ANEXO A

NIPPON KOEI LAC

A: Ingeniero Alejandro Bordón – Coordinador UEP BID DV

De: Ing. Juvenal Martínez O. – Especialista Vial – ECATEF UEP BID

Asunto: Dictamen Técnico propuesta de modificación del paquete estructural del Convenio Modificatorio N° 1

PROYECTO PR-L1174. PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA RUTA NACIONAL Nº 12 TRAMO CHACO'I GENERAL BRUGUEZ Y ACCESOS (BID 5108/OC-PR).

OBRAS VIALES DE HABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RUTA PY12. TRAMO CRUCE NANAWA – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS REGIÓN OCCIDENTAL. LOTE 3. (PROG. 80+200/122+000). LONGITUD: 44,43 Km

CONTRATISTA: CONSORCIO VIAL CHACO (WHELL.CO S.A - TECO S.R.L.). Contrato N° 69/2023

FISCALIZACIÓN: COMPAÑÍA DE INGENIEROS ASOCIADOS S.A. – CIA S.A. Contrato N° 227/2023

Fecha: 23 de septiembre de 2024

Introducción:

El presente Dictamen Técnico tiene como finalidad, con base en los documentos aportados por la empresa contratista y sus análisis del paquete estructural, el Informe Técnico para la modificación de la Estructura del Pavimento, del Lote 3, elaborado por el M.Sc. Ing. Horacio R. Vallejos, evaluar la propuesta para mejoramiento del diseño original de la estructura de pavimento, presentada por el Consorcio Vial Chaco, analizar discrecionalmente los resultados y emitir un concepto sobre la Viabilidad Técnica de la capacidad estructural y el desempeño del pavimento desde las solicitaciones de tránsito de diseño.

Objetivo:

Determinar la Viabilidad Técnica de la modificación del paquete estructural, partiendo del aumento en la altura del terraplén, que dará la tapada necesaria a las alcantarillas para que trabajen a sección plena y no sumergidas; cambio de la capa de Subbase Granular Cementada por Subbase de Suelo Cemento, y protección del Terraplén encapsulando los espaldones con suelo estabilizado con cal tipo 1. Cambios que se proponen para proteger el terraplén y por ende el pavimento, de la acción del agua, por inundación e infiltración.

Antecedentes:

El proyecto del Lote 3, en ejecución por el Consorcio Vial Chaco (WHELL.CO S.A - TECO S.R.L.), se inicia en la Prog. 80+200 y se dirige hacia el noroeste pasando por Ninfa y va hasta la Progr. 122+000 (41,80 Km), incluye el acceso a Ninfa (2,63 Km), encontrando la comunidad nativa Toba Qom, Tooshec Qaltaq.

El proyecto original incluye actividades de movimiento de suelos, paquete estructural con dos capas de suelo-cal, subbase granular cementada, base granular, base asfáltica y una carpeta de concreto asfáltico con polímeros; además, obras de drenaje, revestimiento de talud con suelo orgánico y obras complementarias.

El Contratista entrega el informe Técnico N° 2, de Modificación Estructura de Pavimento a incluir en el Convenio Modificatorio N° 01, que es revisado por la Fiscalización mediante su Informe Técnico de Fiscalización – Diseño de Pavimento. Documentos que se anexan al convenio modificatorio.

Para este tramo se propone realizar algunos cambios en las cotas finales del proyecto, en las condiciones originales de construcción de terraplén y en el paquete estructural de la siguiente manera:

- Cambio en las cotas del proyecto que aseguren la altura del terraplén en relación con el espejo de agua que se forma a ambos lados del tramo y, por ende, la durabilidad de la obra.
- Encapsulamiento del terraplén con la construcción de "espaldones con suelo estabilizado con cal tipo 1", atendiendo las recomendaciones dadas en la "Memoria Descriptiva" de la Consultora proyectista.
- Reemplazo de la Subbase Granular Cementada con una Subbase de suelo cemento (Rc7 ≥2.0 MPa)

Consideraciones Técnicas
Generales:
El Contratista verifica la calidad y las características de los materiales que utiliza en la construcción del paquete estructural, con base en las Normas y Documentos Contractuales establecidos y especificados. Realiza los cálculos correspondientes para la demostración de la conveniencia y eficiencia de la solicitud presentada. Se revisan estas consideraciones, de acuerdo con los documentos disponibles para la evaluación

1. Se cumple con las Normas y Recomendaciones indicadas en el Manual de Carreteras del Paraguay, revisión 2019 – Resolución 1692/2019 – Unidad 3 Diseño de Carreteras. Volumen 3.2 Diseño Estructural de Carreteras. Sección 3.2.2.3 Diseño de Pavimentos Flexibles.
2. Período de diseño: 10 años para las solicitaciones de tránsito establecidas en cada lote. No hay modificación del tránsito de licitación. Permanece el Numero ESAL's definido en documento contractual
3. El contratista establece que el tipo de suelo predominante en la zona, arcilloso, es susceptible de estabilizar con cal para obtener la subrasante mejorada con CBR ≥20%
4. Desempeño de los materiales: Verifican suelo para terraplén con CBR ≥3%
5. Los cálculos estructurales efectuados se realizan de acuerdo con lineamientos de la Guía AASHTO/93 para diseño de estructuras de pavimento. Se aplican correctamente las expresiones que correlacionan el módulo resiliente con el valor del CBR, para obtener el módulo resiliente combinado del suelo de subrasante mejorada.
6. Por la posición de la capa de mejoramiento de la Subrasante en el paquete, se puede verificar el límite de módulo (valor máximo) que puede satisfacer la condición propuesta por Dorman v Metcalf en el Método de diseño Shell de pavimentos. Aunque se superen los valores individuales estas guardan relación con la capa anterior de acuerdo con la siguiente expresión MR1 = K * MR0
7. Para verificar el Módulo resiliente límite entre capas se aplican las expresiones propuestas por Dorman v Metcalf: MR1 = K * MR0. = 21.832 psi (150 Mpa), para capa de 40 cm de espesor de subrasante mejorada con cal. Este valor obtenido como límite de módulo para la capa de materiales tipo suelo combinado es

superior al calculado mediante el concepto de módulos de dos capas elásticas sometidas a una carga circular (115 Mpa =11.458 psi) (Fórmula en imagen 1). Se confirma válido el cálculo efectuado del módulo resiliente.

8. Los cálculos efectuados con la modificación de la subbase del paquete estructural y del módulo resiliente combinado, para 40 cm de espesor de capa de subrasante verifican un aumento en los Ejes Equivalentes sobre los establecidos en el diseño original, dando un eventual aumento en el período de duración del pavimento.
9. El Análisis elaborado como justificación técnica para la inclusión de la capa de **Subbase suelo mejorado con Cemento**, sustenta su aplicación en la experiencia en proyectos de condiciones hidrológicas similares y la premisa de implementar un sistema de protección contra la acción de aguas lluvias y de inundación de las áreas adyacentes a la carretera. La subbase así estabilizada presenta reducción en la susceptibilidad al agua por la acción del cemento y será menos expansivo el suelo, para los fines de capacidad estructural dentro del paquete.
10. Con base en la recomendación de la norma establecida en el Manual, para un espesor no inferior a 30 cm, se encuentra cumplimiento para un espesor de 40 cm, espesor establecido en diseño original, que resulta en mejoramiento del paquete existente.
11. No se recibió informe de la Fiscalización para evaluar su concepto sobre la motivación del convenio modificatorio. La verificación de los conceptos y cálculos expresados en este dictamen se hace sin tener en conocimiento el informe técnico de la Fiscalización ni el concepto sobre la viabilidad de las modificaciones solicitadas por el Contratista

Consideraciones topográficas del área de proyecto:
El alineamiento de esta vía transcurre por zonas bajas, inundables, anegadizas. Situación que puede afectar la durabilidad del paquete estructural por la posible incidencia del agua lluvia y la estancada, sobre el cuerpo del terraplén y de la estructura de pavimento. El contratista prevé solucionar con el alteo del terraplén, de acuerdo con la topografía y al nivel de inundación estimado de la zona. Se calcula nueva rasante con las modificaciones que este cambio conlleva para la parte de drenaje y obras de arte.

Consideraciones Geotécnicas y de Hidrología:
El especialista del Contratista fundamenta este análisis en el documento original de licitación, Memoria de Ingeniería, que muestra la ejecución de calicatas, sondeos mecánicos, CPTU y los estudios de yacimientos y préstamos con sus resultados de caracterización de los suelos.

La propuesta del contratista se encamina a dar protección al núcleo del terraplén y fortalecer la capacidad del paquete estructural. En el estudio del Contratista, presentado por el M.Sc. Ing. Civil Horaco R. Vallejos, desde su análisis sobre la calificación de los suelos, se destacan en las conclusiones, lo siguiente:
"Los principales riesgos geológico-geotécnicos detectados han sido los relacionados con la inundabilidad y encharcabilidad de la zona en estudio, así como la expansividad del material arcilloso existente. También las aguas freáticas son consideradas como agresivas. Cabe destacar el potencial riesgo geológico existente en la zona en estudio, referente al contenido elevado de sulfatos que habrá que tener en cuenta de cara a la reutilización de este material con cal."

De igual manera declara sobre los materiales de préstamo de la zona:

El material existente en las zonas de préstamo en las inmediaciones del trazado, no es apropiado para su utilización como núcleo de terraplenes ya que no presenta un CBR superior al 3% en la mayoría de los ensayos realizados (77%) con una energía de compactación equivalente al 95% del Próctor Normal, con una expansión superior al 1% en todos los casos. Para utilizar estos materiales se tendrá que encapsular el núcleo del terraplén con otras capas impermeables.

Para la construcción de la subrasante mejorada, concluye:
Con un 3,0 % de cal se obtienen valores de CBR adecuados para subrasante mejorada e hinchamientos de 0%, y teniendo en cuenta los resultados de los ensayos Eades & Grim realizados, con un contenido mínimo del 3,0 % de cal se cumpliría que el valor de pH del suelo será mayor de 12. Se recomienda esta dosificación para el coronamiento.

Cometario del Contratista en su informe técnico de modificatorio:
"Factor importantísimo debido a que, si estas capas de suelo mejorado con cal reciben la acción del agua, la misma al ser higroscopias habidas de agua perderían su valor soporte y por ende el soporte de toda la estructura del paquete, generando fallas en el pavimento."

Sobre los espaldones para protección del terraplén, recomienda:

El material existente en las zonas de préstamo en las inmediaciones del trazado, mezclados con un 2,5% de cal útil vial logran valores de CBR adecuados para relleno, un pH mayor a 10 y un hinchamiento inferior al 1%. Se recomienda esta dosificación para los espaldones.

Con base en los planteamientos del especialista, descritos en las conclusiones de suelos y geotecnia del informe técnico, el Contratista introduce mejoras técnicas en la sección del terraplén para preservarlo ante los efectos combinados, tanto del agua por inundación y anegación del sector de proyecto, como por la calidad y característica de los suelos existentes para conformación del terraplén y de la subrasante mejorada.

Analizados los argumentos sustentados y evaluados por el especialista con base en los estudios realizados y en los resultados de laboratorio, y en el informe de la Fiscalización, permiten inferir a la UEP BID que la propuesta de cambio en la estructura de pavimento es viable para atender la exigencia de carga de los ejes equivalentes de diseño original del proyecto. En términos generales, provee una mayor durabilidad al paquete estructural aportando una mayor capacidad de resistencia al terraplén, siendo conocidas las condiciones topográficas de la zona y las características físicoquímicas de los suelos en intervención, suelos expansivos y dispersivos de acuerdo con los resultados de análisis obtenidos por el contratista.

Para el procesamiento y ejecución de la Subbase de Suelo Cemento, los fundamentos para respaldar técnicamente la decisión de uso se toman de los ensayos originales de la Memoria de Cálculo. El Contratista podrá verificar y contrastar las características y calidad de los materiales de la zona de obra.

Algunos parámetros de control descritos por el especialista:

- Diseño de la mezcla de suelo cemento dentro de los límites establecidos
- Pista de prueba para obtener los factores de control reales

- Ensayos previos de todos los materiales
- El contratista debe definir como hará la corrección de tramos de subbase de suelo cemento que se deteriore, una vez liberada al tráfico.
- Limitaciones a la construcción:
  Ensayo de durabilidad no debe tener perdida mayor al 6%
  Control de calidad de la mezcla 2 muestras
  Compactación 98 % del Proctor T 99

Consideraciones Técnicas para la Estructura de Pavimento:

Paquete de Licitación:

TRAMO: Cruce Nanawa – Gral. Bruguez. Región Occidental				
Paquete Licitado – LOTE 3: Progresivas 80+200 a 122+000				
Capa	**Descripción**	**Espesor (cm)**	**coeficiente Estructural (cm/cm)**	**Características**
1	Carpeta de Concreto Asfáltico c/polímero	4	0.17	Mr=435.000 psi
2	Base de Concreto Asfáltico Convencional	5	0.16	Mr=420.000 psi
3	Base Granular	15	0.06	CBR ≥100%
4	Subbase Granular Cementada	20	0.052	Rc 7 ≥2 Mpa
5	Subrasante de Suelo Cal (CBR ≥ 20%)	40		CBR ≥20%
6	Terraplén			CBR ≥3%

- Ejes Equivalentes de diseño: 837.743
- Módulo Resiliente Combinado de diseño: 10.298 Psi = 71 MPa. CBR= 8,9 %
- Cálculos efectuados para un CBR = 15 %
- Chequeo de Número Estructural Efectivo y Necesario de Licitación:
- Coeficiente Estructural **a1**= 0,17*2,54 = 0.44; **a1**= 0,16 * 2.54 = 0,41

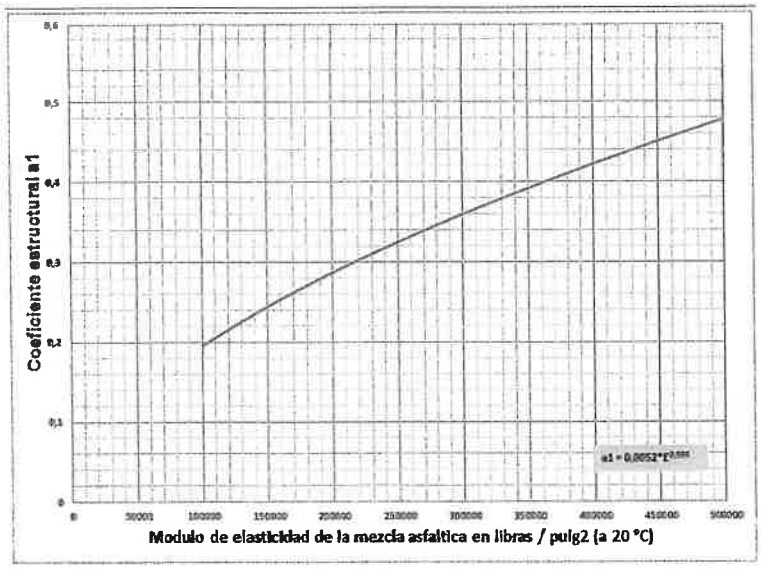


Figura 1. Grafico para determinar el coeficiente estructural (a1) de la mezcla asfáltica.
Fuente: AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993 [1]

Número Estructural Efectivo y Necesario de Licitación

CAPA	Espesor (cm)	Coef. Est. (cm/cm)	SN efectivo	SN necesario
Capa concreto asfáltico c/polímero	4	0,17	0.68	Aplicando datos de la Memoria de Ingeniería: EE: 837.743 Mr=10.298psi, y aplicando la Metodología AASHTO/93
Capa concreto asfáltico	5	0,16	0.80	
Base con estabilizado granular - (CBR≥100%)	15	0,06	0,9	
Subbase con granular cementada (Rc = 2 MPa)	20	0,052	1,04	
Subrasante de suelo cal (CBR = 20%)	20	-----	-----	
Subrasante de suelo cal (CBR = 20 %)	20	----	----	
TOTAL SN efectivo			**3,42**	**2,83**
Mr combinado de Memoria de Ingeniería = 10.298 psi.				

Como lo describe el especialista, en la licitación el SN necesario del paquete es menor al calculado mediante el estudio de Tránsito y utilizando el Mr Combinado

Verificación técnica del paquete licitado:

Determinación del Módulo efectivo de la Subrasante entre capas

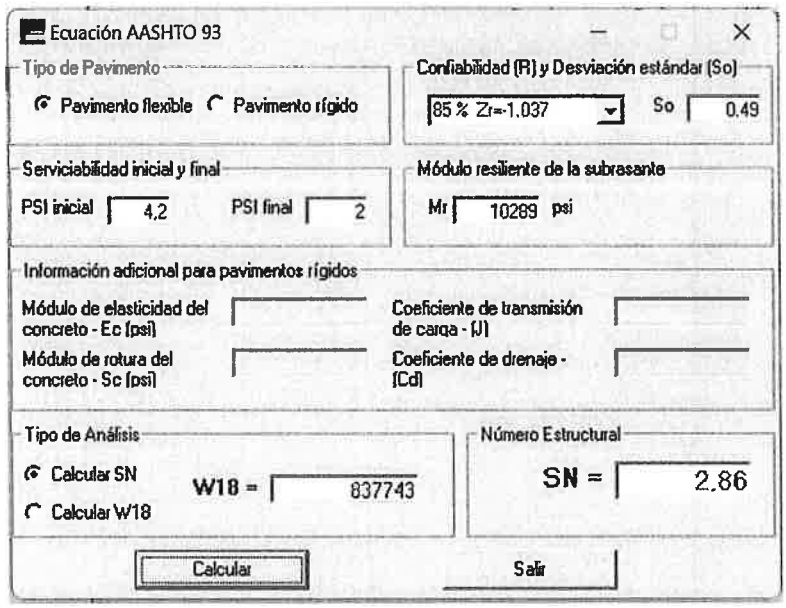
$$M_{Rd} = F \cdot M_{R0}$$

$$1/F = \frac{0.125}{\left[0.0156 + h^2\left(\frac{M_{R1}}{M_{Ro}}\right)^{2/3}\right]^{1/2}}\left(1 - \frac{M_{Ro}}{M_{R1}}\right) + \frac{M_{Ro}}{M_{R1}}$$

Variables	
h=	0,4
MrO=	35,55
Mr1=	98,00
k=	3,053474

1/F =	0,501170717	
F =	1,995328071	
Mr dis	70,94	Mpa
Mr dis	10.289	Psi

Mpa = 145,0351 Psi



Los datos obtenidos verifican la información del SN de licitación para el volumen de ejes equivalentes establecido. El SN_{NEC} es menor que el SN_{EFF}

Paquete Estructural Propuesto por el Contratista:

El Contratista ha realizado *la revisión del paquete estructural indicado en el Pliego Licitatorio, y desarrolla una propuesta de cambio con el fin de utilizar los materiales cercanos a la zona de proyecto y también para evitar la estabilización de los materiales a raíz de las características que presentan los suelos existentes.* (Texto del contratista)

El Contratista propone modificar la estructura del pavimento sustituyendo la Subbase Granular Cementada, por una Subbase con Suelo-Cemento, con la misma capacidad de Rc 7≥ 2 Mpa. El resto del paquete se mantiene igual al de licitación.

Con la capa de Subbase mejorada con cemento, y, la construcción de los espaldones sobre talud lateral del terraplén, el Contratista proyecta disminuir la erosión superficial y la infiltración hacia el terraplén, compuesto por suelos sensibles a la acción de las aguas retenidas en época de inundación.

La modificación de la subbase, además de controlar la permeabilidad tiene el propósito de mejorar la capacidad de soporte de este paquete estructural. El módulo resiliente

combinado proporciona una mejor respuesta ante las solicitaciones del tránsito previsto más el generado y atraído hacia la zona de proyecto.

Estructura propuesta por el Contratista:

Número Estructural Efectivo y Necesario de la Propuesta

CAPA	Espesor (cm)	Coeficiente Estructural (cm/cm)	SN efectivo	SN necesario
Capa concreto asfáltico c/polímero	4	0,17	0.68	
Capa concreto asfáltico	5	0,16	0.80	
Base con estabilizado granular -(CBR ≥100%)	15	0,06	0,90	
Subbase con suelo-cemento (Rc = 2 MPa)	20	0,052	1,04	
Subrasante de suelo cal (CBR = 20%)	20	-----	------	
Subrasante de suelo cal (CBR = 20 %)	20	-----	-----	
TOTAL SN efectivo			**3,42**	**2,83**

Valores de verificación de la propuesta:

Con la información obtenida del contratista, sin tener aún el análisis de la Fiscalización, se verifican los datos presentados en cumplimiento de parámetros de diseño.

Determinación del Módulo efectivo de la Subrasante entre capas

$$M_{Rd} = F \cdot M_{R0}$$

$$1/F = \frac{0.125}{\left[0.0156 + h^2\left(\frac{M_{R1}}{M_{Ro}}\right)^{2/3}\right]^{1/2}}\left(1 - \frac{M_{Ro}}{M_{R1}}\right) + \frac{M_{Ro}}{M_{R1}}$$

Variables	
h=	0,4
Mr0=	36,00
Mr1=	115,00
k=	3,053474

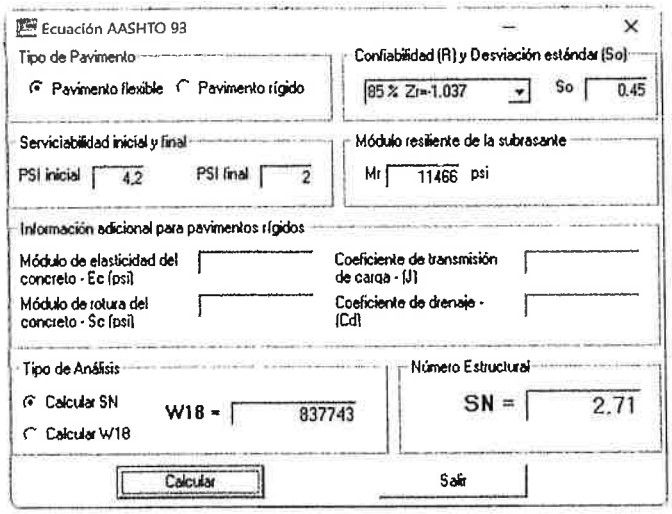
3,194444

1/F =	0,45537298	
F =	2,196002053	
Mr dis	79,06	Mpa
Mr dis	11.466	Psi

Mpa = 145,0351 Psi

Datos de evaluación:

- Ejes Equivalentes de diseño: 837.743
- Módulo Resiliente Combinado de diseño: 11.466 Psi = 79 MPa. CBR=10,5 %
- Cálculos efectuados de subrasante mejorada para un CBR ≥ 20 %



Los resultados obtenidos verifican que el SN necesario es menor que el efectivo aportado por la estructura de pavimento propuesta por el Contratista, para el número ESALs del proyecto original. Se cumple el propósito de la modificación.

Características de las capas estructurales finales de la propuesta:

D1 – Capa Carpeta de Rodadura: Concreto asfáltico con polímero, de graduación continua, Estabilidad Marshall 2100 LbF; EAC = 435.000 psi; a1 = 0.17 /En 1/cm); espesor = 4 cm (espesor licitado)

D2 – Capa Carpeta de Rodadura: Concreto asfáltico con polímero, de graduación continua, Estabilidad Marshall 2000 LbF; EAC = 420.000 psi; a1 = 0.16 /En 1/cm); espesor = 5 cm (espesor licitado)

D3 – Capa Base Granular: Base Granular Estabilizada CBR ≥ 100%; a2 = 0.058 (En 1/cm); espesor = 15 cm (espesor licitado)

D4 – Capa Subbase Suelo Cemento R'c ≥ 2,0 MPa; a3 = 0.052 (En 1/cm); espesor = 20 cm (espesor licitado. Reemplazo del tipo de subbase licitado)

Esta estructura cumple con buen margen la exigencia estructural de cargas del pavimento, con un valor agregado que es la protección a los taludes, al cuerpo y al núcleo del terraplén.

Por otra parte, la capa de subrasante mejorada con cal, con un (CBR ≥ 20%), cumple con la recomendación establecida en el Manual de Diseño de Carreteras de Paraguay, Unidad 3 Diseño de Carreteras. Volumen 3.2 Diseño Estructural de Carreteras. Sección 3.2.2.3 Diseño de Pavimentos Flexibles, teniendo en cuenta que los materiales de suelos presentes en la línea de la traza no son aptos como terraplén, con CBR = 3%. Al combinar el suelo se mejora la capacidad de la última capa de terraplén y con ella el total del paquete estructural del pavimento, objetivo que se busca en la norma; cuando los suelos naturales tienen CBR ≤ 10%. (Fuente de la norma: Manual de Carreteras del Paraguay - Revisión 2019, Unidad 3 - Diseño de Carreteras, Pag.481)

Análisis del diseño estructural modificado

De acuerdo con los procedimientos y análisis realizados por el contratista, descritos en los documentos entregados, el diseño propuesto mejora la respuesta del paquete

estructural original, a las solicitaciones de carga. El nuevo diseño aumenta la vida útil del pavimento, reduce la posibilidad de falla por subrasante, con la protección aplicada que impermeabiliza en gran medida la estructura de suelo y granulares. Se considera la solicitud del contratista como un mejoramiento de las condiciones originales.
El procedimiento y normas utilizadas para los cálculos y análisis efectuados para incluir en el diseño esta nueva capa de suelo combinado, se evalúan dentro del cumplimiento de las normas descritas en el Manual de Carreteras de Paraguay y bajo la Guía establecida por la AASTHO/93.

Conclusiones:

1. Este dictamen se realiza con base en los documentos presentados por el Contratista y evaluados por la Fiscalización, análisis sobre los cuales se fundamentan los cambios.
2. La Fiscalización en sus conclusiones valida el cambio de la subbase granular cementada por la subbase de suelo mejorado con cemento.
3. Las premisas tomadas como fundamento para la evaluar la necesidad de los cambios a incluir en el proyecto, adquieren validez por cuanto al objetivo es la mayor duración de las obras, implementando acciones que siendo medibles permiten estimar los resultados que se obtienen para mejorar la calidad final de las obras.
4. Es importante señalar que, al tomar la decisión sobre esta propuesta de mejoramiento y protección del paquete estructural, por experiencias y ejecuciones anteriores, es utilizar soluciones ya aplicadas en la región, a partir del conocimiento específico de las características fisicoquímicas de los suelos y de la desventaja que supone la inundación lateral y la sensibilidad de los mismos. Siendo que estas premisas y antecedentes sobre el comportamiento de los materiales no fueron previstos en el diseño original, es conveniente incluirlos en la ejecución de las obras.
5. El costo de oportunidad que se obtiene y el beneficio técnico que se consigue, son otros factores para tener en cuenta, pues representa lo que se gana por haber aceptado el valor de la presente opción de modificación. La solución es un poco más costosa, pero trae algunas mejoras que no se cuantifican en términos monetarios e influyen en el aspecto social.
6. El Contratista en el siguiente texto, expone las razones básicas por las cuales solicita la modificación: "*Debido a lo expuesto sobre el material a ser utilizado para el cuerpo del terraplén (Expansivo) y en algunos sectores (Dispersivo), fundamentamos los cambios básicamente con un solo objetivo, aislar el núcleo o cuerpo del terraplén tanto por los laterales (Espaldón) para evitar erosiones regresivos o piping, como también a travez de la estructura del pavimento (Suelo mejorado con cemento)*"
7. En este contrato desde el origen incluyen el mejoramiento de la subrasante, acción que disminuye la posibilidad de falla futura del pavimento, minimiza el riesgo que se presente falla de toda la estructura por debilidad del terraplén, antes de llegar a la falla por fatiga de las capas asfálticas. Sin embargo, el alteo y la protección del terraplén, potencializa la capacidad del mismo y aumenta la posibilidad de disminuir o evitar la falla por cimentación.
8. El diseño original, independiente del cumplimiento de condiciones iniciales del diseño, se mejora ostensiblemente con la adición de la capa de subbase de suelo cemento, de tal manera que puede aumentar la capacidad de resistir un mayor

número de repeticiones de carga de ejes equivalentes, traduciendo su efecto en mayor durabilidad del pavimento y menor inversión en mantenimiento, al aumentar el período diseño o vida útil, como consecuencia del mejoramiento total del paquete estructural.

9. No hay riesgos ambientales con la inclusión de material a la subrasante. No afecta los procesos y planes ambientales ya determinados para la Habilitación.
10. Haciendo una verificación de conceptos técnicos se infiere que los postulados expuestos, para validar la inclusión de la capa de subbase, son válidos para los fines consecuentes que se prevén, por lo que, se considera una decisión aceptable tanto en lo técnico como en lo económico.
11. Bajo los cálculos efectuados, que permiten asegurar una buena capacidad estructural de las capas de pavimento, así como del desempeño futuro esperado de este paquete, en concordancia con los beneficios económicos que se miden en la durabilidad de la obra y en sus procesos de mantenimiento posterior, se considera aceptable la modificación solicitada.

Recomendaciones:

1. Se recomienda la aprobación del paquete estructural evaluado con la inclusión de la Subbase con Suelo Cemento. Aporta mayor capacidad estructural, mejora respuesta del sistema multicapa de pavimento flexible, y su uso provee durabilidad y protección a los suelos componentes de la cimentación del paquete estructural.
2. Durante el proceso de construcción de la Subbase de Suelo Cemento, el Contratista debe realizar estricto autocontrol de calidad y la Fiscalización hacer las verificaciones de contraste correspondientes a los resultados de los ensayos especificados; con estricto seguimiento, debido a que durante el proceso constructivo se presentan las mayores diferencias en la calidad del producto por los factores físico químicos que conlleva la mezcla de suelo cemento y los tiempos de mezclado y compactación que deben determinarse en pista de prueba.
3. En criterio de este dictamen, el beneficio – costo de la inversión adicional que deriva de la modificación del paquete estructural, tiene una afectación baja en el Presupuesto de Obra, y exige poco incremento en el costo, frente al beneficio general y de mantenimiento futuro de la calzada.
4. Se recomienda crear una base de datos con todas estas experiencias, tanto técnicas como económicas, de tal manera que la entidad pueda tener un banco de datos, del cual pueda recuperar y actualizar en forma permanente archivos que faciliten la gestión del ministerio, para emplear en diseño de futuros proyectos, en la zona del chaco.

Ing. Juvenal Martínez
Consorcio Consultor Oriental
ECATEF
Especialista Vial

Ing. Juvenal Martínez Orozco
Especialista en Vías y Transporte
Especialista Vial ECATEF – UEP BID DV

ANEXO B

DICTAMEN UNIDAD LEGAL UEP BID – DV MOPC N°. 10/2025		
OBRA	:	LLAMADO MOPC N° 83/2022, "LPI A EMPRESAS CONSTRUCTORAS PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS VIALES DE HABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RUTA NACIONAL 12 (PY 12) – TRAMO: CRUCE NANAWA – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS (REGIÓN OCCIDENTAL)" LOTE 3. ID N° 418.689.
CONTRATO	:	S.G. MINISTRO N° 69/2023
CONTRATISTA	:	CONSORCIO VIAL CHACO (WHEELCO S.A. – TECO S.R.L.)
REFERENCIA	:	ANÁLISIS DE PROPUESTA DE CONVENIO MODIFICATORIO N° 1.
FECHA	:	27 DE FEBRERO DE 2025

I- ANTECEDENTES:

- Nota CVC-R12 N°116/2024 por la cual la Contratista remite a la Fiscalización el Informe Técnico REV 05 Convenio Modificatorio N° 01.

- Nota N° 175/2024 ingresada con MEU N° 54.701/2024 de fecha 26 de diciembre del 2024 por la cual la Fiscalización de la Obra remite la documentación correspondiente al Convenio Modificatorio N° 1, con su parecer.

- Acta de Reunión PR-L1174 PY12 – L1, L2, L3 y L4 – 001/2024 de fecha 29 de julio del 2024.

- Nota O-SC/CPR-1289/2024 remitido por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) sobre la intención manifestada por las Contratistas de realizar modificaciones al Contrato.

- Informe Técnico N° 6/2025 de fecha 10 de febrero del 2025 elaborado por la Unidad Ejecutora de Proyecto BID – DV sobre la propuesta de Convenio Modificatorio N° 1.

- Nota O-SC/CPR-133/2025 de fecha 10 de febrero del 2025 remitido por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) comunicando la NO OBJECIÓN a las modificaciones propuestas.

Abog. Ethel Díaz Martínez
Responsable de la Unidad Legal
UEP-BID-DV-VMOPC
MOPC

II- DISPOSICIONES DEL PLIEGO DE BASES Y CONDICIONES

Contrato SG Ministro N° 69/2023 establece las Condiciones Generales (CG) *"Las Condiciones Generales que forman parte de las Condiciones del Contrato de Construcción (Segunda Edición 2017), publicadas por la Federación de Internacional de Ingenieros – Consultores (FIDIC), y las siguientes "Condiciones Particulares" que incluyen modificaciones y adiciones a tales Condiciones Generales."*

Libro FIDIC – Condiciones Contractuales de Construcción para trabajos de Ingeniería y edificación proyectados por el Contratante – Condiciones Generales. Cláusula 13.1 Derecho a Realizar Variaciones, establece que *"Las Variaciones pueden ser iniciadas por el Ingeniero según la subcláusula 13.3 [Procedimiento de las Variaciones] en cualquier momento antes de la emisión del Certificado Final de Obras (…) Cada Variación puede incluir: (i) cambios en las cantidades de cualquier componente de los trabajos incluidos en el Contrato (no obstante, tales cambios no necesariamente incluyen una variación); (ii) cambios en la calidad y otras características de cada componente de los trabajos; (…) (vi) cambios en a secuencia o en plazos de la ejecución de las Obras"*. En concordancia la cláusula 13.3 Procedimiento de Variación, dispone *"Sujeto a la Cláusula 13.1 [Derecho a Realizar Variaciones], las Variaciones deberán ser iniciadas por el Ingeniero de acuerdo con cualquiera de los siguientes procedimientos: (…) 13.3.2 Variación mediante Solicitud de Propuesta: El Ingeniero puede requerir una propuesta, antes de instruir una Variación, emitiendo una Notificación (describiendo el cambio propuesto) al Contratista. El Contratista deberá responder a esta Notificación tan pronto como fuera posible, ya sea para: a) entregar una propuesta, que incluirá los asuntos descritos en los subpárrafos (a) a (c) de la Subcláusula 13.3.1 [Variación mediante Instrucción]; (…) Si el Ingeniero da su consentimiento a la propuesta, con o sin comentarios, el Ingeniero deberá instruir la Variación"*.

Condiciones Particulares. Parte A – Datos del Contrato. Subcláusula 13.1 Derecho a Realizar Variaciones *"Los Convenios Modificatorios que pudieran suscribirse entre las partes durante la ejecución del Contrato no podrán en su conjunto superar el 20% (veinte por ciento) del Precio Total de la Oferta"*

III - ANÁLISIS

- La Consultora CIA S.A. presentó la propuesta de Convenio Modificatorio N° 1 de la Contratista en la que se incluye el cambio del paquete estructural del pavimento licitado.

- En la propuesta presentada por la Contratista, en el punto ALCANCE DE LAS MODIFICACIONES PROPUESTAS manifiesta que *"Las modificaciones a implementarse en el Convenio Modificatorio N° 1, se basan en una verificación y análisis de las condiciones existentes encontradas en una zona [illegible] las necesidades emergentes de las mismas. Las modificaciones involucran*

Abog. Ethel Díaz de Martínez
Responsable de la Unidad Legal
UEP-BID-DV-VMOPC
MOPC

el ajuste del proyecto licitado (...) adecuándolas a las condiciones reales existentes y la incorporación de obras no previstas (...) a fin de asegurar la calidad, funcionalidad y la correcta terminación de la obra, teniéndose principalmente: (...) de manera a no interferir con la línea eléctrica de la ANDE existente y resguardar la seguridad vial de los usuarios de la vía, en caso de haber necesidad en la obra, se ajusta la posición en planta del eje del proyecto. (...) Por último, de manera a optimizar recursos y debido a la revisión integral de todo el proyecto, se busca unificar también la configuración del paquete estructural de la vía con respecto a los otros 3 lotes que están en ejecución actualmente en la Ruta 12, agregándose el ítem: "Sub base suelo mejorado con cemento" detallando así la importancia y ventajas de realizar las modificaciones propuestas.

- Por su parte, la Consultora CIA S.A., a través de la Nota N° 175/2024, remite su parecer sobre la propuesta de modificación realizada por la Contratista manifestando que: "*(...) esta Fiscalización ha verificado la documentación técnica presentada por el Consorcio Vial Chaco, no encontrando objeciones sobre el mismo. En virtud a lo expuesto, se eleva con parecer favorable a consideración de la Contratante la Información Técnica Adicional del Convenio Modificatorio N° 1 del Contrato de Obra para los fines pertinentes, incluyendo además los informes de las Asesorías Especializadas de esta Fiscalización*"

- Así también, el Informe Técnico N° 6/2025 de fecha 10 de febrero del 2025 elaborado por la Unidad Ejecutora de Proyectos BID – DV, sobre la propuesta de modificación realizada por la Contratista, manifiesta en la Conclusión "*(...) luego de analizado y verificado todos los puntos señalados, esta unidad recomienda a la Dirección de Vialidad aprobar la propuesta del Convenio Modificatorio N° 1 y proseguir con los trámites para la suscripción con la firma CONSORCIO VIAL CHACO (WHELLCO S.A. – TECO SRL) para la ejecución de las obras de Habilitación contempladas en el Llamado MOPC N° 83/22, Lote 3. La propuesta se aprueba al evidenciar una mayor eficiencia y eficacia en la implementación del proyecto propuesto. En conclusión, se emite el parecer favorable a la propuesta*", emitiendo así su parecer favorable sobre los cambios propuestos por la Contratista.

- El organismo financiador también ha emitido su NO OBJECIÓN sobre las modificaciones propuestas para el Convenio Modificatorio N° 1, manifestando que "*(...) el Banco acompaña la decisión del Prestatario a través del Organismo Ejecutor de incorporar mejoras al proyecto para asegurar las condiciones de seguridad de la vía y contrarrestar posibles fenómenos que puedan producirse por efectos del cambio climático, por lo que no tiene objeciones que formular a los convenios modificatorios*"

- De lo expuesto, la Contratista, la Fiscalización y el equipo técnico de la UEP BID – DV coinciden en la necesidad, la pertinencia y las ventajas para el avance y desarrollo de la obra de la suscripción del Convenio Modificatorio N° 1.

Abog. Ethel Díaz de Martínez
Responsable de la Unidad Legal
UEP-BID-DV-VMOPC
MOPC

- En cuanto al marco jurídico bajo el cual se ampara la solicitud, la variación fue presentada a la Contratante por parte de la Consultora encargada de la Fiscalización de la obra, en cumplimiento de lo establecido en la cláusula 13.3 Procedimiento de Variación. Así también, se adecua a lo establecido en la Cláusula 13.1 incisos (i) (ii) y (vi), que establecen el alcance de las modificaciones que pueden realizarse a los Contratos que permite la modificación de cantidades, cambios en la calidad de los trabajos y de los plazos contractuales. Por último, cumple con la condición establecida en la Subcláusula 13.1 Derecho a Realizar Variaciones de las Condiciones Particulares. Parte A – Datos del Contrato, al no superar las modificaciones a ser introducidas el máximo del 20% del monto contractual original permitido.

IV. CONCLUSION

En base al análisis, revisión y verificación realizada a la documentación presentada por la Contratista, al Informe de revisión y análisis entregado por la Fiscalización de la obra y al Informe Técnico elaborado por la Unidad Ejecutora, se considera que la solicitud de suscripción del Convenio Modificatorio N° 1 se adecua a las disposiciones contractuales desde el punto de vista legal, cuyo incremento de **G. 45.742.591.882** (cuarenta y cinco mil setecientos cuarenta y dos millones quinientos noventa y un mil ochocientos ochenta y dos) IVA incluido, representa un aumento del **18,75%** con relación al monto del contrato original, por lo que resulta pertinente proseguir con los trámites requeridos para la formalización de las modificaciones.

ABG. ETHEL DÍAZ DE MARTÍNEZ,
RESPONSABLE LEGAL
UEP BID -DV

ANEXO C

ANÁLISIS AMBIENTAL – CONVENIO MODIFICATORIO N°1 – LOTE 3 – PY12.

1. Posibles Impactos Ambientales

1.1 Emisiones CO2

El uso de cemento Portland (CP) como estabilizante implica un incremento en emisiones de CO_2 al incorporar un material con un alto gasto energético (como lo es el CP). El uso del CP como estabilizante deberá redituar en un incremento en la durabilidad de la ruta, incremento que deberá ser considerable con el fin de evitar mantenimiento adicional y/o intervenciones posteriores que impliquen emisiones adicionales.

1.2 Subbase de suelo cemento

Para el caso de la modificación solicitada a través de la Justificación Técnica – Convenio Modificatorio N° 1(CM N°1) para el Lote 3 tramo 80+200 a 122+00 se reporta como ítem nuevo *10.2 Subbase de suelo cemento* (RC ≥20 kg/cm^2) y 11.1 Subbase de suelo cemento (Acceso a Ninfa) con un volumen total de 120.824,55 m^3.

Por cada tonelada de Cemento Portland utilizado se producen 0,6 toneladas de CO_2, producto de la reacción necesaria para pasar de $CaCO_3$ a CaO[1]. Este cálculo no tiene en cuenta el combustible necesario para la producción de CP, pudiendo incrementarse la emisión entre 0,85 a 0,92 toneladas de CO_2 por tonelada de CP[2]. Tampoco tiene en cuenta la emisión de CO_2 para el transporte del material a la zona de obra.

La proporción de CP a ser utilizada según las especificaciones técnicas del CM N°1, en ambos ítems, será del 7%. Por lo cual se ha estimado la emisión de CO2 según estas proporciones.

m3	% de CP en sub base	Total m3 de CP	Densidad CP 1.44 /m3	Toneladas de CP	CO2 (0.6)*	CO2 (0.82)	CO2 (0.9)
115.257,00	7,0%	8067,99	1,44	11617,9056	6970,74	9875,22	10456,12
5.567,55	7,0%	389,7285	1,44	561,20904	336,73	477,03	505,09
					7307,47	10352,25	10961,20

Tabla 1. Estimación de emisiones de CO_2 (t)
*Corresponde solo a la emisión de la reacción ($CaCO_3 \rightarrow CaO$)

[1] Agencia Internacional de Energía. https://www.iea.org/energy-system/industry/cement

[2] No existen cálculos de emisión de CO2 de la industria del cemento específicos para Paraguay. Se utiliza información de:

- Study of Energy Use and CO2 Emissions in the Manufacturing of Clinker and Cement. Prakasan et al, 2019.
- Estimación de las emisiones de CO2 de concretos modificados con residuos de vidrio, Revista Politécnica, vol. 18, núm. 35, pp. 52-70, 2022.
  Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid
  https://www.redalyc.org/journal/6078/607870799004/html/#:~:text=Asimismo%2C%20las%20emisiones%20de%20di%C3%B3xido,de%20cemento%20producida%20%5B8%5D.

Lic. Guillermo González López
Consorcio Consultor Oriental
ECATEF
Especialista Ambiental

Se asume por lo tanto que habrá una emisión de CO_2 proveniente del uso de CP como estabilizante para *Subbase de suelo cemento* de entre 10.352,25 t y 10.961,2 t.

Este ítem contractual reemplaza al *3.4 Subbase granular cementada*, con un volumen de 112.966 m^3, la cual originalmente contemplaba una proporción aproximada de uso de CP del 3%. Por lo tanto, se estima que la emisión adicional de CO_2 al incorporar el ítem *17.3 Subbase de suelo cemento* (RC ≥20 kg/cm^2) para el Lote 3, estará en el orden de entre 5.873,51 t y 6.064 t.

1.3 Suelo cal – Estabilización de taludes

Se ha incorporado al diseño el uso de la cal hidráulica para la estabilización de los espaldones del terraplén. Esto con el fin de contrarrestar la dispersividad del suelo del terraplén en los taludes expuestos, en un ancho de 1,5m y en una proporción de 3% (Tipo 1). Establecido como ítem *10.1 Espaldón con suelo mejorado con cal Tipo 1.* Este ítem contractual no reemplaza a otro ítem. Por lo tanto, se calcula una emisión adicional[3] de 7.700,72 t.

Totalizando una emisión adicional de CO_2 (ítems 11.1 + 10.2) de entre 13.574,23 y 13.764,72 t.

2. Salud y Seguridad Ocupacional – CP y Cal hidráulica

Referente a peligros relacionados con la manipulación de CP y la cal hidráulica, en condiciones normales de uso, es de esperar que no ocasione riesgos para la salud, sin embargo, el contacto con el CP y la Cal hidráulica, hidratado o seco, es peligroso y puede causar irritación severa de la piel y quemaduras químicas, así como daños a los ojos y mucosas[4].

El contratista deberá capacitar a los operarios en el uso del CP como CTB, extremando precauciones con el fin de evitar contacto con los ojos, mucosas y piel. Adicionalmente la exposición aguda y crónica al polvo de cemento puede irritar el tracto respiratorio y provocar constricción de los bronquios.

El CP no presenta riesgos hacia el medio ambiente, salvo la eventual generación de polvo en caso de derrame. La empresa contratista deberá dotar a su personal de la capacitación y el equipo de protección personal requerido para la manipulación de CP.

No se esperan modificaciones sustanciales en la utilización de recursos adicionales (suelo y agua). Tampoco se espera que se tengan que tomar medidas adicionales para el manejo de los residuos generados.

3. Alcantarillas celulares

Para el Lote 3 las dimensiones de las alcantarillas se han mantenido, solo ha registrado una disminución en la cantidad de alcantarillas, justificado en el Estudio Hidrológico y Paquete Estructural – Informe Hidrológico e Hidráulico Revisión 2024. El Lote 3 contempla originalmente la adaptación de alcantarillas a pasos de fauna, lo cual no es mencionado en el CM, se recomienda que se incluya el análisis de las alcantarillas que serán adaptadas a pasos de fauna.

[3] No existen cálculos de emisión de CO2 de la producción de cal específicos para Paraguay. Se utiliza información Asumiendo una emisión de 0.75t de CO2 por tonelada de: European Environment Agency, Guidebook 2016: Lime Production

[4] Portland Cement – Safety Data Sheet. CEMEX

Lic. Guillermo González López
Consorcio Consultor Oriental
ECATEF
Especialista Ambiental

4. Modificación de trazado del proyecto

4.1 Posibles impactos ambientales

Se ha determinado la necesidad de modificar el trazado en el Lote 3 para lo cual se deberá de realizar un análisis de la afectación a la remoción de árboles, para lo cual se deberá actualizar el Censo forestal y presentar los planes de reposición forestal (PRF) ajustados al nuevo trazado.

Lic. Guillermo González López
Consorcio Consultor Oriental
ECATEF
Especialista Ambiental