también para la visualización del estado de la calzada y/o pista a ser intervenida.
- **Laboratorial:** por medio del acompañamiento de los trabajos y ensayos normalizados de laboratorio se observa los espesores y estado de las capas constituyentes. El material encontrado es un ripio natural formado por canto rodado y suelo cuyas características la hacen propias para su utilización en obras viales atendiendo a que sus características están dentro de los parámetros normalizados para su uso como parte de paquetes estructurales de subbase.
- **Control calidad pista:** por medio de pruebas de cargas, búsqueda visual de patologías como zonas con exceso de humedad, material orgánico, bacheos, etc. Se busca determinar si la pista presentaría condiciones apropiadas para recibir cargas y transito sin que se generen deformaciones o futura inestabilidad de la pista. Durante este proceso se pudo constatar que al realizar las pruebas de carga la pista presentaba deformaciones en un 50% a 60% de la pista intervenida; este observación llega a ser congruente con la observación anterior de que el reforzamiento anterior de la capa asfáltica se realizó en las capas superiores y no en las capas inferiores o que con el tiempo en virtud de las condiciones climáticas e hidráulicas de la zona, como también de la variación en la cantidad y peso del transito estas capas inferiores fueron deteriorándose.
- **Construcción:**

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

11
(Once)

En esta etapa al encontrarnos con dos situaciones o estados de la pista donde en una condición tenemos pistas que presentan deformaciones e inestabilidad al realizar las verificaciones técnicas y en otra pistas esas deformaciones son mínimas o no perceptibles encontrándonos dentro de los parámetros o rangos de aceptabilidad para dichas condiciones se procedió con dos metodologías de trabajo a ser: **remoción de subrasante y subbase** hasta profundidad que garantice la estabilidad y ausencia de deformabilidad, la otra metodología consiste en la de **reconstitución de la capa de subbase** procesándola en el lugar hasta su compactación final. Seguidamente se exponen las metodologías mencionadas:

- **remoción de subrasante y subbase:** de las verificaciones técnicas encontramos que las pista presenta inestabilidad y deformación ante las pruebas de carga, los materiales constituyentes de la subbase son apropiados para su reutilización, los materiales de la subrasante son en clasificación AASHTO A7-6 y se encuentran con excesiva humedad, esta humedad y sus caracteristicas de elevado LL: 17.6 , IP: 25 , pasante tamiz #200: 79.5% la hacen muy susceptible de presentar futuras patologías que conlleven a problemas en pistas terminadas, por lo cual se procedió a su remoción total hasta una profundidad apropiada donde se encuentren condiciones de estabilidad y base firme en la capa de trabajo.
  El proceso en este caso fue:
  - Retiro de la capa mencionada del ripio natural, se procede a su retiro junto con el material de subrasante no apto para su disposición final en un botadero de obra, considerándolo como excavación no clasificada.
  - Con finalidad de llegar a las cotas de las capas superiores se procedió al relleno con material de pedraplén. El espesor de esta capa es la necesaria para obtener la geometría con los gálibos de la calzada proyectada, atendiendo a las cotas y correcciones de pendientes necesarias.
  - Sobre la capa de pedraplén colocado se coloca una capa de regularización con material de subrasante virgen (mezcla de ripio natural y triturada basáltica) aprobada en el diseño de la zona de duplicación como parte componente del paquete estructural a los efectos de contar con una superficie lisa prepara para recibir las futuras capas constituyentes del paquete estructural.
- **reconstitución de la capa de subbase:** de las verificaciones técnicas encontramos que las pista presenta estabilidad y deformación aceptable ante las pruebas de carga, los materiales constituyentes de la subbase son apropiados para su reutilización, los materiales de la subrasante son en clasificación AASHTO A7-6 y no presenta humedad, atendiendo estos criterios se considera que la pista no presentaría futuras patologías que conlleven a problemas en pistas terminadas durante el periodo de diseño, por lo cual se procedió a su reutilización en pista. Esta capa se consideró como subrasante mejorada.
  El proceso en este caso fue:
  - Escarificado, remoción y disposición en pista con equipos de movimiento de suelo, como ser motoniveladora.
  - Procesamiento del material a los efectos de llegar a las humedades optimas necesarias para su compactación, con equipos de movimiento de suelo, como ser motoniveladora, tractor agrícola con rastra, camión regador de agua.
  - Extendido, perfilado y compactación, con equipos de movimiento de suelo, como ser motoniveladora, compactadores liso vibratorio, compactadores neumáticos y camión regador de agua.
  - Finalizada la capa de subrasante mejorada con el ripio natural citado en los puntos anteriores se procedió a la ejecución de una capa de subrasante virgen (mezcla de ripio natural y triturada basáltica) aprobada

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

en el diseño de la zona de duplicación como parte componente del paquete estructural.

B.4. Construcción de capa de Base Granular Estabilizada:

Sobre la capa de subbase se colocó una capa de base granular estabilizada (mezcla de triturada basáltica) con los espesores de proyecto preparadas a los efectos de recibir la imprimación asfáltica y las siguientes capas.
Este trabajo se realizo en conformidad y siguiendo los lineamientos de las especificaciones técnicas contractuales establecidas para los trabajos de:

- base granular.
- Riego de imprimación.

B.5.Construcción de capas Asfálticas de Base Negra y Carpeta Asfáltica:

Sobre la capa de base se colocó dos capas asfálticas (base negra y carpeta asfáltica) con dos capas de riego de liga una entre la base granular imprimada y la base negra asfáltica y otra entre la base negra asfáltica y la carpeta asfáltica, con los espesores de proyecto. Este trabajo se realizó en conformidad y siguiendo los lineamientos de las especificaciones técnicas contractuales establecidas para los trabajos de:

- Riego de liga.
- Mezcla asfáltica en caliente.

C. **Verificaciones técnicas realizadas:**

Para las verificaciones realizadas se tuvieron en cuenta lo establecido en los apartados de control tecnológico y forma de medición de cada ítem realizado establecido en las especificaciones técnicas contractuales para los trabajos de:

- Excavación no clasificada
- Excavación de bolsones
- Bacheo
- Pedraplén
- Subbase
- Base granular
- Riego de imprimación
- Riego de Liga
- Mezcla asfáltica
- Adicionalmente se realizaron pruebas de carga con camión para revisar inestabilidad y deformaciones

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

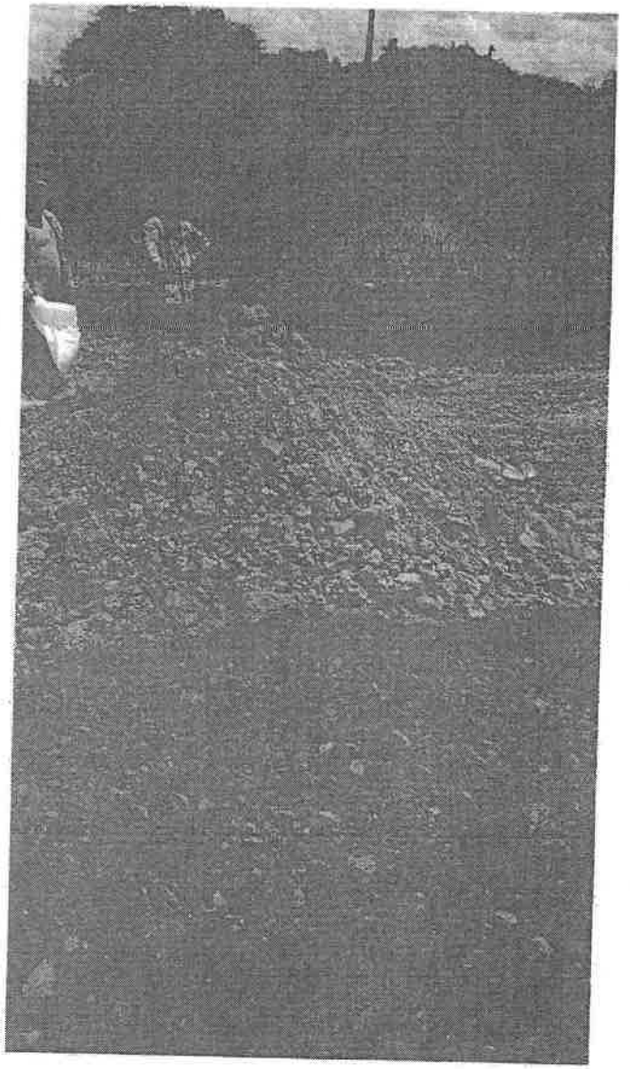
Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Anexo

Registro fotográfico de los trabajos realizados

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

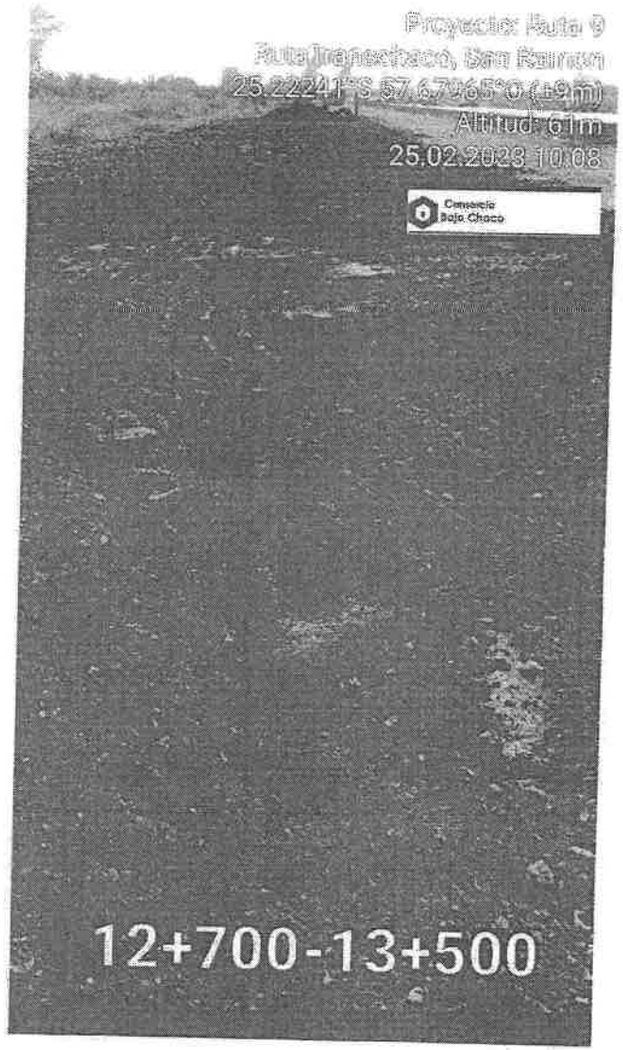
Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra



Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

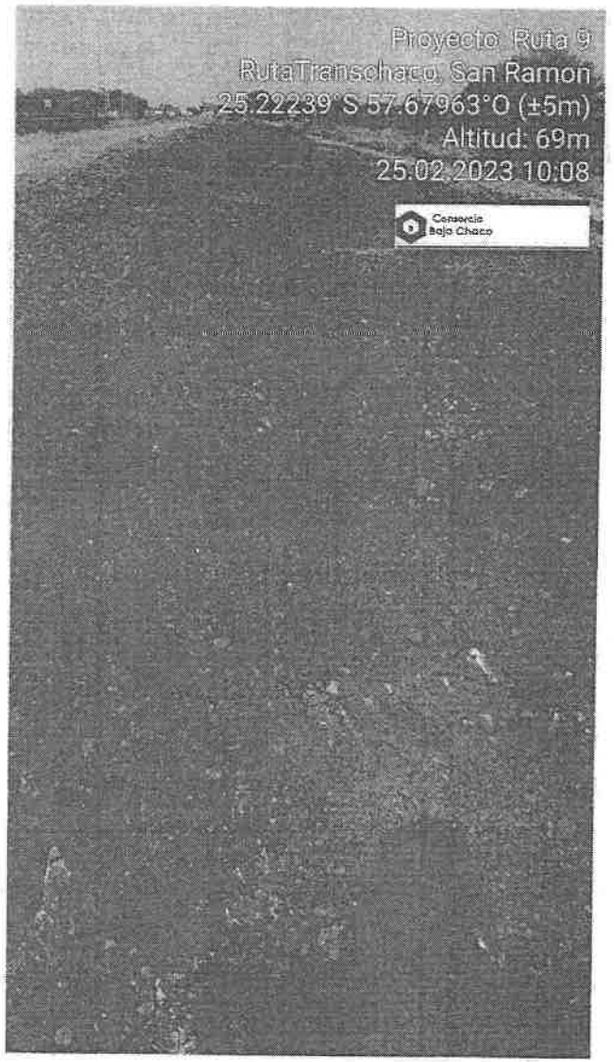
Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra



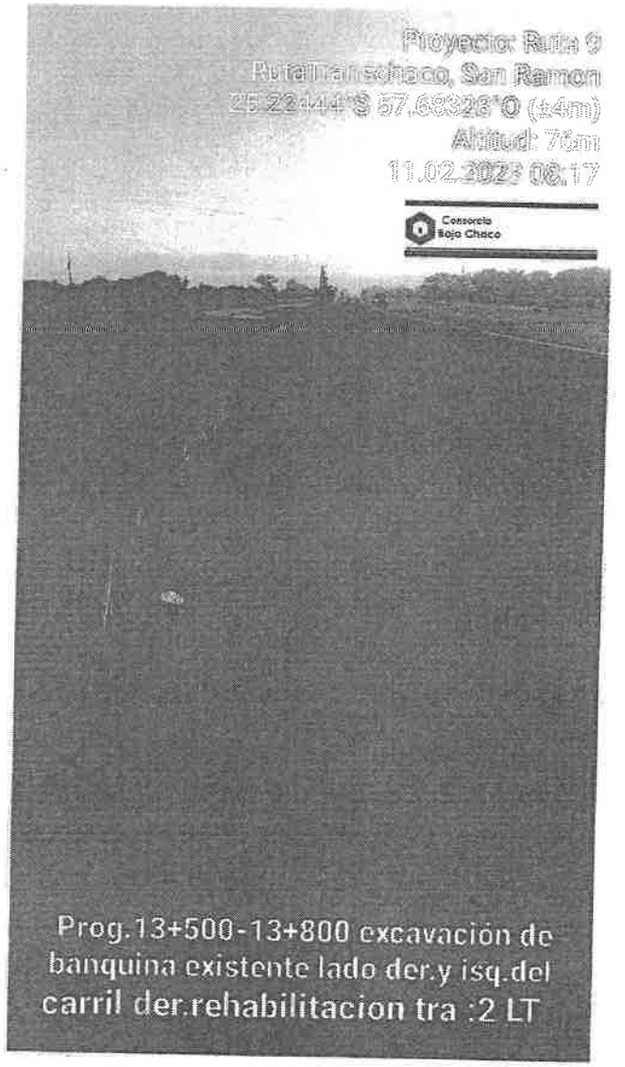
Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

8
(ocho)



Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

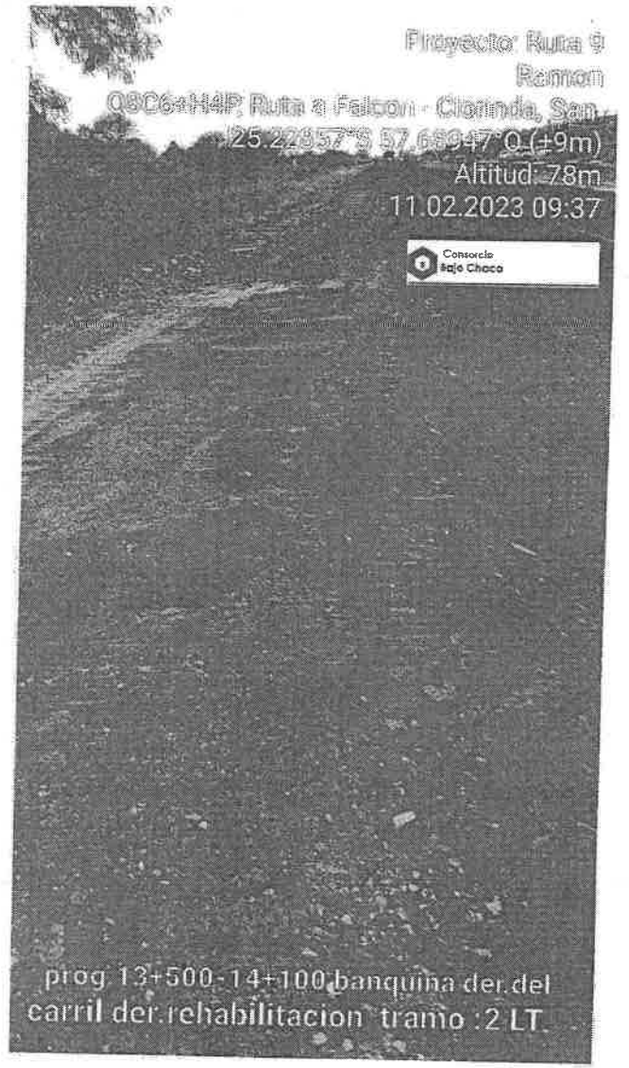


Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

7
(Siete)

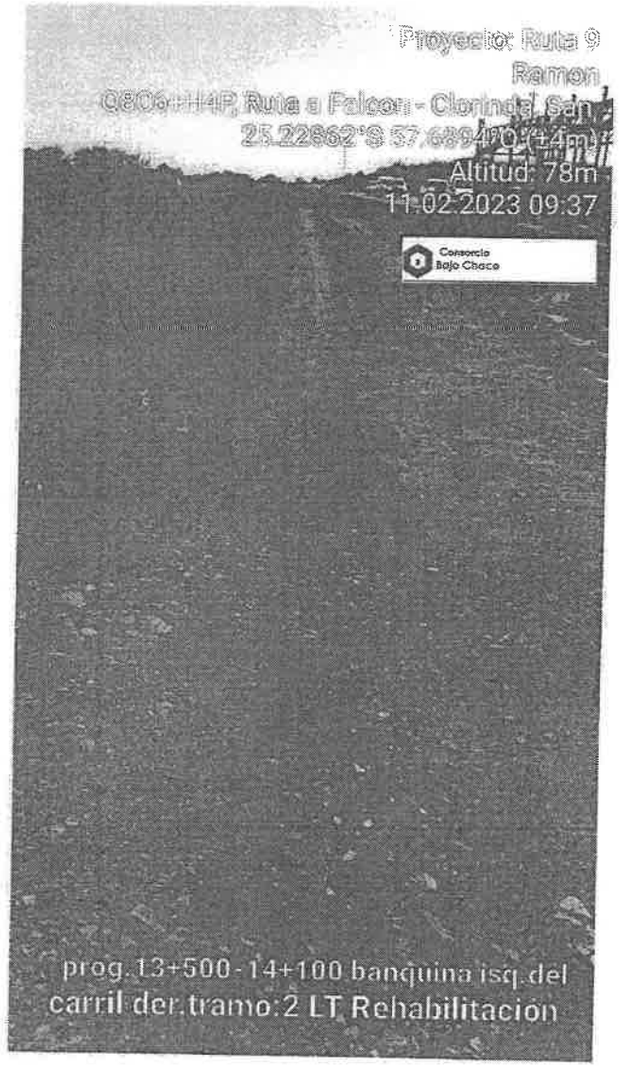
Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra



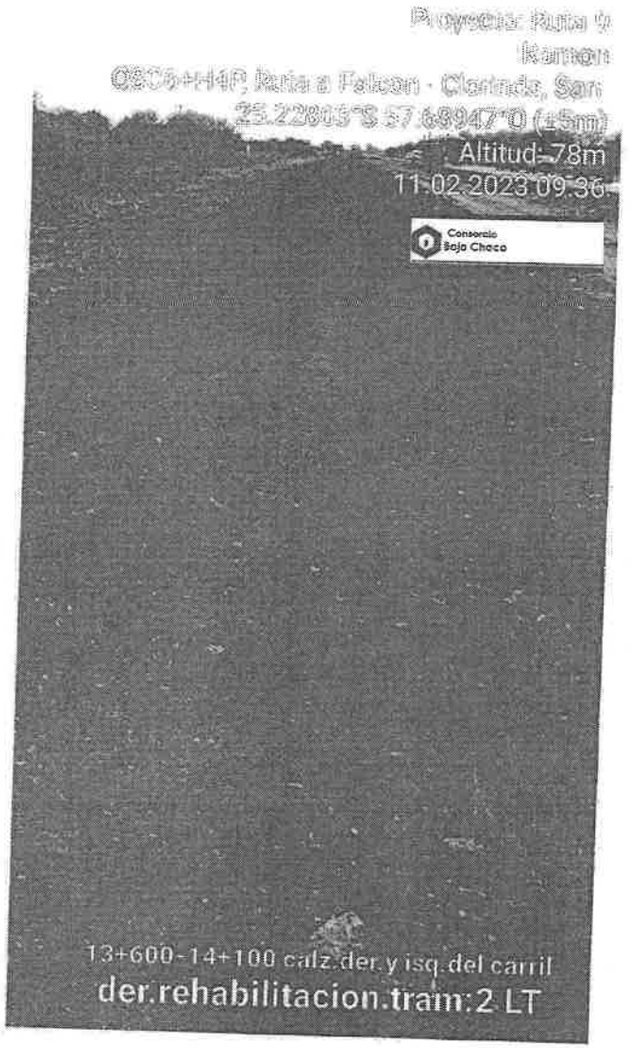
Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

6



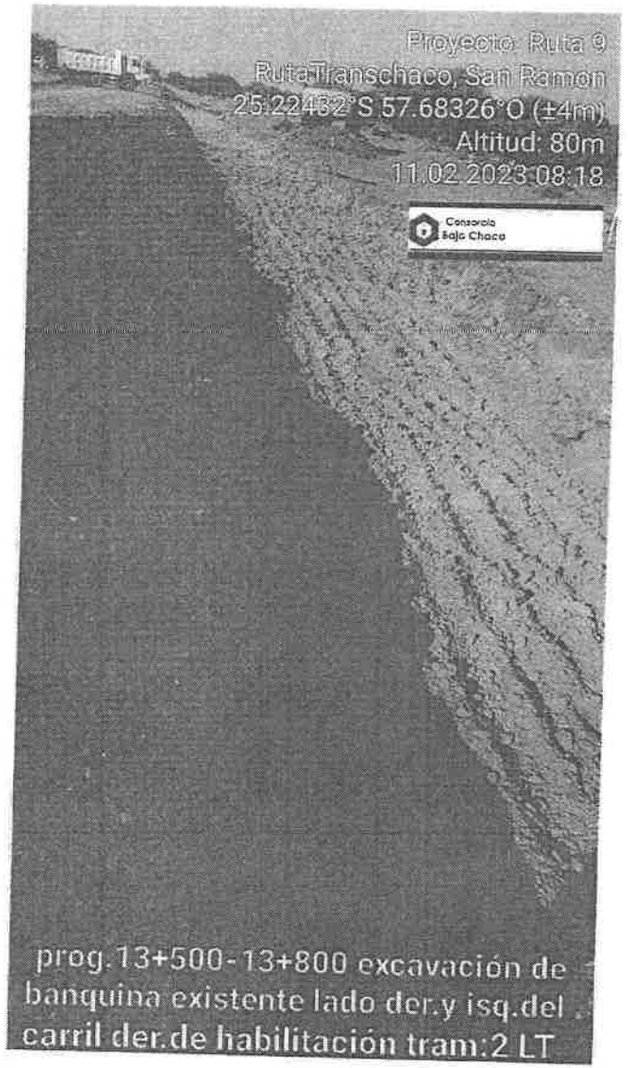
Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Sama
Superintendente



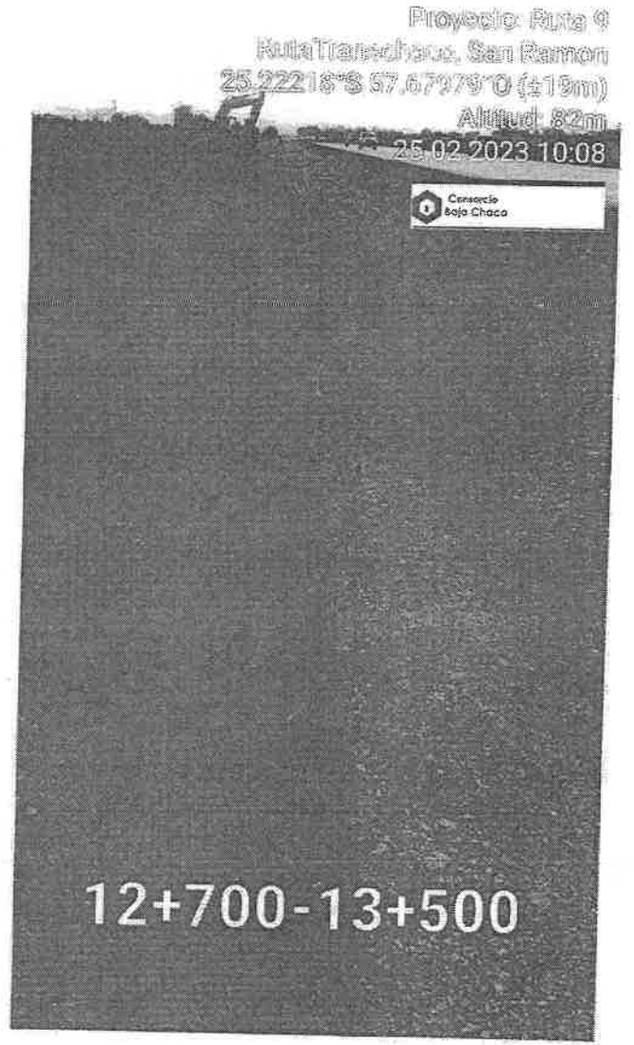
Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

5
(Cinco)



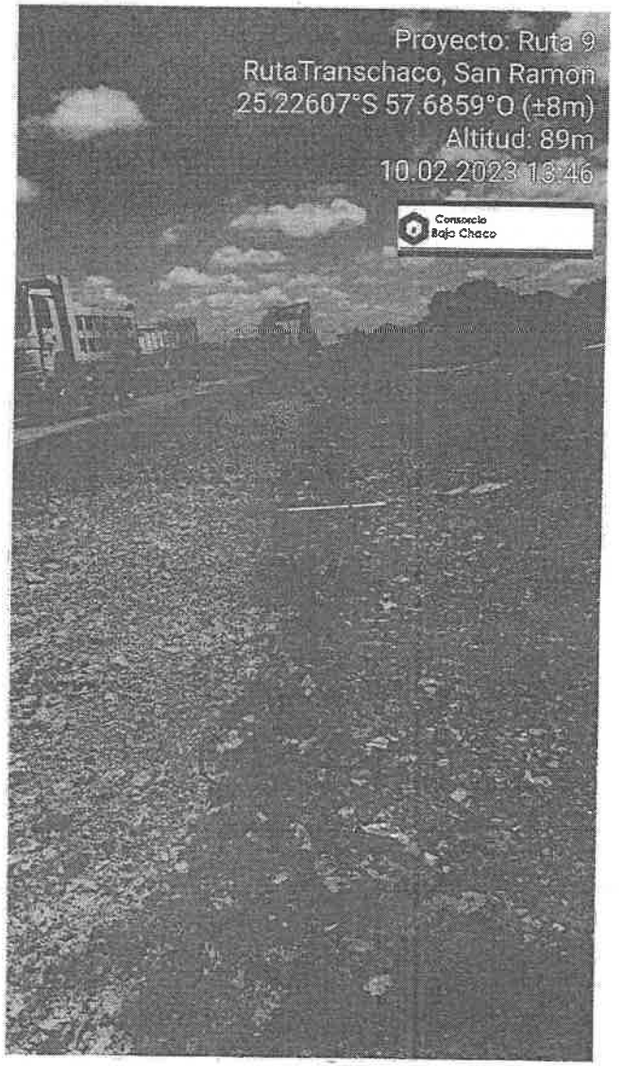
Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra



Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

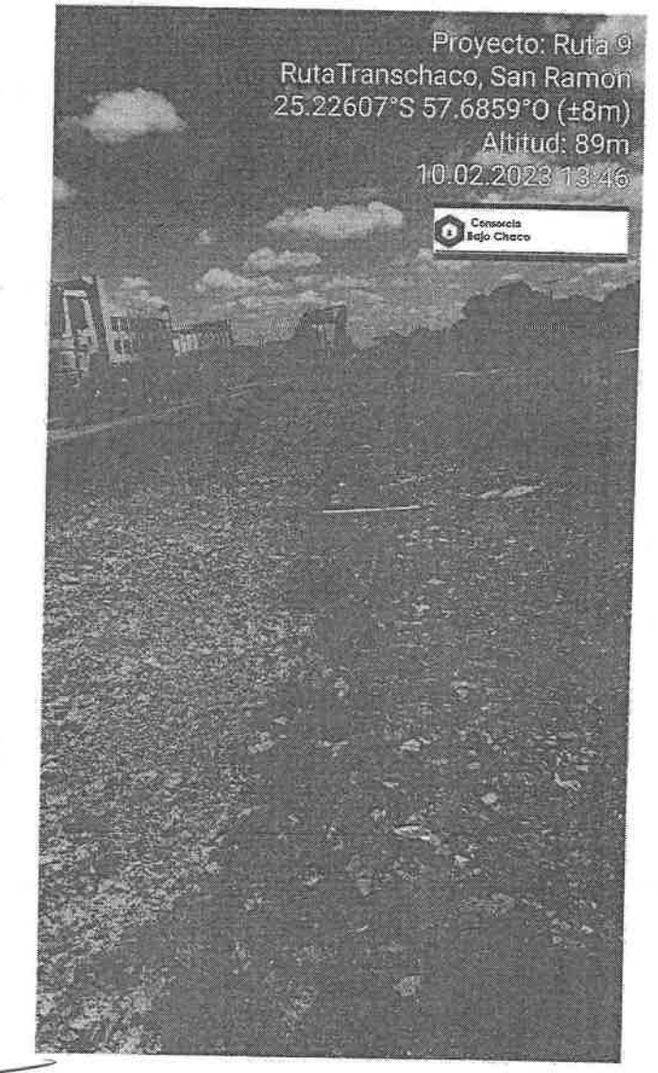
4
(cuatro)



Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

18 (diez y ocho)

Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra



Ing. Sergio Samaniego
Superintendente de Obra

19 (diez y nueve)

3 (tres)

2
(nos)

- Anexo 8 - SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO VARIANTE SUR

Ing. Sergio Samaniego
...rintendente de Obra