4.1 Las variaciones introducidas en el presente Convenio incrementan el monto original del contrato a Gs. 289.745.976.859 (Guaraníes Doscientos ochenta y nueve mil setecientos cuarenta y cinco, novecientos setenta y seis mil ochocientos cincuenta y nueve) IVA Incluido.

4.2 El monto total a pagar del Convenio Modificatorio N° 1 es de Gs. 45.742.591.882 (Guaraníes Cuarenta y cinco mil setecientos cuarenta y dos millones, quinientos noventa y un mil ochocientos ochenta y dos) IVA Incluido.

4.3 El análisis de los precios unitarios de ítems nuevos se presenta en el Anexo 5 de la Documentación Técnica del Convenio Modificatorio N° 1.

4.4 Los precios unitarios de los Ítems del Convenio Modificatorio N° 1, serán objeto de reajuste conforme a los coeficientes paramétricos a ser proveídos por el MOPC.

5. PLAZO, LUGAR

Los servicios deberán ser prestados dentro de los plazos establecidos en el Anexo 4 de la Documentación Tecnica del Convenio Modificatorio N° 1, quedando el plazo de ejecución de obras a 879 días calendario.

Los documentos que forman parte del Convenio Modificatorio N° 1, deberán considerarse mutuamente explicativos; en caso de contradicción o diferencias entre los documentos que forman parte integral del Convenio, la prioridad de los mismos será en el orden enunciado anteriormente.

Todo aquello que no está expresamente establecido en este Convenio Modificatorio N° 1, se mantiene sin modificación alguna.

Todas las demás cláusulas del Contrato S.G. Ministro N° 69/2023, se mantiene sin modificación alguna.

En fe de lo cual, se suscriben 4 (cuatro) ejemplares de un mismo tenor, y a un solo efecto en la fecha y lugar indicados más arriba.

ING.GERARDO A. ESPINOLA YAKISICH	**ING._____**
POR EL CONTRATISTA	**POR EL CONTRANTE**

Ing. Cristobal Cohene C.
Supervisor de Obra
MOPC

Ing. Gerardo A. Espinola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

HECTOR M. MALUF

ANEXO 9
ESTUDIOS E INTERES

Ing. Cristobal Cespedes C.
Supervisor

Ing. Gerardo A. Espinoza V.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

HECTOR M. MALUF
S.A

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES PARAGUAY

PARAGUÁI TETÃ REMBIAPO HA MARANDU MOTENONDEHA

MEMORANDUM DATD Nº 087/2024

PARA: Ing. Rene Peralbo Gonzalez, Director, Dirección de Vialidad

DE: Ing. Luis Massó, Departamento de Asesoría Técnica de la DV

REF: PR-L1174 "Llamado MOPC N°83/2022 Contrato SG Ministerio N°68/2023 Ejecución de Obras Viales de Habilitación y Mantenimiento de la Ruta Nacional N°12. - Tramo Cruce Nanawa-Gral Bruguez y Accesos Región Occidental. Lote 4". ID N°418.689 –

FECHA: 23 de JULIO de 2024

Esta Asesoría Técnica en Hidrología e Hidráulica, **atendiendo al MEMORANDUM DE FISCALIZACIÓN POR ADMINISTRACIÓN N°004/2024- De reiteración del pedido de remisión de Informe de evaluación del diseño Ejecutivo Final de las Obras de Habilitación,** ha analizado los documentos del Diseño Ejecutivo Final, de Licitación de las Obras de Habilitación y Mantenimiento de la Ruta PY12-lote 4.

Sobre el particular se tienen observaciones, las cuales se pasan a describir.

Se han analizado, los parámetros utilizados para calcular los escurrimientos, con las cuencas determinadas en su oportunidad.

Se han analizado los valores de implantación indicados en las tablas de datos de cotas de entrada, cotas de salida, cotas de rasantes, de todas las alcantarillas del tramo, del lote 4.

Se ha estudiado los documentos que tienen que ver con el puente diseñado para construir en la progresiva 148+700, correspondiente al brazo norte del Rio Pilcomayo.

Se ha estudiado, el acceso a la localidad de Gral. Bruguez, la cual se considera como soluciones de drenaje del tipo urbano, diferente al proyecto vial rural, de que se trata la obra.

Se analizan los antecedentes que le dieron origen a los documentos de Licitación, estudios previos realizados por la Consultora IDOM, y estudios complementarios realizados por la Consultora PEESA, contratada por el BID. Los cuales se pasan a describir, suscintamente:

- ANEXO 03. Hidrología e Hidráulica del Consultor IDOM, de **noviembre del 2019.**
- ANEXO 03. HIDROLOGÍA E HIDRAULICA – **ENERO 2022** – 21593-R12-LIC-ANE-HID-001-R06:
  - NOTA: de este estudio, se extrae la curva IDF AJUSTADA, AL AÑO 2021, correspondiente a la estación meteorológica de ASUNCION.
  - Se revisa el Tc-tiempo de concentración utilizado, indicado en la página 77.
  - Se copia los valores de los parámetros que se definen para cada una de los cuencas, demarcadas, por el consultor PEESA, desde la página 89, hasta la página 92.

HECTOR M. MALUF

Ing. Cristobal Eshene S.
Supervisor de Obra
DV - MOPC

Ing. Gerardo A. Espínola Y.
Representante legal
CONSORCIO VIAL CHACO

- Se utiliza para comparación los Tc – tiempos de concentración calculados por el consultor, indicados en las tablas que van desde la página 92 hasta la página 94 , el cual para calcular los mismos ha utilizado la fórmula de retardo del SCS
- Se considera el coeficiente de escorrentía para aplicar el método racional, indicado en la página 95 como válido.
- Se utilizan los caudales calculados por el consultor PEESA, desde la página 96 y hasta la página 98, para las posibles comparaciones que oportunamente se deben realizar.
- Se toma en cuenta la Tabla 67- que indica las capacidades de desagües de las alcantarillas tipos indicadas en el proyecto, de la página 130.

- ARCHIVO: 21593-R12
- ANEXO 00: ANTECEDENTES – IDOM NOVIEMBRE 2019
- Se ha consultado el documento denominado MEMORIA DESCRIPTIVA – SEPTIEMBRE 2022 - 21593-R12-LIC-MEM-001-R01- del PROYECTO DE PAVIMENTACION DE LA RUTA NACIONAL PY 12 – TRAMO: CHACO-i – TRIANGULO – Gral. BRUGUEZ y ACCESOS.
- Documentos extruidos del portal de la DNCP, del ID 418689, del denominado ANEXO A LA ADENDA 3, entre los cuales se pasan a mencionar: PLANO: OBRAS DE DRENAJE LISTADO DE OBRAS DE ARTE **CONSULTORA D G INGENIERIA SRL** – FECHA: **SEPTIEMBRE 2022** –
- ARCHIVO: R12_OBRAS_DRENAJE-ODD-18 HOJA 18 DE 23 (Prog. Inicio 0+518 a 43+700)
- ARCHIVO: R12_OBRAS_DRENAJE-ODD-19 HOJA 19 DE 23 (Prog. 43+700 a 64+813)
- ARCHIVO: R12_OBRAS_DRENAJE-ODD-20 HOJA 20 DE 23 (Prog.64+852 a 91+032)
- ARCHIVO: R12_OBRAS_DRENAJE-ODD-21 HOJA 21 DE 23 (Prog.91+364 a 109+880)
- ARCHIVO: R12_OBRAS_DRENAJE-ODD-22 HOJA 22 DE 23 (Prog.110+720 a 137+061)
- ARCHIVO: R12_OBRAS_DRENAJE-ODD-23 HOJA 23 DE 23 (Prog.137+061 a 159+546)

NOTA: Estos planos en los archivos mencionados están en formato .pdf, y los mismos se pueden ver en formato de archivo tipo .dwg, y corresponden a las lenguetas ODD 11 - ODD 12 - ODD 13 - ODD 14 – ODD 15 – ODD 16, del archivo R12_OBRAS DRENAJE, de la carpeta CAD

ANEXO 03 – HIDROLOGIA E HIDRAULICA – NOVIEMBRE 2019 – documento 21593-R12-LIC-ANE-HID-001-R01,

- Se toma en cuenta que inicialmente para calcular caudales, el consultor ha utilizado las curvas IDF, calculadas por CUEVAS – ROLON, en el año 2009, cuyos datos corresponden a las estaciones meteorológicas de ASUNCIÓN y de MCAL. ESTIGARRIBIA-Figura 40 y Figura 41, de las páginas 55 y 56
- En la página 90, se muestran las ecuaciones de las curvas IDF calculadas por Cuevas y Rolón en el año 2009, en la misma página se muestra como de aplicación la fórmula de Kirpich, para calcular el Tc – tiempo de concentración-.
- La tabla 35, de la página 137, indica los caudales de las ODTs, según la tipología de las mismas. Un poco diferente a la indicada en los informes posteriores al presente informe que se analiza.

Se estudia el archivo en formato tipo .kmz, extraído del portal de la DNCP, denominado - ruta_12_tramos_1665508315992, en el mismo se ubican todos los tramos del trazado, y se indican, y se detecta que en el mismo solo algunas de las ODTs, proyectadas, por el consultor PEESA, se han indicado, por lo tanto se considera incompleto para indicar las ubicaciones de las ODTs, proyectadas de Licitación.

Ing. Cristobal Cohene C.
Supervisor de Obra

Ing. Gerardo A. Espinola V.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

Ing. HECTOR M. MALUF

Se consulta de la carpeta comprimida denominada ---planos2_1663710833731.zip---el plano XR_R1, donde se pueden apreciar las interferencias, detalles morfométricos, caminos de acceso laterales, en una franja que abarca unos 100 metros a ambos lados del eje del trazado de la ruta PY12, trabajo este realizado por aero fotogrametría, por el consultor IDOM.

- Se trascribe a continuación, parte del Informe realizado en fecha 24/09/2021por la Consultora PEESA, contratada por el BID, el PROYECTO FINAL LICITATORIO, la cual ha ajustado el proyecto realizado por el consultor IDOM, del año 2019.

PROYECTO LICITATORIO
RUTA PY 12: TRAMO CHACO'I - GENERAL BRUGUEZ
PAVIMENTACIÓN LOMA PLATA - CARMELO PERALTA
INFORME DE REVISION

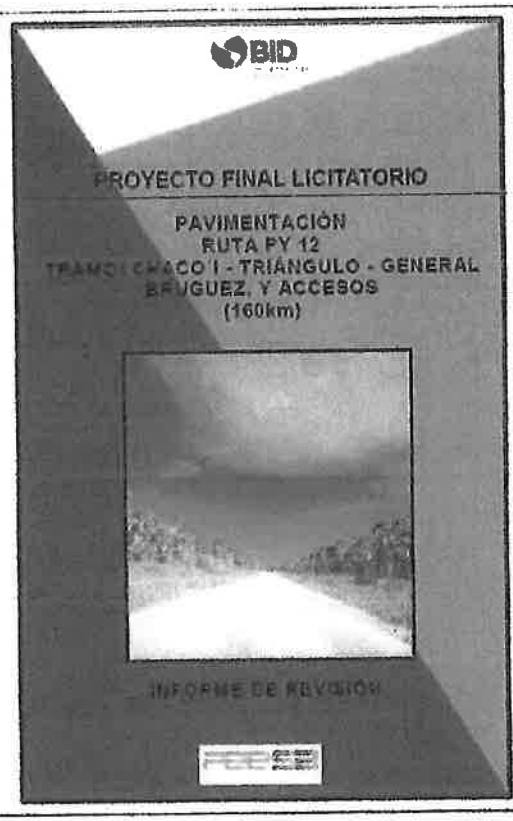
REV 03	Fecha Revisión 24/09/2021	PY12- R-00

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN 3
CAPÍTULO 2 TAREAS DE CAMPO 3
CAPÍTULO 3 TAREAS DE GABINETE 3
A. Revisión Estudios Hidrológicos e Hidráulicos 3
B. Revisión Diseño Geométrico 4
C. Revisión del Diseño de Pavimentos 5

Contratante: BID | Consultora: PEESA | Pág. 2

Del PROYECTO FINAL LICITATORIO – Consultor PEESA



HECTOR M. MALUF

Ing. Cristobal Cohene C.
Supervisor de Obra
PY - MOPC

Ing. Gerardo A. Espinola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

Del PROYECTO FINAL LICITATORIO – Consultor PEESA

PROYECTO LICITATORIO RUTA PY 12: TRAMO CHACO'I - GENERAL BRUGUEZ PAVIMENTACIÓN LOMA PLATA - CARMELO PERALTA INFORME DE REVISION		
REV 00	Fecha Revisión 24/09/2021	PV12-IR-00

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

En el presente informe se describirán los lineamientos y criterios detrás del análisis y ejecución de los documentos inherentes a la readecuación la documentación del proyecto de Pavimentación asfáltica de la Ruta Nº12 Chaco'i – Triangulo – General Bruguez., entre progresivas 2+520 a 144+300, incluyendo el Acceso a General Bruguez, Ninfa, y sus respectivas zonas urbanas.

CAPÍTULO 2 TAREAS DE CAMPO

De acuerdo a la Propuesta Metodológica presentada, se realizó el relevamiento topo-batimétrico asociado a los tres cauces principales de la traza: Rio Confuso-I (PK 4+258), Rio Negro (PK 32+480) y Brazo Norte del Rio Pilcomayo (PK 148+772).

Los siguientes documentos contienen en detalle el levantamiento realizado para cada cauce, con la totalidad de los puntos, sus descripciones y sus cotas altimétricas.

- 21593-R12-LIC-PLA-TOP-02080100-R00
- 21593-R12-LIC-PLA-TOP-02080200-R00
- 21593-R12-LIC-PLA-TOP-02080300-R00

CAPÍTULO 3 TAREAS DE GABINETE

Del PROYECTO FINAL LICITATORIO – Consultor PEESA

CAPÍTULO 3 TAREAS DE GABINETE

Análogamente al alcance previsto en la Propuesta Metodológica para las tareas de gabinete, se detallan a continuación los principales criterios del análisis efectuado, junto a las conclusiones primordiales:

A. Revisión Estudios Hidrológicos e Hidráulicos

Dentro de ella, se incluyó:

1. Readecuación del Diseño Hidrológico tomando en cuenta aspectos de cambio climático de antecedentes.

Para ello se ajustaron las curvas IDF de la ciudad de Asunción a partir del paper publicado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción (FIUNA), considerando el cambio climático.

2. Verificación y Readecuación del Diseño Hidráulico de las obras de la traza.
3. Diseño Hidráulico de Puentes.

Contratante	Consultora	Pág.
BID	PEESA	3

Del PROYECTO FINAL LICITATORIO – Consultor PEESA

Ing. Cristobal Cohene C.
Supervisor de Co...
MV - 3.98...

Ing. Gerardo A. Espínola V.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

Ing. HECTOR M. MALUF
...S.A.

PROYECTO LICITATORIO RUTA PY 12: TRAMO CHACO'I - GENERAL BRUGUEZ PAVIMENTACIÓN LOMA PLATA - CARMELO PERALTA INFORME DE REVISION		
REV 00	Fecha Revisión 24/09/2021	PY12-IR-00

Cabe destacar, que previo a la verificación y readecuación de los puntos 2 y 3, se procedió a la determinación y trazado de las cuencas correspondientes a la totalidad de alcantarillas y puentes, faltantes en el proyecto revisado. (Documento 21593-R12-LIC-PLA-HID-02030200-R01)

A partir de ello, y ya con las curvas IDF ajustadas a los efectos del cambio climático, se determinaron los caudales de diseños; y se ajustaron las obras originalmente proyectadas sobre la calzada principal. Cabe destacar que como criterio general de las obras readecuadas: a pesar de que el análisis efectuado concluya en la modificación de la sección del elemento, su ubicación se mantiene.

Respecto a los puentes, a partir de la información complementaria recabada en los relevamientos topo-batimétricos, se realizó su modelación mediante el software HEC - RAS (Hydrological Engineering Center – River Analysis System), con el objeto de definir el N.A.M.E (Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias) y consecuentemente obtener el nivel de fondo de viga necesario. Adicionalmente se realizó el análisis de erosión.

El detalle de los metodos, modelaciones y cálculos, junto a las dimensiones y progresivas de los elementos proyectados, se encuentran volcados en el capítulo 21593-R12-LIC-ANE-HID-001-R02.

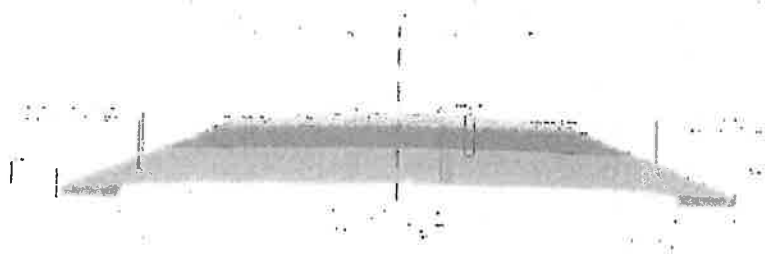
B. Revisión Diseño Geométrico

Del PROYECTO FINAL LICITATORIO – Consultor PEESA

B. Revisión Diseño Geométrico

Respecto al diseño geométrico, como primera medida se realizó la readecuación del perfil tipo de obra básica en función de lo requerido por el Departamento de Proyectos Viales del M.O.P.C, mediante su nota de respuesta a las consultas realizadas con fecha del 03-06-2021.

ANEXO 2
SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO READECUADO PCR D.P.V



Contratante	Consultora	Pág.
BID	PEESA	4

Del PROYECTO FINAL LICITATORIO – Consultor PEESA

Ing. Cristobal Colmán S.
Supervisor de Obra

Ing. Gerardo A. Espinola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

Ing. HECTOR M. MALUF

PROYECTO LICITATORIO RUTA PY 12: TRAMO CHACO I - GENERAL BRUGUEZ **PAVIMENTACIÓN LOMA PLATA - CARMELO PERALTA** **INFORME DE REVISION**		
REV. 00	Fecha Revisión 24/09/2021	PY12-IR-00

CARACTERÍSTICAS:

- Ancho de calzada: 11 m
- Ancho de banquinas: 2 m
- Tipo de Pavimento: Concreto Asfáltico en Caliente (CAC D-8 / 12 - AR-3 / B-45)
- Talud Terraplén: 3:1
- Talud Terraplén: 3:1

Dicha readecuación se encuentra volcada en el documento 21593-R12-LIC-PLA-DIG-02020200-R02 junto a los cambios estructurales descriptos en el apartado siguiente *Revisión del Diseño de Pavimentos*.

En cuanto al ajuste del diseño altimetrico como consecuencia de la verificacion de las tapadas de las alcantarillas, el analisis llevado a cabo en la presente consultoría sobre los elementos transversales de la calzada principal del proyecto a revisar, pudo determinar que las cotas de desagüe (CD) que se podían inferir gráficamente de las planialtimetrías (pues no existía otro documento en el proyecto que indicase tal dato, como así tampoco los correspondientes perfiles de desagüe) no guardaban correspondencia con los perfiles transversales próximos (distancia < 20m) los cuales para las condiciones de planicie del proyecto se entiende pueden ser un buen estimativo de las condiciones del terreno en la zona de emplazamiento del elemento. De esta manera, con las CD corregidas y para una tapada mínima de 70cm de espesor (escenario analizado en el Informe antecedente de Revisión), no se requerirían alteos de la rasante en coincidencia con dichos elementos.

Finalmente, con el objeto de mejorar la seguridad de circulación en escuelas y accesos a las distintas localidades, se prevé la implementación de señalización vertical, demarcación horizontal y refugios peatonales para complementar el diseño geométrico.

C. Revisión del Diseño de Pavimentos.

Del PROYECTO FINAL LICITATORIO – Consultor PEESA

Ing. Cristobal Cohen C.
Supervisor de Obra
DNV - MOPC

Ing. Gerardo [illegible] Tinota Y.
Director Provincial
DIRECCIÓN PROV. CHACO

Ing. HECTOR M. MALUF
Consultor

Finalmente con el objeto de mejorar la seguridad de circulación en escuelas y accesos a las distintas localidades, se prevé la implementacion de señalizacion vertical, demarcación horizontal y refugios peatonales para complementar el diseño geométrico.

C. Revisión del Diseño de Pavimentos.

Primeramente, se debió readecuar el Estudio de Tránsito. Particularmente, se rectificaron las tasas de crecimiento de los vehículos pesados y sus proyecciones (oportunamente indicadas en el Informe antecedente de Revisión; junto a ello, se implementaron otras consideraciones adicionales que se vieron rectificadas con el desarrollo del Estudio Económico del proyecto, tales como los volumenes de transito inducido tras las mejoras operativas y la incorporacion de vehiculos transganados como tránsito generado por la pavimentacion de la via y el desarrollo socio económico de la zona de influencia.

Con todo ello, se procedio al recalculo de los ejes equivalentes siguiendo la metodología indicada en el proyecto

En la tabla siguiente se muestran las variaciones que sufrieron los ejes del proyecto en funcion de la actualización efectuada

Contratante	Consultora	Pág
BID	PEESA	5

PROYECTO LICITATORIO RUTA PY 12 TRAMO CHACO'I - GENERAL BRUGUEZ **PAVIMENTACION LOMA PLATA - CARMELO PERALTA** **INFORME DE REVISION**		
REV. 00	Fecha Revisión 24/09/2021	PY12-IR-00

Estudio	Periodo	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
Proyecto a Revisar	10 años	2.643.326	1.302.406	561.129	323.932
Actualización	**10 años**	**2.177.466**	**1.007.661**	**734.023**	**406.514**

Metodología de cálculo de pavimento

Del PROYECTO FINAL LICITATORIO – Consultor PEESA

Ing. Cristobal Ochoa O.
Supervisor de Obra

Ing. Gerardo A. Espinola V.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

HECTOR M. MATUF

Metodología de cálculo del pavimento

Respecto a la metodología de diseño se corrigieron los parámetros utilizados en la metodología de cálculo del proyecto, particularmente los utilizados en la comprobación a fatiga por el método SHELL

- Módulo asfalto **400.000 psi** (proyecto: 372.652 psi). Entrando a la Fig. 2.5 de la Guía AASHTO '93 con la media de los coeficientes de drenaje indicados en el proyecto para la carpeta y base asfáltica, el módulo del asfalto resulta 400 000 psi.
- Módulo granular **30.000 psi** (proyecto: variable por encima de 30.000 psi). Entrando a la Fig. 2.6 de la Guía AASHTO '93 con un CBR 100%, el módulo de la base granular resulta 30 000 psi
- Presión de inflado. **102 psi** (proyecto: 84 psi). Presión de inflado utilizada en los neumáticos

Diseño estructural del pavimento

En base a las correcciones mencionadas precedentemente y aplicando las metodologías indicadas en el proyecto (AASHTO y SHELL), las estructuras de pavimento obtenidas para la verificación de los requerimientos estructurales para un período de diseño de 10 años fueron

	TRAMO	2	3	4	5
PAVIMENTO	CA_cm	6	5	5	4
	BA_cm	5	5	4	4
	BG CBR100%_cm	28	20	20	20
SUBRASANTE	SUELO CAL CBR20%_cm	30	30	30	30
	SUELO CAL CBR20%_cm	30	30	30	30

En línea con estos espesores, se propuso la corrección del tipo de mezcla a aplicar según el espesor a colocar de acuerdo a lo indicado por la Comisión Permanente del Asfalto

- CAC D 12 para mezclas con espesores menores o iguales a 4 cm
- CAC D19 para mezclas con espesores mayores a 4 cm

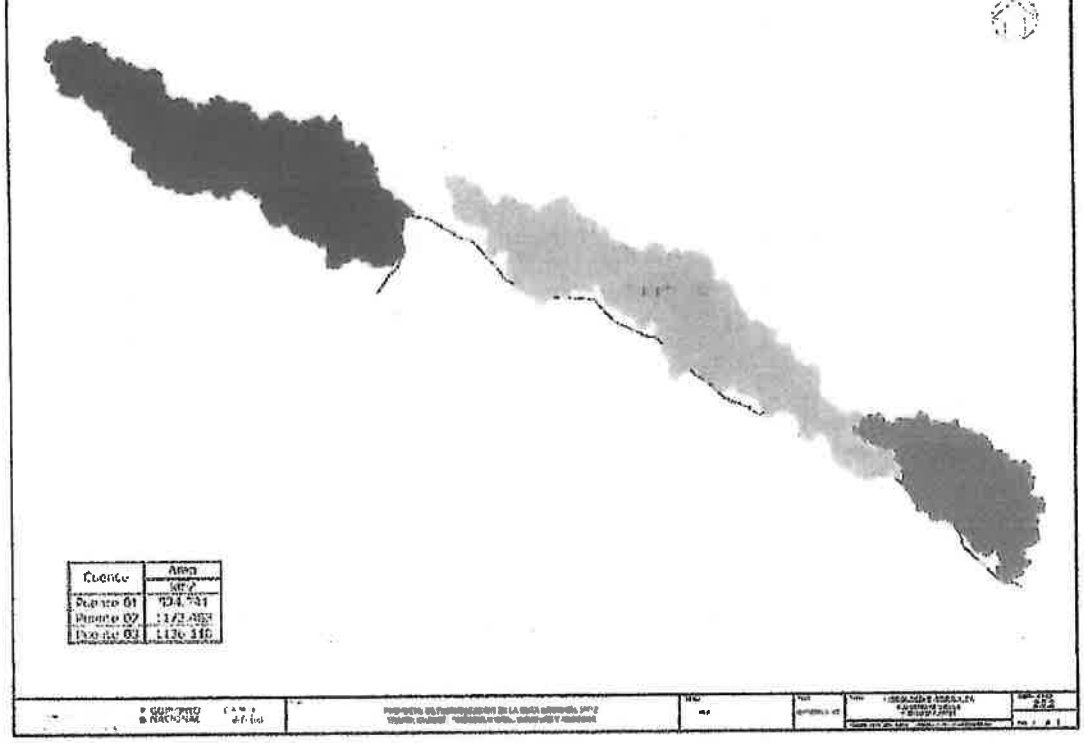
Contratante	Consultora	Pag
BID	PEESA	6

Del PROYECTO FINAL LICITATORIO – Consultor PEESA

- **Se consulta y se analizan los datos de las cuencas, readecuados por el consultor PEESA, en SEPTIEMBRE 2021, el cual discrimina las láminas de cuencas, correspondientes para los puentes, y para las alcantarillas.**
- **La denominación de cada cuenca, realizada por el consultor PEESA, se considera aceptable en esta revisióverificación de proyecto, y se utilizan las áreas de las cuencas demarcadas ya que forman parte de los estudios y documentos que sirvieron de base para el denominado PROYECTO FINAL LICITATORIO, para las posibles comparaciones.**

Ing. Cristóbal Cheng C.
Supervisor de Obra
MOPC

Ing. Gerardo A. Espinola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO



Del PROYECTO FINAL LICITATORIO – Consultor PEESA

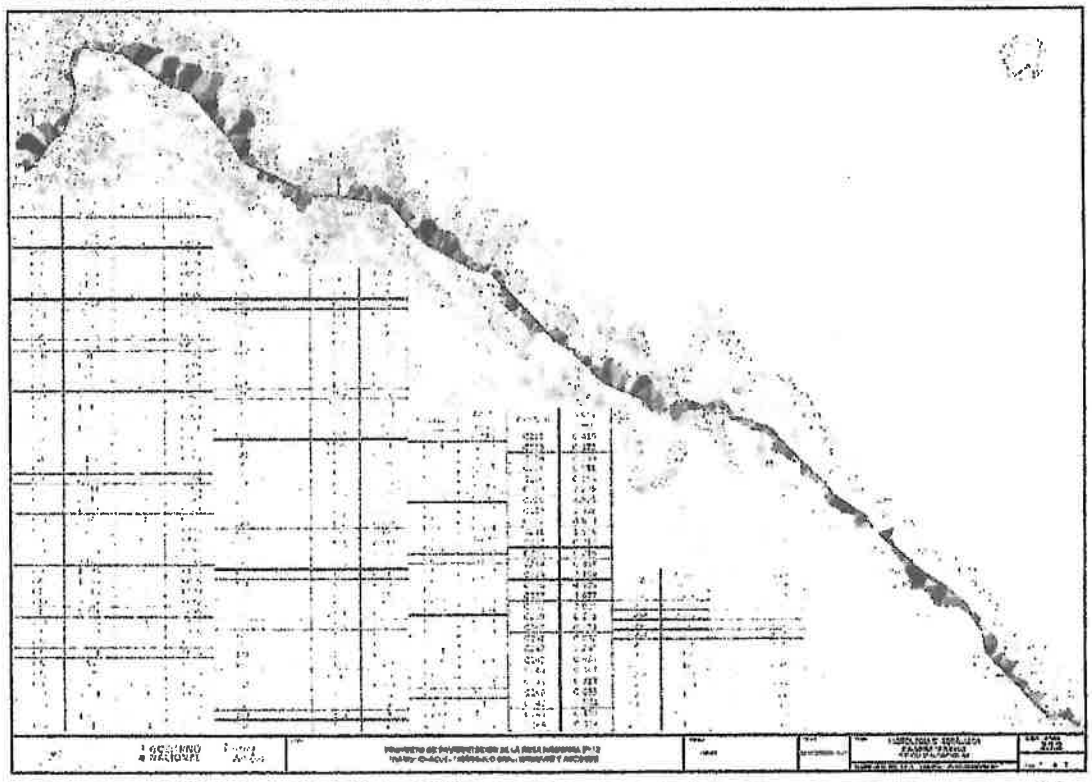
FECHA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
SEPTIEMBRE 2021	**HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA** PLANIMETRÍA DE CUENCAS CUENCAS DE PUENTES	**2.3.2**
	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 21593-R12-LIC-PLA-HID-02030200-R00.dwg	HOJA 1 DE 2

Del PROYECTO FINAL LICITATORIO – Consultor PEESA

Ing. HECTOR M. MALUF

Ing. Cristobal Cohen C.

Ing. Gerardo A. Espinola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO



FECHA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
SEPTIEMBRE 2021	**HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA** PLANIMETRÍA DE CUENCAS CUENCAS DE ALCANTARILLAS	**2.3.2**
	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 21593-R12-LIC-PLA-HID-02030200-R00.dwg	HOJA 2 DE 2

Del PROYECTO FINAL LICITATORIO – Consultor PEESA

Con toda la Información revisada, se ha procedido a realizar una revisión total de los conceptos utilizados en los cálculos hidrológicos, manteniendo las cuencas demarcadas por la consultora PEESA, pero revisando otros parámetros mediante otros criterios de cálculo, como es el caso del tiempo de concentración, el cual ha sido calculado por el consultor PEESA, con criterios que NO son aplicables a la fisiografía del relieve, donde se simula la escorrentía, se debería haber utilizado fórmulas que contengan conceptos de retención en la fórmula propuesta, para calcular dicho valor.

ANALISIS DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Tiempo de concentración

La duración del evento de precipitación se debe seleccionar en base al tiempo de concentración (Tc) de la cuenca.

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

Por definición, el Tc es el tiempo que tarda en llegar el agua desde el punto hidráulicamente más alejado de la cuenca. Aplicando este concepto, al hacer que la duración de la lluvia hipotética sea igual

Ing. Cristobal Cohene C.
Supervisor de CLIC
PV - MOPC

Ing. Gerardo A. Espinola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

HECTOR M. MALUF

al tiempo de concentración, se asegura que toda la cuenca se encuentra generando escorrentía que aporta al caudal de diseño utilizado para la verificación de las alcantarillas y puentes.

6.4.2.2 Tiempo de concentración

Dado que las áreas de las cuencas son menores a 5km2, se adopta para este caso la expresión para el cálculo de tiempo de concentración a la Ecuación de Retardo de SCS, enunciada previamente.

Se considera un tiempo de concentración mínimo de 10 minutos.

Por lo tanto, el tiempo de concentración correspondiente a cada cuenca resulta:

La expresión del tiempo de concentración no encauzado elegida, considerando la geometría de las cuencas trazadas, corresponde a la ecuación de la onda cinemática:

$$Tc_{ne} = \frac{0{,}94 \times L^{0.6} \times n^{0.6}}{i^{0.4} \times S^{0.3}}$$

Donde

Tc_{ne}: tiempo de concentración no encauzado, en minutos

L: longitud hidráulica de la cuenca, en pies

n: coeficiente de rugosidad de Manning, se adopta n=0,033

i: intensidad de lluvia, en pulgada/hora

S: pendiente promedio de la cuenca, en pie/pie

Dado que la expresión seleccionada requiere de una iteración, ya que la intensidad y el tiempo de concentración son desconocidos, se utiliza en primera instancia la expresión del SCS:

$$Tc = \frac{100.L^{0.8}.\left[\left(\frac{1.000}{CN}\right) - 9\right]^{0.7}}{1.900.S^{0.5}}$$

Donde:

Tc: tiempo de concentración, en minutos

L: longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, en pies,

CN: número de curva SCS

S: pendiente promedio de la cuenca, en %.

Informe extraído del documento que se menciona. Consultor IDOM y PEESA

OBSERVACIONES

- El tiempo de Retardo ó de rezago que se define como el tiempo que hay entre el centroide del hietograma de lluvia en exceso y el centroide del hidrograma de escorrentía, es 0.60 veces el Tiempo de concentración que se define como el tiempo transcurrido entre el final de la precipitación efectiva y el punto de inflexión de la curva de descarga ó de escorrentía, ó sea que para obtener el
- Tc (tiempo de concentración), se obtiene de dividir el Tr (tiempo de retardo) por 0.60, por lo tanto, los valores calculados mostrados en la tabla siguiente, son tiempos de retardo, no tiempo de concentración, por ello no son válidos para calcular los caudales por el método racional u el método del Hidrograma Unitario Triangular (HUT).
- Se corrige esto utilizando la ecuación de CLARK y con esto se obtienen nuevos caudales para la revisión que se debe efectuar. Se utiliza esta ecuación debido a que tiene las variables de área de la cuenca y de pendiente del curso, dato este que ya involucra la longitud y el desnivel del curso de agua.
-

$$\text{Clark [16]: } T_c = 0.335 \cdot \left[\frac{A}{S^{0.5}}\right]^{0.593}$$

-
- Tc = tiempo de concentración en horas

Ing. HECTOR M. MALUF

Ing. Gerardo A. Espinola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

Ing. Gabriel Cohene C.
Supervisor de Obra
DV - MOPC

- A = área de la cuenca en Km2
- S = pendiente promedio del curso de agua en m/m

Para obtener resultados más precisos, se recomienda hacer uso de la ecuación para las cuencas hidrográficas de menos de 0,5 mi^2 (1300 Ha. Aproximadamente) y la precisión de la ecuación probablemente disminuye a medida que se aproxima el límite superior del área. Se recomienda no estimar TC (Tiempo de concentración) y R (Coeficiente de Retorno) para las cuencas hidrográficas que contengan humedales, alcantarillas de tamaño insuficiente que causan aguas arriba de la alcantarilla, o laderas muy planas (menos 10 ft / mi).

-

Se puede utilizar también

- La ecuación de **KERBY-KIRPICH** y con esto se obtienen los nuevos caudales para las revisiones de proyecto. Se utiliza esta ecuación debido a que tiene las variables que consideran la retención en la cuenca según el tipo de cobertura vegetal y el tipo de escurrimiento laminar y la ecuación de Kirpich que considera la pendiente del curso, dato este que ya involucra la longitud y el desnivel del curso de agua, además se hace una corrección de pendiente para hacer más realista el cálculo, considerando que cuando las pendientes de las cuencas sean inferiores al valor de 0.0020m/m, a este valor se le debe agregar 0.0005, y con ello calcular el tiempo de concentración.
- Entonces se pasa a mostrar las ecuaciones correspondientes:
-

Kerby-Kirpich Method

Roussel et al. 2005 conclude that, in general, Kirpich-inclusive approaches, (and particularly) the Kerby-Kirpich approach, for estimating watershed time of concentration are preferable. The

-
-

Kerby-Kirpich approach requires comparatively few input parameters, is straightforward to apply and produces readily interpretable results. The Kerby-Kirpich approach produces time of concentration estimates consistent with watershed time values independently derived from real-world storms and runoff hydrographs. Similar to other methods for calculation of t_c, the total time of concentration is obtained by adding the overland flow time (Kerby) and the channel flow time (Kirpich)

$t_c = t_{ov} + t_{ch}$

Equation 4-13

Where:

t_{ov} overland flow time

t_{ch} channel flow time

-
- Los entornos de aplicación del método, se pasan a enunciar seguidamente:
- Area de la cuenca para aplicación de la ecuación KERBY-KIRPICH
- 0.25 square miles = 64.75 has
- 150 square miles = 38849.85 has
- Longitud de escurrimiento
- 1 miles to 50 miles
- 1 milla = 1609 m
- 50 millas = 80450 metros
- Pendiente del escurrimiento
- Entre 0.0020 m/m, y 0.020 m/m
- Si es menor a 0.20%, se corrige la pendiente, agregando a la misma un factor = 0.0005.

Ing. Cristobal Cortes C.

Ing. Gerardo A. Espinola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

- (Según Roussel et al.2005)

The Kerby Method

For small watersheds where overland flow is an important component of overall travel time, the Kerby method can be used. The Kerby equation is

$$t_{op} = K(L \cdot N)^{0.467} S^{-0.235}$$

Equation 4-14.

Where:

t_{op} = overland flow time of concentration, in minutes

K = a units conversion coefficient, in which K = 0.828 for traditional units and K = 1.44 for SI units

L = the overland-flow length, in feet or meters as dictated by K

N = a dimensionless retardance coefficient

The Kirpich Method

For channel-flow component of runoff, the Kirpich equation is:

$$t_{cb} = KL^{0.770} S^{-0.385}$$

Equation 4-15.

Where,

t_{cb} = the time of concentration, in minutes

K = a units conversion coefficient, in which K = 0.0078 for traditional units and K = 0.0195 for SI units

L = the channel flow length, in feet or meters as dictated by K

S = the dimensionless main-channel slope

Ing. HECTOR M. MALUF

Ing. Cristóbal Cohene C.
Supervisor de Obra
MOP

Ing. Gerardo A. Espinola V.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

OBSERVACIÓN: Datos extraídos del Informe de Peesa – Septiembre 2021

7.7.2 Pasacunetas Eje Principal 0+000 al 160+200

Los pasacunetas son obras del drenaje longitudinal dispuestas en aquellos cruces o intersecciones de caminos, accesos y carreteras de menor entidad con la traza de la carretera proyectada que permiten dar continuidad al escurrimiento longitudinal de la carretera sin limitar la accesibilidad a esta. Por tanto, los pasacunetas implantados han sido los siguientes:

- Para el eje principal

Item	Progresiva	Lado	Sección	Dimensión (m)
1	0+060	Izquierdo	Tubular	0.80
2	0+060	Derecho	Tubular	0.80

ANEXO 03. HIDROLOGIA E HIDRAULICA
PROYECTO DE PAVIMENTACION DE LA RUTA NACIONAL PY12
TRAMO: CHACO I – TRIANGULO – GRAL. BRUGUEZ Y ACCESOS
PAG. 145 DE 169

LOTE 4
PASACUNETAS - Eje Principal desde 122+000 a 160+200

Item	Progresiva	Izquierdo	Derecho	Tubular					
1	123+150		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
2	123+650		0.8	Tubular	S/PROY				1
3	122+746		0.8	Tubular	NUEVA	1			
4	123+310		0.8	Tubular	REUBICADA		1		
5	123+350	0.8		Tubular	REUBICADA		1		
6	123+500		0.8	Tubular	NUEVA	1			
7	123+700		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
8	123+900		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
9	124+040	0.8		Tubular	S/PROY			1	1
10	126+630	0.8		Tubular	S/PROY			1	1
11	126+729		0.8	Tubular	NUEVA	1			
12	127+560		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
13	128+350	0.8		Tubular	S/PROY			1	1
14	128+575		0.8	Tubular	NUEVA	1			
15	128+720		0.8	Tubular	NUEVA	1			
16	129+010		0.8	Tubular	NUEVA	1			
17	129+377		0.8	Tubular	NUEVA	1			
18	130+050		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
19	130+069	0.8		Tubular	NUEVA	1			
20	130+980	0.8		Tubular	S/PROY			1	1
21	132+540		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
22	132+604	0.8		Tubular	REUBICADA		1		
23	133+680		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
24	136+180	0.8		Tubular	NUEVA	1			
25	136+800		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
26	136+840	0.8		Tubular	S/PROY			1	1
27	136+940		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
28	137+150	0.8		Tubular	NUEVA	1			
29	137+370	0.8		Tubular	NUEVA	1			
30	137+345		0.8	Tubular	NUEVA	1			
31	137+033	0.8		Tubular	NUEVA	1			
32	137+800	0.8		Tubular	NUEVA	1			
33	137+865	0.8		Tubular	NUEVA	1			
34	137+980	0.8		Tubular	S/PROY			1	1
35	138+040		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
36	138+060		0.8	Tubular	NUEVA	1			
37	138+200	0.8		Tubular	S/PROY			1	1
38	138+260		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
39	138+345		0.8	Tubular	NUEVA	1			
40	138+400	0.8		Tubular	S/PROY			1	1
41	138+460		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
42	139+200		0.8	Tubular	NUEVA	1			
43	139+500	0.8		Tubular	NUEVA	1			
44	140+020		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
45	146+268	0.8		Tubular	REUBICADA		1		
46	146+371	0.8		Tubular	NUEVA	1			
47	146+900	0.8		Tubular	S/PROY			1	1
48	149+440		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
49	150+980		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
50	152+700		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
51	152+200	0.8		Tubular	S/PROY			1	1
52	156+920		0.8	Tubular	S/PROY			1	1
53	157+400	0.8		Tubular	NUEVA	1			
54	158+935	0.8		Tubular	NUEVA	1			
55	160+300		0.8	Tubular	S/PROY				1
		24	31			22	4	29	55
		Suma Total	55						

NOTA:
A construir según proyecto — 29 Unidades
A construir según reubicación — 4 Unidades
A construir Nuevas — 22 Unidades
TOTAL A CONSTRUIR — 55 Unidades
La Tabla que le dio origen corresponde al Estudio denominado
ANEXO 03-HIDROLOGIA E HIDRAULICA de fecha ENERO 2022
Se verifica su necesidad según Imagen Google

OBSERVACIÓN – PASACUNETAS - JULIO 2024

Se han detectado que existe una cantidad aproximada de más de 22 obras denominadas PASACUNETAS, adicionales a las del proyecto Licitatorio, que son 33 unidades previstas. Esto se puede ver y corroborar perfectamente en el Google, contabilizando las entradas a las propiedades rurales.

Ing. HECTOR M. MALUF

Ing. Gerardo A. Espínola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

CIUDAD DE GENERAL BRUGUEZ

REVISION DE PROYECTO - EXTRACCION DE DATOS DEL PROYECTO – GRAL BRUGUEZ

MEMORIA DE INGENIERIA

OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSALES

OBRAS EXISTENTES

PASACUNETAS (ACCESOS A PROPIEDADES)

Figura 93 - Propuesta de ubicación pasacunetas y ODT zona General Bruguez, bajo Imágenes de Satélite

Ing. Cristóbal Cohene C.
Supervisor de Obra
DV - MOPC

Ing. HECTOR M. MALUF

Ing. Gerardo A. Espínola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

Resumen de las obras propuestas:

Item	Cantidad	Seccion	Dimension (m)
Pasacunetas	62	Tubular	0.80

Tabla 72 – Resumen pasacunetas/ Accesos a viviendas Gral. Bruguez

Fuente: Elaboracion propia

Listado detallado de las obras propuestas en la zona urbana de General Bruguez:

ITEM	PROGRESIVA	LADO	SECCION	DIMENSION (m)
1	0+250	DERECHO	TUBULAR	0.80
2	0+300	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
3	0+460	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
4	0+550	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80

ITEM	PROGRESIVA	LADO	SECCION	DIMENSION (m)
5	0+750	DERECHO	TUBULAR	0.80
6	0+850	DERECHO	TUBULAR	0.80
7	0+880	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
8	1+100	DERECHO	TUBULAR	0.80
9	1+100	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
10	1+150	DERECHO	TUBULAR	0.80
11	1+170	DERECHO	TUBULAR	0.80
12	1+250	DERECHO	TUBULAR	0.80
13	1+250	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
14	1+300	DERECHO	TUBULAR	0.80
15	1+300	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
16	1+350	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
17	1+390	DERECHO	TUBULAR	0.80
18	1+410	DERECHO	TUBULAR	0.80
19	1+500	DERECHO	TUBULAR	0.80

Tabla 73 – Listado pasacunetas. Eje Urbano Gral. Bruguez 01. Eje 13

Fuente. Elaboración propia

HECTOR M. MALUF

Ing. Cristobal Cohen C.

Ing. Gerardo A. Espinola V.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

ITEM	PROGRESIVA	LADO	SECCION	DIMENSION (m)
1	0+400	DERECHO	TUBULAR	0.80
2	0+400	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80

Tabla 74 – Listado pasacunetas Eje Urbano Gral. Bruguez 03. Eje 2

Fuente: Elaboración propia

ITEM	PROGRESIVA	LADO	SECCION	DIMENSION (m)
1	0+650	DERECHO	TUBULAR	0.80
2	0+670	DERECHO	TUBULAR	0.80
3	0+690	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
4	1+100	DERECHO	TUBULAR	0.80
5	1+140	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
6	1+180	DERECHO	TUBULAR	0.80
7	1+180	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
8	1+240	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
9	1+280	DERECHO	TUBULAR	0.80
10	1+280	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
11	1+320	DERECHO	TUBULAR	0.80
12	1+340	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
13	1+340	DERECHO	TUBULAR	0.80
14	1+400	DERECHO	TUBULAR	0.80
15	1+420	DERECHO	TUBULAR	0.80
16	1+480	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
17	1+500	DERECHO	TUBULAR	0.80
18	1+500	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80

ITEM	PROGRESIVA	LADO	SECCION	DIMENSION (m)
19	1+570	DERECHO	TUBULAR	0.80
20	1+600	DERECHO	TUBULAR	0.80
21	1+660	DERECHO	TUBULAR	0.80
22	1+660	DERECHO	TUBULAR	0.80
23	1+680	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
24	1+700	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
25	1+720	DERECHO	TUBULAR	0.80
26	1+720	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
27	1+780	DERECHO	TUBULAR	0.80
28	1+840	DERECHO	TUBULAR	0.80
29	1+840	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80

Tabla 75 – Listado pasacunetas Eje Urbano Gral. Bruguez 02. Eje 14

Ing. Cristóbal Cohene S.
Supervisor de Obra
DV - MOPC

Ing. Gerardo A. Espinola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

ITEM	PROGRESIVA	LADO	SECCION	DIMENSION (m)
1	0+060	DERECHO	TUBULAR	0.80
2	0+080	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
3	0+120	DERECHO	TUBULAR	0.80
4	0+140	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
5	0+200	DERECHO	TUBULAR	0.80
6	0+300	DERECHO	TUBULAR	0.80
7	0+340	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
8	0+360	DERECHO	TUBULAR	0.80
9	0+470	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
10	0+470	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
11	0+650	DERECHO	TUBULAR	0.80
12	0+750	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80

Tabla 76 – Listado pasacunetas Eje Urbano Gral. Bruguez 04 Eje 15

Fuente: Elaboración propia

OBSERVACIÓN AL PROYECTO DEL DESAGUE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE GRAL. BRUGUEZ

Se ha visto, que las obras previstas construir, primeramente, no son suficientes, en segundo lugar, siendo un área muy plana, la utilización de tubos de H°A°, no es conveniente, debido a que los mismos, deben tener tapada mínima de 0.60m sobre ellos para prevenir su rotura.

Por último, los tubos pasacunetas previstos, también son de un diámetro de 0.80m, difíciles de aplicar a la entrada de cada usuario, por cuestiones que tiene que ver también con las tapadas de dichos elementos. Se debe replantear utilizar, pontillones del tipo rectangular, de 1.00m x 0.80m, para acceso a viviendas y para cruces de bocacalles, utilizar alcantarillas de H°A° de 1.00mx1.00m, simple, doble ó triple, según sea el caso.

Con relación a las cunetas revestidas previstas, se consideran insuficientes las cantidades, debido a que una revisión de la posible ubicación de las alcantarillas de las bocacalles, hace ver que el direccionamiento de las aguas, tienen 2(dos) sentidos preponderantes de escurrimiento, por lo que las extensiones del escurrimiento son mayores, y la utilización de cunetas revestidas es imperativo, por cuestiones de salubridad, duración en el tiempo y mantenimiento de las mismas.

Todos los tubos ó desagües existentes, que se ubican debajo de los trazados proyectados deben ser removidos, item este que no está previsto contractualmente.

De la visita a obra realizada, se ha podido constatar que existe un sistema de desague de la ciudad, organizado de tal manera, sacar el agua de precipitación pluvial utilizando las pendientes naturales, hecho este, no tenido en cuenta en la revisión de los consultores IDOM, y PEESA.

Ing. Cristobal Cohene C.
Supervisor de Obra

Ing. Gerardo A. Espinola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

ANALISIS HIDRAULICO DE LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE LAS ALCANTARILLAS PROYECTADAS Denominadas - ODT – Obras de Drenaje Transversal.

ESTUDIO DEL CONSULTOR IDOM (marco significa, celular cuadrado ó rectangular)

se obtiene que la capacidad para un marco de 1x1 igual a 1.78 m3/s. En base a esta situación, se podría estimar que el máximo nivel de agua Hw es igual a 1.16(m), verificando así que cumple la condición impuesta por el MOPY de Hw < H +0.30 (m).

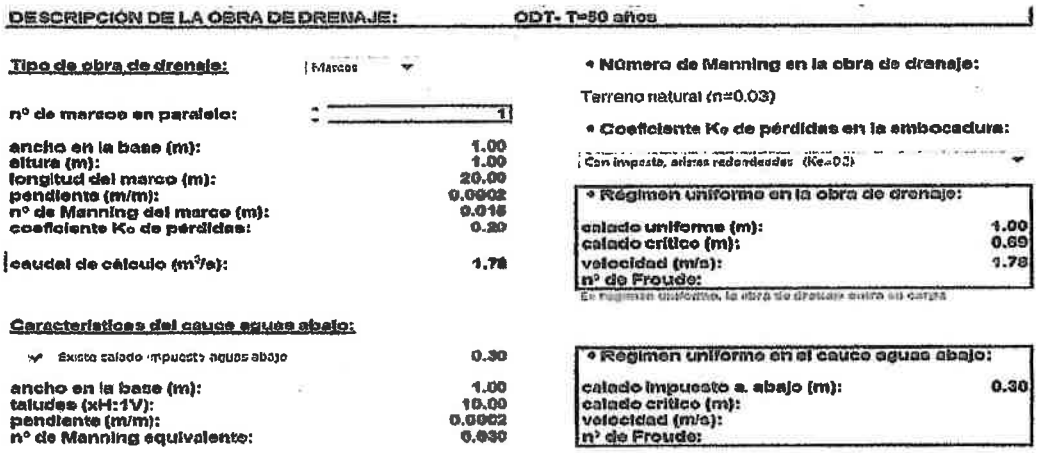


Figura 107. Parámetros de cálculo de capacidad hidráulica

Fuente: Elaboración propia

Figura 107. Parámetros de cálculo de capacidad hidráulica

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta un cuadro resumen con la capacidad hidráulica de cada tipología según los parámetros mencionados en ítems anteriores:

Tipología	Dimensiones (metros)	Q (m3/s)
ACSH	1X1	1.78
ACDH	1X1	3.74
ACTH	1X1	5.53
ACQH	1X1	8.90
ACSH	3X3	24.5

Tabla 35. Capacidad hidráulica según tipología

Fuente: Elaboración propia

Del CONSULTOR IDOM

Ing. Cristobal Cohene C.
Supervisor de Obra
DV - MOPC

Ing. Gerardo A. Espinola V.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

7.5.1 Cálculo de Capacidad de las ODTs

La modelación de las alcantarillas transversales se realizó con el software HY-8, versión 7.5 provisto a Federal Highway Administration (FHWA) para su distribución

Anexo 03 Hidrologia e Hidráulica

A continuación, se presenta un cuadro resumen con la capacidad hidráulica de cada tipología segun los parametros mencionados en ítems anteriores

Tipología	Dimensiones (metros)	Q (m3/s)
ACSH	1X1	1.90
ACDH	1X1	3.60
ACTH	1X1	6.20
ACCH	1X1	8.20
ACOH	1X1	9.50

Tabla 67 – Capacidad hidráulica según tipología

7.5.2 Obras de drenaje transversal propuestas

Del CONSULTOR PEESA

TABLAS DE CAUDALES – PARA COMPARACION – ASESORÍA TECNICA – DV – JULIO 2024

CAUDALES – ALCANTARILLAS TUBULARES – EN REGIMEN CRITICO –

ASESORÍA TECNICA – DV – JULIO 2024

ALCANTARILLAS TUBULARES DE CONCRETO								
FUNCIONAMIENTO EN REGIMEN CRITICO								
	SECCION CIRCULAR - Ec = D							
Nº	D	Ac	Rc	hc	Qc	Vc	Ic	Ec
	m	m2	m	m	m3/seg	m/s	m/m	m
1	0.60	0.208	0.177	0.413	0.429	1.98	0.0095	0.61
1	0.80	0.369	0.236	0.551	0.880	2.29	0.0083	0.82
1	0.90	0.467	0.265	0.620	1.182	2.43	0.0078	0.92
1	1.00	0.577	0.295	0.689	1.538	2.56	0.0074	1.02
1	1.20	0.831	0.354	0.826	2.426	2.80	0.0067	1.23
1	1.50	1.298	0.442	1.033	4.238	3.14	0.0060	1.53
1	1.80	1.869	0.530	1.240	6.686	3.43	0.0055	1.84

Ing. HECTOR M. MALUF

Ing. Cristobal Cohene C.
Supervisor de Obra
DV - MOPC

Ing. Gerardo A. Espinola V.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

CAUDALES – ALCANTARILLAS CELULARES CUADRADAS – EN REGIMEN CRITICO – ASESORÍA TECNICA – DV – JULIO 2024

ALCANTARILLAS CELULARES DE CONCRETO										
FUNCIONAMIENTO EN REGIMEN CRITICO										
SECCION CUADRADA - Ec = D										
N°	B	H	Ac	Rc	hc	Qc	Vc	Ic	n	Ec
	m	m	m2	m	m	m3/seg	m/s	m/m	Manning	m
1.00	1.00	1.00	0.67	0.22	0.67	1.71	2.56	0.0078	0.015	1.00
1.00	1.50	1.50	1.50	0.33	1.00	4.70	3.14	0.0068	0.015	1.50
1.00	2.00	2.00	2.67	0.44	1.33	9.645	3.62	0.0062	0.015	2.00
1.00	2.50	2.50	4.17	0.56	1.67	16.85	4.05	0.0058	0.015	2.50
1.00	3.00	3.00	6.00	0.67	2.00	26.58	4.43	0.0054	0.015	3.00
2.00	2.00	2.00	5.33	1.78	1.33	19.29	3.62	0.0062	0.015	2.00
2.00	2.50	2.50	8.33	2.22	1.67	33.70	4.05	0.0058	0.015	2.50
2.00	3.00	3.00	12.00	2.67	2.00	53.16	4.43	0.0054	0.015	3.00
3.00	2.00	2.00	8.00	4.00	1.33	28.93	3.62	0.0062	0.015	2.00
3.00	2.50	2.50	12.50	5.00	1.67	50.55	4.05	0.0058	0.015	2.50
3.00	3.00	3.00	18.00	6.00	2.00	79.73	4.43	0.0054	0.015	3.00

Esta ASESORIA EN HIDROLOGIA E HIDRAULICA – Simulando con el programa HY 8 obtiene los siguientes resultados – Julio 2024

SIMULACIÓN DE CAUDALES Y PENDIENTES EN ALCANTARILLAS SIMPLES DE 1.00x1.00 m - Programa HY 8							
SECCION TIPO	CAUDAL	I CALCULO	h w ent	h w sal	Veloc Sal.	h N	h Crit
	m3/s	m/m	m	m	m/s	m	m
ACSH-1.00x1.00	1.71	0.0078	1.04	0.65	2.63	0.65	0.67
ACSH-1.00x1.00	1.90	0.0078	1.14	0.71	2.69	0.71	0.72
ACSH-1.00x1.00	1.90	0.0020	1.14	0.72	2.65	1.00	0.72
ACSH-1.00x1.00	1.90	0.0050	1.14	0.72	2.65	1.00	0.72

Se puede ver que utilizando el Q critico = 1.71 m3/s, y la pendiente crítica Ic = 0.0078m/m, se obtiene una velocidad de salida de 2.63m/s, y una altura de agua de 1.04

Ahora bien, variando el caudal a Q = 1.90 m3/s, pero manteniendo la pendiente crítica de 0.0078m/m, aumenta el tirante a la entrada a 1.14 m, y aumenta muy poco la velocidad en el conducto. Pero siempre el Hw < H + 0.30m, que el MCP-2019, especifica como límite máximo.

Por lo tanto **se puede asignar a cualquier alcantarilla de sección cuadrada de 1.00x1.00m**, el valor, tanto de 1.71 m, como de 1.90 m, en esta tabla, se puede apreciar que, la pendiente longitudinal se puede en obra modificar, según las condiciones locales, sin variar mucho, la velocidad, ó la altura de agua en la entrada a la alcantarilla.

Ing. HECTOR M. MALUF

Ing. Cristobal Cohene C.
Supervisor de CLIN

Ing. Gerardo A. Espinola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

CUNETA DE PROTECCIÒN DE PIE DE TALUD

CUNETA DE PROTECCIÓN EN TERRAPLEN

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

- **Objetivo:**
  Interceptor las aguas que escurren por el terreno de aguas arriba, impidiendo a estas alcanzar el pie del terraplén, en su punto más débil.
- **Localización:**
  Se deben localizar donde el escurrimiento superficial de los terrenos de aguas arriba, se verifiquen que no están organizados y escurran por diversos lugares concentrando los mismos en algunos puntos, ò sea sin talwegs bien definidos. Una situación frecuente con estas cunetas se encuentra, en los lugares donde se ubicarán los accesos, donde se deben construir los denominados pasa cunetas.
- **Sección Trapecial:**
  Esta sección es recomendada, cuando la cuneta de protección se aplica a los casos donde se tiene terraplenes para la vía en construcción.
- **Ejecución:**
  La distancia mínima a la que debe quedar la cuneta de protección de pie de terraplén, con relación al pie de talud, es de 3.00 metros, y el material de excavación, de esta cuneta, según sea el caso, ò el procedimiento constructivo, se puede disponer para relleno de zanjas laterales, excavaciones existentes en la franja de dominio, ó puede ser depositado entre la cuneta y el talud del terraplén con el objetivo de suavizar la intersección de los planos del terreno natural y del talud, el que deberá ser apilado con precaución, esta operación confiere mayor seguridad al pie de talud. No hay ningún inconveniente en cuanto a la localización de la cuneta ubicada siempre paralelamente siguiendo la línea de off-sets
- **Dimensionamiento:**
  El área de captación para estos dispositivos, tiene poca influencia en la descarga, porque estas cunetas por regla general se unifican en lugares de terraplén con pequeñas cotas rojas y la ausencia de talwegs en grandes extensiones, es una situación extremadamente rara. Por ello se dimensionan cunetas de sección suficiente para garantizar el escurrimiento de las aguas captadas en el cuerpo de la Plataforma y las que provienen de los terrenos del lado de aporte, para la descarga de las mismas, se consideran varias situaciones, por desbordes hacia alcantarillas de cruce denominadas ODT-obras de drenaje transversal- ó hacia depósitos denominados yacimientos, ó préstamos laterales, ó direccionamiento hacia tajamares existentes, fuera de la franja de dominio, los cuales acumulan agua de origen pluvial muy útiles y necesarios en el bajo Chaco, para todo uso.
- **Revestimiento:**
  El revestimiento será indicado en función a la ocurrencia de los materiales a lo largo del tramo, y casi siempre la pendiente longitudinal no trae problemas de erosión, se ha medido una pendiente longitudinal de 0.00018 m/m.
  De ese modo, el revestimiento de este dispositivo se torna una imposición apenas estética.
  SI se quiere adoptar un tipo de revestimiento especial, debe ser realizado un análisis de carácter técnico - económico, siempre debiendo considerar la disponibilidad de los materiales y la distancia de transporte.
  Los revestimientos conocidos son: concreto – Piedra argamasada – albañilería de ladrillos ò de piedras – Piedra colocada – u otros y también se incluye revestimiento vegetal, debido a que el lavado sucesivo del suelo del talud, acarrea finos que se depositan en el fondo de la cuneta, impidiendo la germinación del revestimiento vegetal de la misma, lo que implica que el talud del terraplén debe ser protegido con relleno vegetal para evitar el lavado de suelo fino del mismo.

Ing. Cristobal Cohene C.
Supervisor de Obra

Ing. Gerardo A. Espinola V.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

Conclusión

Se pasa a describir los aspectos técnicos, las dificultades y las soluciones por lo cual adoptar la ejecución de cunetas laterales en los tramos de la RUTA PY 12 basado en la experiencia, y en las características propias del relieve de implantación de cada uno de los tramos, teniendo en cuenta las características técnicas enunciadas precedentemente.

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TERRAPLÉN DE LA RUTA PY 12

PROPUESTA TÉCNICA

En relación al proyecto de ejecución de cunetas laterales en diferentes lotes de la ruta PY12, se presenta la propuesta técnica de uno de los consorcios para la ejecución de las mismas. La incorporación de estas canalizaciones paralelas a lo largo de la traza es fundamental por las siguientes razones:

1.Depresión del Espejo de Agua: Durante épocas de lluvias, las aguas pueden acercarse rápidamente al cuerpo del terraplén (ver foto 1, en la actualidad). Las cunetas actuarán como depresores del espejo de agua, captando y conduciendo adecuadamente el exceso de agua lejos del terraplén. Esto garantiza la seguridad de la franja de trabajo para el alteo de terraplén y permitirán una mejor y más rápida estabilización de la base de asiento del mismo, esto es fundamental en terrenos como el bajo chaco donde cada lluvia deja anegada por mucho tiempo las áreas donde se fundará el terraplén y **esto conlleva a un atraso en la continuidad de la obra en su proceso de ejecución, ya que se debe esperar días para que dicha agua acumulada escurra o peor, sea absorbida por la futura base de asiento pudiendo crear inestabilidad y hasta necesidad de hacer excavación de bolsones para sanear el suelo saturado.**

2.Evacuación de Aguas Pluviales: Las cunetas permitirán el drenaje eficiente de las aguas pluviales provenientes de la calzada y las banquinas. Estas aguas serán transportadas hacia las obras de drenaje proyectadas, como zanjas de drenaje y alcantarillas, con esto se conseguirá alejarlas del cuerpo del terraplén, que está compuesto por suelos de características dispersivas y que por la acción de las aguas sean estas permanente o temporales afectarán su capacidad soporte.

3.Estabilidad del Terraplén: Los suelos dispersivos presentan un riesgo significativo para la estabilidad de los terraplenes. La implementación de estas canalizaciones es esencial para alejar las aguas y proteger el cuerpo del terraplén, ya que como se puede constatar en el diseño altimétrico la altura propuesta, según el criterio técnico y experiencia de los consorcios, no brinda la seguridad necesaria para este tipo de morfología de terrenos planos, fácilmente inundables y con poco escurrimiento, cabe recordar lo que indican las normas internacionales sobre la ejecución de terraplenes en este tipo de zonas las cuales dicen, -----la altura del terraplén debe estar como mínimo a 1,50 m del nivel de agua de las máximas crecidas-----.

4.Bermas como Protección Adicional: Las bermas ubicadas entre el pie del terraplén y las zanjas laterales cumplen una función importante. Durante la ejecución de la obra, estas bermas sirven como caminos auxiliares y/o actúan como protección contra el avance de las aguas hacia el terraplén.

5.Uso de Material Excavado: Durante la excavación de las zanjas de drenaje, las primeras capas de material que componen suelos orgánicos y no aptos (aproximadamente hasta 30 cm) se acopiará a un costado de las mismas. Parte de este material puede ser reutilizado como relleno de las mismas zanjas para dejarlas con la sección proyectada y con la profundidad deseada, el sobrante será utilizado como protección vegetal de los taludes y bermas del terraplén a ser construido.

En resumen, la ejecución de estas canalizaciones laterales es crucial para garantizar la estabilidad, seguridad y funcionalidad de la vía proyectada.

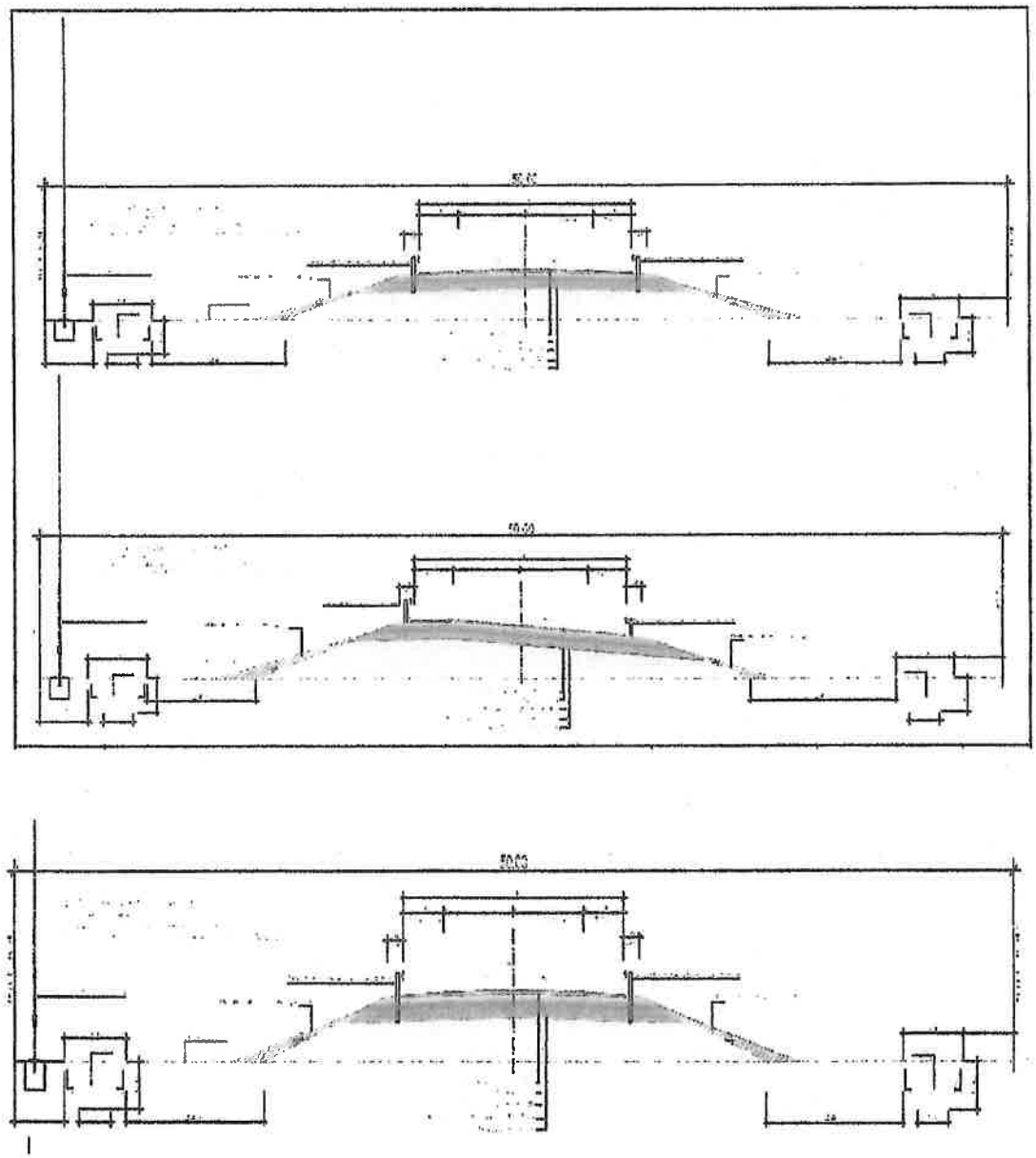
HECTOR M. MALUF

Ing. Cristobal Cortez C.
Supervisor de Obra
DNV - MOPC

Ing. Gerardo A. Espinola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

Se pasa a mostrar ahora el plano de la sección transversal propuesta donde se indican las medidas de la obra de canalización proyectada.

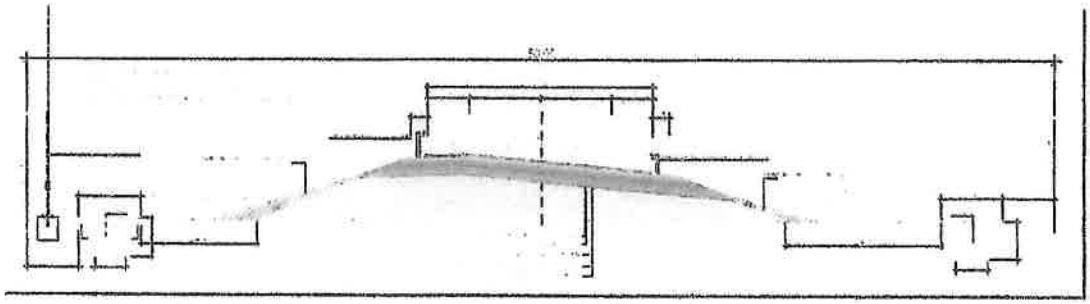
También para mejor ilustración anexamos fotografías de las obras de la Ruta Bioceánica tramo 1,2,3,4,13,14,15 y la Ruta Nacional N° 9, ruta 12 fotos de la actualidad.



Ing. Cristóbal Cchene C.

HECTOR M. MALUF

Ing. Gerardo A. Espinola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO



Ing. Cristóbal Chaer C.
Supervisor de Obra
DNV - MOPC

Ing. Gerardo A. Espínola V.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

HECTOR M. MALUF

FOTOS DEL LOTE 3

En las siguientes fotografías podemos apreciar la situación del tramo de Contrato donde se aprecia las condiciones actuales de la plataforma existente después de las lluvias caídas en la primera quincena del mes de abril.

En las siguientes tomas fotográficas mostraremos el proceso constructivo de la canalización lateral mencionada más arriba, sobre el procedimiento a ser implementado en su ejecución.

Ejec... raplén hacia la pl...

HECTOR M. MALUF

Ing. Cristóbal Cohene C.
Supervisor de Obra
DV - MOPC

Ing. Gerardo A. Espínola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

Aquí observamos que la excavadora retira por un lado el destape de material orgánico al borde de la franja y va depositando el suelo aprobado sobre pista para el cuerpo del terraplén. Este material de destape (suelo orgánico), servirá para revestir los taludes para posterior protección vegetal.

Este suelo aprobado por laboratorio se va esparciendo en capas para su procesamiento en pista, utilizando los equipos adecuados para dicho trabajo.

HECTOR M. MALUF

Ing. Cristobal Schaur C.
Supervisor de Obra

Ing. Gerardo A. Espinola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO

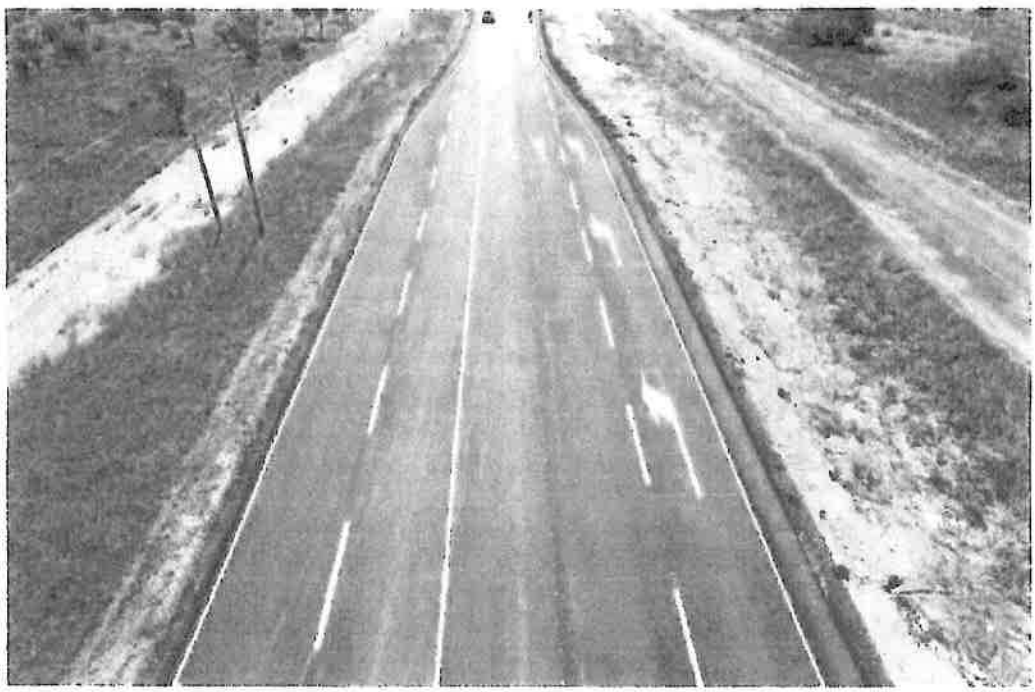
En esta foto se observa la conectividad de estos canales con los prestamos laterales para un mayor aprovechamiento del agua de lluvia para abastecer estos tajamares muy necesarios en la región occidental para las épocas de sequía (Ruta bioceánica 1er tramo).

En estas tomas podemos ver los canales terminados y la materialización de la berma lateral que tiene la función estructural de contención del terraplén contra las inundaciones además de servir de caminos auxiliares durante el proceso constructivo. (Ruta bioceánica 1er tramo).

En estas toma podemos ver los canales terminados y la materialización de la berma lateral que tiene la función estructural de contención del terraplén contra las inundaciones además de servir de caminos auxiliares durante el proceso constructivo. (Ruta bioceánica 1er tramo).

Ing. Gerardo A. Espinola V.
Representante Legal
CONCORDIA VIAL CHACO

n las aguas de lluvia, evitando contacto con el terraplén, permitiendo trabajar por las capas sucesivas del paquete estructural ordenadamente



En la fotografía podemos apreciar el crecimiento de las semillas plantadas sobre suelo orgánico proveniente de las excavaciones de las zanjas laterales, lo cual acelera enormemente la cobertura vegetal.

ANALISIS TECNICO DEL ALTEO DE LA RASANTE

CRITERIO HIDRAULICO

La cota de carga hidráulica aguas arriba de cada alcantarilla, se determina hidráulicamente, considerando, el caudal que pasará a través de la misma, función de la pendiente longitudinal de la misma, de la rugosidad, y de las condiciones de aguas abajo, ó sea del nivel de inundación que se pudiera presentar en la salida de la misma.

HECTOR M. MALUF

Ing. Gerardo A. Espinola Y.
Representante Legal
CONSORCIO VIAL CHACO