CAPÍTULO 17. ALCANTARILLA CELULAR DE HORMIGÓN ARMADO (ÍTEM 3.1 – ALCANTARILLAS CELULARES)

17.1. Descripción

Este trabajo consistirá en la construcción de alcantarillas celulares de concreto armado, de acuerdo con estas Especificaciones, en los lugares indicados en los Planos y/u Órdenes de Servicio, en conformidad con los alineamientos, rasantes y dimensiones allí estipulados.

Este trabajo incluirá el suministro de los hormigones especificados como así también el acero para refuerzo; ejecución del lecho de asiento; colocación de las armaduras conforme a lo especificado, construcción de cabeceras de concreto armado, relleno y compactación, remoción y despeje de toda la excavación sobrante y del material desechado. La construcción podrá ser insitu o prefabricada, entodos los casos deberán entregarse los respectivos respaldos de calidad, debiéndose disponer de cadauno la trazabilidad (datos de fabricación) de origen y ensayos de calidad. Cada línea de alcantarilla deberá estar aprobado en sus respectivos elementos. Estas obras podrán ser de dos tipos, en calzadaproyectada y en calzada existente (traza existe tente de la Transchaco).

De manera a que la nueva traza sea hidráulicamente compatible con la existente, se deben ejecutar obras en la existente añadiendo alcantarillas o complementado obras (construir adicionalmente lado de las existentes), es por eso que, en el caso de construcción de obras de arte en la calzada existentedeberá preverse el trabajo remoción o demolición de las mismas.

17.2. Preservación del Medio Ambiente

A los efectos de disminuir el impacto ambiental producido como consecuencia de la ejecución de esteítem, el Contratista deberá seguir las indicaciones señaladas en las ETAGs y las dispuestas por la Fiscalización antes de iniciar las tareas, así como también deberá tomar las precauciones para evitarla contaminación de cualquier tipo.

17.3. Materiales

17.3.1.1. Concreto

Las alcantarillas celulares de concreto armado se construirán con concreto fck mayor o igual a 21 MPadebiendo cumplir todas las exigencias requeridas para el mismo en la Sección "Concreto de CementoPortland".

17.3.1.2. Acero para Armaduras

El acero para la confección de armaduras será del tipo AP 420 DN especificado en los planos de obray deberá cumplir con las exigencias establecidas en la Sección "Acero

CONSORCIO
CONTROL DE CORREDORES
Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. Jose ...
Representante Legal

de Refuerzo" de las presentes Especificaciones Técnicas.

17.3.1.3. Lecho de Asiento de Concreto

La base de asiento de la estructura estará compuesta por un lecho de asiento, el cual deberá ser construido con concreto fck mayor o igual a 15 MPa de 10cm de espesor, según las formas y dimensiones indicadas en los planos del Proyecto, debiendo cumplir todas las exigencias requeridas para el mismo en la Sección "Concreto de Cemento Portland".

17.3.1.4. Cabeceras y Plateas de Concreto Armado

Las cabeceras y plateas de las Alcantarillas Celulares se construirán con concreto fck mayor o igual a21 MPa debiendo cumplir todas las exigencias requeridas para el mismo en la Sección "Concreto de Cemento Portland". El acero empleado como refuerzo en las cabeceras y plateas de las Alcantarillas Celulares será del tipo AP 420 DN y deberá cumplir con las exigencias establecidas en la Sección "Acero de Refuerzo" de las presentes Especificaciones Técnicas.

17.4. Equipo

El equipo para estos trabajos, deberá ser previamente aprobado por la Fiscalización y conservado siempre en buenas condiciones. Todos los elementos deberán ser provistos en número suficiente paracompletar los trabajos en el plazo contractual establecido.

17.5. Procedimientos Constructivos

17.5.1.1. Ubicación

Previamente a la ejecución de las alcantarillas celulares se procederá al replanteo de la obra, de acuerdo a lo indicado en los planos Y/o instrucciones de la Fiscalización.

El replanteo se materializará con estacas niveladas y separadas 5 metros entre sí. En cada caso el contratista desarrollará preliminarmente, en el sitio de obra, el proyecto de la alcantarilla celular, efectuando nivelaciones transversales previas hasta 50m aguas arriba y 100m aguas abajo.

Con estos datos se confirmarán las cotas de entrada y salida, y la longitud de la alcantarilla celular. Los elementos de proyecto, tales como estacas de eje, esviaje, longitudes y cotas de desagüe podránsufrir pequeños ajustes en esta fase. La pendiente longitudinal de la alcantarilla deberá ser continua.En el proyecto debe tenerse en cuenta que la tapada mínima de la alcantarilla deberá ser la especificada en los planos tipos de acuerdo a su tipología. Finalmente, las longitudes determinadas en sitio de obra serán las sujetas a pago.

17.5.1.2. Requisitos para la excavación

Las zanjas deberán tener dimensiones suficientemente amplias como para permitir la

CONSORCIO
CONTROL DE CORREDORES

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Superintendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

ejecución de lostrabajos, como así también, la compactación completa del asiento y el material de relleno debajo y alrededor de la alcantarilla, según lo especificado en los Planos o como lo indique la Fiscalización.

Donde fuere factible, las paredes de las zanjas deberán ser verticales. El fondo de la zanja completadadeberá ser firme en toda su longitud y ancho. Cuando fuere necesario en el caso de desagües transversales, la zanja deberá tener pendiente longitudinal de la magnitud indicada por la Fiscalización.

La excavación para la alcantarilla en terraplén podrá ser ejecutada después de que éste haya sido terminado hasta la altura especificada u ordenada, sobre el nivel designado para la ejecución de la alcantarilla.

El desvío de corrientes o la remoción de cualquier obstrucción encontrada, que sea necesario a la construcción será parte integrante de este trabajo. Donde quiera que sea necesario, el Contratista deberá proteger los lados de la excavación contra el deslizamiento, ya sea con empalizadas, entibadoy apuntalamiento adecuado.

17.5.1.3. Lecho de Asiento

El fondo de la zanja de fundación, será apisonado, procediéndose a la ejecución de una base de asiento o lecho de concreto del tipo indicado en los planos, moldeado "in situ" y apoyado siempre sobre terreno firme y deberá cumplir con lo requerido en la Sección "Concreto de Cemento Portland".

Todas las estructuras serán fundadas sobre terreno natural compacto, como mínimo 1,50 kg/cm2 deresistencia.

Una vez regularizado y nivelado el terreno en fundación se colocarán los moldes laterales de la basede asiento.

17.5.1.4. Colocación de las armaduras y hormigonado

Una vez que la Fiscalización haya aprobado el lecho de asiento y transcurrido un tiempo tal que permita la ejecución de las labores posteriores sobre dicho asiento, el Contratista procederá a la colocación de las armaduras previstas e indicadas en los planos con todas las exigencias establecidasen la Sección "Acero para Refuerzo de Concreto", y la ejecución de los encofrados para el hormigonado posterior con las exigencias requeridas en la Sección "Concreto de Cemento Portland".

17.5.1.5. Relleno

Antes de comenzar a realizar el relleno de la zanja, el Contratista deberá solicitar de la Fiscalización la aprobación correspondiente.

El material para el relleno a cada lado de las paredes de la alcantarilla celular en todo el ancho de la zanja y hasta una altura de 0,30 m arriba de la parte superior de alcantarilla deberá ser suelo fino defácil compactación o material de suelo adecuado escogido de excavación, y no deberá contener terrones, piedras que puedan ser retenidas en la criba de dos pulgadas; trozos de arcilla sumamenteplástica, ni otros materiales objetables.

El material del relleno estructural a cada lado de las paredes externas de las alcantarillas

CONSORCIO
CONTROL DE CORREDORES

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

celulares, incluso su colocación y compactación, se regirá por lo establecido en el Ítem "Terraplén".

Cuando la parte alta de la alcantarilla celular esté al nivel o más abajo de la parte superior

de la zanja,el material de relleno deberá ser puesto en, o cerca del contenido óptimo de humedad y compactadoen capas que no excedan de 0,15 m (compactada) en ambos lados y hasta una altura de 0,30 m encima de la parte superior de la alcantarilla celular. El relleno deberá efectuarse uniformemente en ambos lados de las paredes en toda la longitud necesaria.

Cuando la parte alta de la alcantarilla celular sobresalga del borde superior de la zanja, el relleno deberá ser colocado, cerca del contenido óptimo de humedad y compactado en capas que no excedande 0,15 m (compactadas) y deberá ser elevado uniformemente y en ambos lados de la alcantarilla celular y en toda la longitud de ésta, hasta una altura de 0,30 m. por encima de la parte superior dela misma.

La compactación hasta la densidad especificada en las secciones 5.5.4 y 5.5.4.1 del Ítem "Terraplén", deberá obtenerse mediante el uso de compactadores mecánicos o rodillos aplanadores.

17.5.1.6. Cabeceras de las alcantarillas celulares

Las alcantarillas celulares rematarán en ambos extremos, en cabeceras de concreto armado del Tipo,dimensiones y armaduras indicadas en los planos y deberán cumplir, respectivamente, las condicionesestablecidas en la "Concreto de Cemento Portland" y la sección "Acero de Refuerzo", de estas Especificaciones.

17.6. Exigencias y Controles de Calidad

La aceptación de las alcantarillas celulares se basará en los resultados de ensayos de resistencia a compresión de probetas, siguiendo las exigencias establecidas en la Sección "Concreto de Cemento Portland" para el tipo indicado en los planos u el ordenado por la fiscalización.

17.6.1.1. Ensayos

El Contratista estará obligado a ejecutar los ensayos requeridos en la Sección "Concreto de CementoPortland", para el tipo indicado en los planos.

Todo el equipo, herramientas, instalaciones, materiales y mano de obra necesarios para la ejecuciónde todos los ensayos deberán ser provistos por el Contratista a su costo, considerándose todo el trabajo de ensayos, su obligación subsidiaria. El personal de la Fiscalización tendrá acceso amplio e irrestricto a tales instalaciones y equipos de ensayos y sus resultados siéndole permitido operar talesequipos si así lo deseare.

El Contratista será el responsable de probar si la alcantarilla celular ejecutada reúne las condiciones requeridas por las Especificaciones. Se entregarán a la Fiscalización copias certificadas de los informesde las pruebas de las varillas para refuerzo, con antelación a la ejecución de los mismos.

CONSORCIO
CONTROL DE CORREDORES

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

17.6.1.2. Controles Geométricos

Los alineamientos, esviajes, pendientes, longitudes y cotas de las alcantarillas celulares, serán verificados por los métodos topográficos corrientes. El control técnico de los

hormigones empleados se efectuará mediante la rotura de probetas sometidas a compresión simples, tal como lo señala la Sección "Concreto de Cemento Portland".

17.7. Conservación

Estará a cargo del Contratista el cuidado y mantenimiento de las alcantarillas celulares construidas yaceptados hasta la recepción definitiva de la Obra.

17.8. Método de Medición

El conjunto de los elementos constituyentes de todas las alcantarillas celulares de hormigón presentesen el proyecto serán medidas por su longitud en **metros lineales (ml),** medido a lo largo del eje delas mismas, entre las caras externas de la estructura de inicio de ambas cabeceras. Dichas medicionesse harán una vez instaladas, recibidas y aceptadas por la Fiscalización, específicamente, para cada tipo de alcantarillas celulares (simple, doble y triple, etc.).

En cuanto al Contrapiso y las cabeceras de las alcantarillas, especificados en el presente capítulo, serán medidos en m3 de hormigón, tomando como base las dimensiones de los planos conforme a los distintos tipos de concreto indicados en los planos y las presentes especificaciones particulares para la ejecución de las diferentes obras.

17.9. Forma de Pago

La unidad de medida será el metro lineal, por lo que las cantidades determinadas conforme al métodode medición precedentemente indicado, serán pagadas a los precios unitarios contractuales correspondientes a los siguientes Ítems de Pago:

3.1	Alcantarillas Celulares	UNIDAD
3.1.8	Alcantarilla Celular Simple de H°A° 1,0x1,0 m	ml
3.1.9	Alcantarilla Celular Cuadruple de H°A°4x0,8x1,0 m	ml
3.1.10	Alcantarilla Celular Cuadruple de H°A°4x1,0x1,0 m	ml
3.1.11	Alcantarilla Celular Cuadruple de H°A°4x1,50x1,50 m	ml
3.1.12	Alcantarilla Celular Quintuple de H°A°5x1,0x1,0 m	ml
3.1.13	Alcantarilla Celular Sextuple de H°A°6x1,0x1,0 m	ml

Los contrapisos de Hormigón a ser ubicados debajo de las galerías de alcantarillas, serán pagadas a los precios unitarios contractuales del ítem **"Contrapiso de H° bajo galería",** de igual manera quelas cabeceras de las alcantarillas que serán pagadas a los precios unitarios contractuales del ítem **"Cabecera de hormigón incluido**

CONSORCIO
CONTROL DE CORREDORES

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

contrapiso".

Dichos precios y pagos deberán contemplar la compensación completa y definitiva por el trabajo, incluyéndose en el mismo la excavación, la provisión de todos los materiales, como ser el concreto, el acero, el relleno y su compactación, concreto y acero para galerías, cabeceras y sellado, la base deasiento, la ejecución del terraplén de acceso, el manejo de las aguas y del tránsito pasante, las demoliciones que sean necesarias, el retiro de todas las excavaciones sobrantes y materiales de desechos y toda la mano de obra, herramientas, equipos, máquinas, autocontrol de calidad, y otrosincidentales necesarios para, e inherentes a dar por completado el ítem.

6.1.3 REMOCIÓN, TRASLADO Y RECONSTRUCCIÓN DE ALAMBRADOS

Alambrado

Descripción

La delimitación de la franja de dominio del camino será realizada mediante alambrada implantada de acuerdo a ésta Especificación, y en conformidad con los detalles, alineaciones del Proyecto y rasante del terreno indicados en los Planos y/u Órdenes de Trabajo. La alambrada se tenderá a lo largo del camino excepto en los puntos del proyecto en que fuera considerado innecesario, o indicados por la Fiscalización.

Este trabajo consistirá en los casos donde no existiera una alambrada, en la provisión e hincado de los postes y en la colocación de hilos de alambre.

Por el contrario, en aquellos sectores donde la franja de dominio actual deba ampliarse, el trabajo descripto en la presente sección incluirá la remoción del alambrado existente y su eventual traslado o no de acuerdo a lo especificado en la documentación del proyecto.

Materiales

Postes de madera lampinada y refuerzos

Serán de madera lampinada, duras, preferentemente de curupay, urundey o urundey mí, recibiendo tratamiento preservativo en la base con aceite de creosota hasta una altura de 0,80 m, excepto en el portón de acceso a propiedad que será de 1,40 m. Los postes serán razonablemente rectos, de sección redondeada obtenida por labrado manual, con diámetro no menor de 0,10 m. La longitud de los postes no será menor que 2,20m. El extremo superior del poste deberá presentar una cara chanfleada. Los postes serán de madera sana, exenta de nudos y huecos.

Los postes esquineros y los de portón tendrán las mismas características antes

CONSORCIO
CONTROL DE CORREDORES

Ing. Marvin Mendoza La Torr
Super Intendente de Obra

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

citadas, pero sus diámetros no serán menores que 0,20m, siendo la longitud del poste de portón no menor que 2,80m.

Alambres

Será de 5 hilos, de tipo acerado galvanizado, ovalado, calibre N° 17/15. Las ataduras se harán con alambre galvanizado dulce calibre N° 14.

Forma de Ejecución

6.1.3.1 Remoción y/o Traslado de alambrado

El Contratista deberá remover los alambrados perimetrales cuando ello esté considerado en los documentos del proyecto o lo señale la Fiscalización.

En caso que se prevea el traslado y la reinstalación de los elementos removidos, la totalidad de las operaciones deberán realizarse evitando maltratos innecesarios a las partes que sean manipuladas o transportadas.

Si la reinstalación no está prevista, los elementos removidos se ubicarán y almacenarán en los sitios que defina la Fiscalización.

6.1.3.2 Construcción del Alambrado con postes de madera

Antes del tendido de la alambrada deberá ser realizada la limpieza de una faja de 2,00 m de ancho para posibilitar la ejecución y conservación de la alambrada. La limpieza consistirá en el destronque, desbroce y desmonte que fuera necesario, para el tendido de la alambrada en el nivel y alineamiento requerido.

Los postes se asentarán en los hoyos previamente cavados y el relleno posterior será compactado adecuadamente. La hilera de postes afirmado deberá presentar alineamiento correcto y sus cabezas formarán una línea continua.

Los postes serán colocados a una profundidad mínima de 0,80 m y de 1,40 m para el portón y distanciados 3,50 m entre sí.

Los orificios a alojar los alambres lisos, deberán taladrarse en el centro de la sección del poste y distanciados entre sí según indiquen los Planos.

En todas las esquinas, o en todos los puntos donde se produzcan cambios bruscos de alineación de la cerca, o a lo menos 400 m, se colocarán postes en arriostramientos como se indica en los Planos.

Los alambres deberán quedar tensos y no presentarán catenarias visibles entre los postes.

Los hilos de alambre deberán sujetarse firmemente a los postes mediante alambre para ataduras en los casos de alambres lisos.

CONSORCIO
CONTROL DE CORREDORES

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

Método de Medición

El alambrado será medido por **metro lineal (ml)** de ejecución concluido de acuerdo con estas Especificaciones, medido entre los extremos de los postes de cada línea continua del alambrado.

Forma de Pago

Las cantidades determinadas según el método de medición anterior se pagarán según corresponda al precio unitario contractual del siguiente sub ítem:

"Remoción, traslado y reconstrucción de alambrados"

cuyo precio y pago significará la compensación total según corresponda por toda la planta de trabajo, mano de obra, equipo, materiales, limpieza de la faja de implantación, herramientas, transporte, servicios, supervisión y otros incidentales necesarios para, e inherentes a, dar por completo el trabajo.

6.10 PASAFAUNAS (INCLUYE OBRAS DE ENCAUSAMIENTO Y EJECUCIÓN DE ALCANTARILLA CELULAR TRIPLE DE 1,5X1,5)

Es importante destacar que las siguientes especificaciones son de referencia, y los especialistas encargados del diseño de la ruta deberán adaptarlos en caso de ser necesario.

Las siguientes especificaciones técnicas están basadas en revisiones bibliográficas relativas a pasos de fauna.

Drenaje adaptado para Animales Terrestres

- *Especies de referencia*
  - Carnívoros de pequeño y mediano tamaño
- *Uso de la estructura*
  - Mixto: Paso de fauna y drenaje.
- *Características y prescripciones básicas*
  - La adaptación de obras de drenaje es un sistema eficaz para facilitar el paso de vertebrados de pequeño y mediano tamaño (particularmente de mamíferos), ya que coinciden con vaguadas o fondos de valle que canalizan el desplazamiento de muchas especies y, además, se trata de estructuras poco perturbadas por la actividad humana.

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Helsecke K
Representante Legal

- En las vías de transporte la adaptación de drenajes es una práctica especialmente adecuada, ya que, debido al régimen torrencial de lluvias, muchas estructuras son de grandes dimensiones y se mantienen completamente secas durante la mayor parte del año.
- Se requieren pocas modificaciones para adaptar los drenajes al paso de fauna. Únicamente se trata de utilizar materiales adecuados (el acero corrugado no es compatible con el paso de fauna), construir banquetas laterales que se mantengan secas para evitar la inundación completa de la estructura, y acondicionar adecuadamente los accesos.
- No serán adaptables al paso de fauna las estructuras que cuenten con pozos o arquetas en sus accesos.
- Todos los acondicionamientos que se realicen en los drenajes deberán garantizar que no se reduzca su capacidad hidráulica.
- El Drenaje adaptado para animales terrestres, por su ubicación, deberá considerar la necesidad o no de plataformas o banquetas laterales

- *Dimensiones*
  - Estructura con una sección mínima entre 1,5 x 1,5, 2 x 2 m y 2,5 x 2,5 m.
  - Anchura mínima de banquetas laterales: 0,8 m. Su altura se definirá en función de la lámina de inundación.
  - Pendiente recomendada de las rampas de acceso a las banquetas laterales: 30º; máxima: 45º.

- *Acondicionamiento*
  - Adecuación del interior del paso

Si se prevé que la base del paso se inunde completamente de manera permanente, o durante largos períodos de tiempo, se construirán plataformas o banquetas laterales, que se mantengan secas incluso en los períodos de mayor caudal. Es indispensable que las banquetas estén adecuadamente conectadas con el entorno del paso mediante rampas de acceso.

  - Acondicionamientos de los accesos

Para facilitar el acceso de los animales desde el entorno hacía las entradas de la estructura, deben evitarse las discontinuidades generadas por escalones, socavaciones u otros obstáculos. Los encachados de piedra son uno de los mejores recursos para garantizar la continuidad entre la base de hormigón de la estructura y los terrenos adyacentes. Además, permiten evitar uno de los problemas que se observan con mayor frecuencia: la socavación del terreno en las salidas de la estructura que impide o dificulta el desplazamiento de animales.

Si la salida del drenaje se sitúa en la parte superior de un terraplén, se sustituirán

CONSORCIO
CONTROL DE CORREDORES

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

los bajantes escalonados usuales por encachados de piedra, o bien, se abrirán las paredes laterales de los bajantes dándoles una pendiente de 30º. Otra opción, en caso de no ser viable ninguna de las anteriores, es la construcción de pequeñas rampas o plataformas que permitan que los animales que utilicen la estructura puedan acceder con facilidad a los taludes.

Se realizarán plantaciones y se instalará el cerramiento perimetral de manera que guíen a la fauna hacia los accesos del paso.

Medidas del cerramiento perimetral: Alambrado tejido de 2", de extensión mínima de 25 m, 2 m de altura, con postes de hormigón de 3 m de altura.

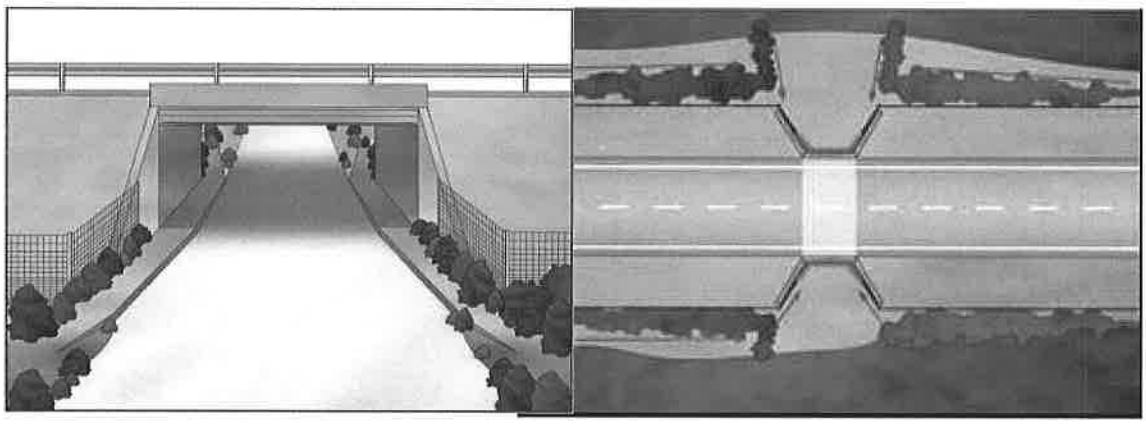


Figura: Esquema general de un drenaje adaptado para animales terrestres

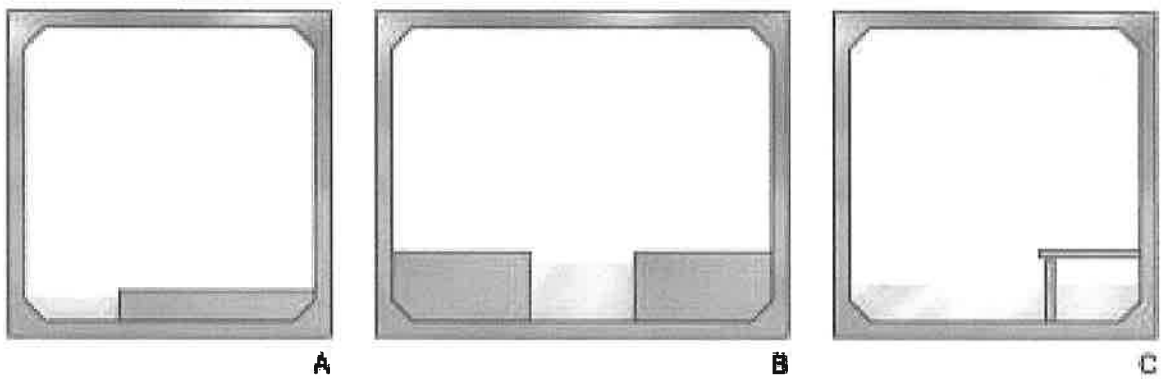


Figura: Distintas secciones transversales de drenajes que permiten mantener plataformas secas

CONSORCIO
CONTROL DE CORREDORES

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Reisecke
Representante Legal

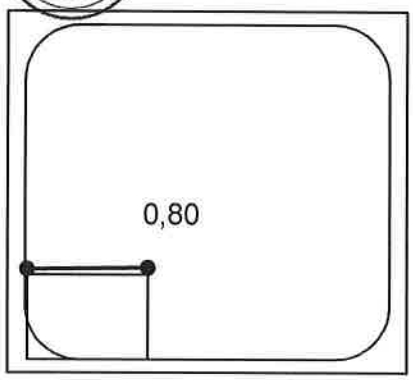


Figura: Longitud de plataforma seca dentro de la alcantarilla.

Método de Medición

La unidad de medida para la construcción de las obras para el paso de la fauna descriptas anteriormente se expresará en Unidades (un), en un todo de acuerdo a estas especificaciones.

Forma de Pago

Las cantidades determinadas conforme al Método de Medición descripto más arriba, serán pagadas al precio unitario contractual correspondiente al Ítem "Pasafauna"

Este precio será compensación total por la ejecución de los trabajos arriba descriptos, por suministrar todo el equipo necesario, mano de obra, materiales, transporte, servicios, supervisión y los imprevistos para dar por completado el Ítem.

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

CONSORCIO
CONTROL DE CORREDORES

CONVENIO MODIFICATORIO N° 1 RDLL

ANEXOS DEL CM N° 1

ANEXO N° 9.1: CÁLCULO DE DISEÑO DEL PAVIMENTO PROPUESTA DE CONTRATISTA

HEISECKE constructora

CONSORCIO VÍAS DE OCCIDENTE

MALTEC SOCIEDAD ANÓNIMA CONSTRUCTORA

INFORME SOBRE PROPUESTAS DE PAQUETE ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA "RUTA DE LA LECHE". LOTE 1. VIDA ÚTIL 10 AÑOS.

El presente Informe Técnico tiene por objeto proponer alternativas para el paquete estructural del Pavimento de la Traza Troncal desde Cruce Pioneros hasta la progresiva 48+400 de la Obra "Ruta de la Leche", así como los accesos a Santa Cecilia y Lolita, correspondientes al Lote 1.

Empresa Contratista: **CONSORCIO VÍAS DE OCCIDENTE.**

Fecha: 10 de junio de 2022.

1. *DETERMINACIÓN DE LOS EJES EQUIVALENTES*

Proponemos a la contratante una definición del Periodo de Diseño de 10 años, utilizando el tránsito calculado en la Memoria de Ingeniería de la Consultora Métrica en el año 2019 y proyectado a partir de la puesta en servicio de las obras, es decir, el año 2023. Posteriormente planeamos un crecimiento del Tránsito Media Diario Anual (TMDA) hasta el año 2032 (10 años).

La tasa de crecimiento del tránsito normal corresponde a la utilizada en la evaluación económica del "Estudio de Prefactibilidad Avanzada de la Ruta Nº 9 y Accesos a las Colonias Menonitas", realizado en 2017. Los porcentajes de crecimiento se observan en la siguiente tabla:

- Tc Livianos: 4,84%
- Tc Buses: 3,52%
- Tc Camiones: 3,90%

En el capítulo de Tránsito de la Guía AASHTO 1993 se expresan los efectos dañinos del tránsito sobre la estructura del pavimento por medio de la conversión a repeticiones de cargas de ejes equivalentes de 8,2 toneladas. Para lo cual, se utilizan los factores de carga equivalente, que permiten involucrar el efecto destructivo de cada tipo de eje.

Consideramos adecuada una **Vida Útil de 10 años**, pues las rutas actualmente en construcción de la Región Occidental están calculadas de esa forma. Se aplica luego la siguiente fórmula para convertir el transito proyectado en ejes equivalentes de acuerdo a la Guía de Diseño AASHTO 1993.

Ejes Equivalente = TMDA x 365 x fd x fc x Fec

Siendo: **TMDA: Tránsito Medio Diario Anual**

fd : Factor de direccionalidad determinado del conteo.

fc : Factor de pista o distribución por trocha.

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

ING. MARIO LUIS NOSTE
Especialista en Pavimentos

HEISECKE constructora

CONSORCIO VÍAS DE OCCIDENTE

AVALTEC SOCIEDAD ANONIMA CONSTRUCTORA

Fec : Factor de equivalencia de carga.

Un tiempo de diseño de 10 años abarca el periodo de mantenimiento del contrato original (2 años de obra + 4 años de mantenimiento).

Para el Tramo Troncal el cálculo de Ejes Equivalentes se observa en la siguiente tabla.

CRUCE PIONEROS									
AÑO	AÑO HAB.	ETAPA	TMDA NORMAL			DÍAS AÑO	TMDA DERIVADO		
			Liv.	Buses	Camiones		Liv.	Bus	Camiones
2018	0	Conteo	-	75	344	365	-		
2019	0	Proyecto	-	78	357	365	-		
2020	0	Proyecto	-	80	371	365	-		
2021	0	Construcción	-	83	386	365	-		
2022	0	Construcción	-	86	401	365	-		
2023	1	En servicio	-	89	417	365	-	32 544	152 030
2024	2	En servicio	-	95	443	365	-	34 666	161 745
2025	3	En servicio	-	101	471	365	-	36 926	172 080
2026	4	En servicio	-	108	502	365	-	39 334	183 076
2027	5	En servicio	-	115	534	365	-	41 899	194 775
2028	6	En servicio	-	122	568	365	-	44 630	207 221
2029	7	En servicio	-	127	590	365	-	46 201	215 302
2030	8	En servicio	-	131	613	365	-	47 828	223 699
2031	9	En servicio	-	136	637	365	-	49 511	232 423
2032	10	En servicio	-	140	662	365	-	51 254	241 488
2033	11	En servicio	-	145	687	365	-		
2034	12	En servicio	-	150	714	365	-		
2035	13	En servicio	-	156	742	365	-		
2036	14	En servicio	-	161	771	365	-		
2037	15	En servicio	-	167	801	365	-		
Total TMDA acumulado a 10 años							-	424 793	1 983 839
Factor Vehiculo							0.002	2.290	3.910
Totales E.E.							-	972 776	7 756 810
Factor de Dirección							0.500		
Factor de Pista							1.000		
							-	486 388	3 878 405
Ejes Equivalentes de Diseño para 10 años - (2023 hasta 2032)									**4 364 793**

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES

ING. MARIO LUIS NÚÑEZ
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

HEISECKE constructora

CONSORCIO VÍAS DE OCCIDENTE

AVALTEC SOCIEDAD ANONIMA CONSTRUCTORA

Para el Acceso a Santa Cecilia el cálculo de Ejes Equivalentes se observa en la siguiente tabla:

ACCESO SANTA CECILIA									
AÑO	AÑO HAB.	ETAPA	TMDA NORMAL			DÍAS AÑO	TMDA DERIVADO		
			Liv.	Buses	Camiones		Liv.	Bus	Camiones
2018	0	Conteo	-	9	31	365	-		
2019	0	Proyecto	-	10	32	365	-		
2020	0	Proyecto	-	10	34	365	-		
2021	0	Construcción	-	10	35	365	-		
2022	0	Construcción	-	11	36	365	-		
2023	1	En servicio	-	11	38	365	-	4 015	13 870
2024	2	En servicio	-	12	40	365	-	4 380	14 600
2025	3	En servicio	-	13	43	365	-	4 745	15 695
2026	4	En servicio	-	13	46	365	-	4 745	16 790
2027	5	En servicio	-	14	50	365	-	5 110	18 250
2028	6	En servicio	-	15	53	365	-	5 475	19 345
2029	7	En servicio	-	16	55	365	-	5 840	20 075
2030	8	En servicio	-	16	57	365	-	5 840	20 805
2031	9	En servicio	-	17	60	365	-	6 205	21 900
2032	10	En servicio	-	18	62	365	-	6 570	22 630
2033	11	En servicio	-	18	64	365	-		
2034	12	En servicio	-	19	67	365	-		
2035	13	En servicio	-	19	69	365	-		
2036	14	En servicio	-	20	72	365	-		
2037	15	En servicio	-	21	75	365	-		
Total TMDA acumulado a 10 años							-	52 925	183 960
Factor Vehiculo							0.002	2.290	3.910
Totales E.E.							-	121 198	719 284
Factor de Dirección							0.500		
Factor de Pista							1.000		
							-	60 599	359 642
Ejes Equivalentes de Diseño para 10 años									**420 241**

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES

ING. MARIO LUIS N.
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

HEISECKE constructora

CONSORCIO VÍAS DE OCCIDENTE

VIALTEC SOCIEDAD ANONIMA CONSTRUCTORA

Para el Acceso a Lolita el cálculo de Ejes Equivalentes se observa en la siguiente tabla:

ACCESO A LOLITA									
AÑO	AÑO HAB.	ETAPA	TMDA NORMAL			DÍAS AÑO	TMDA DERIVADO		
			Liv.	Buses	Camiones		Liv.	Bus	Camiones
2018	0	Conteo	-	68	135	365	-		
2019	0	Proyecto	-	70	140	365	-		
2020	0	Proyecto	-	72	145	365	-		
2021	0	Construcción	-	75	151	365	-		
2022	0	Construcción	-	78	157	365	-		
2023	1	En servicio	-	80	163	365	-	29 200	59 495
2024	2	En servicio	-	86	175	365	-	31 390	63 875
2025	3	En servicio	-	91	187	365	-	33 215	68 255
2026	4	En servicio	-	97	200	365	-	35 405	73 000
2027	5	En servicio	-	104	214	365	-	37 960	78 110
2028	6	En servicio	-	111	229	365	-	40 515	83 585
2029	7	En servicio	-	115	238	365	-	41 975	86 870
2030	8	En servicio	-	119	247	365	-	43 435	90 155
2031	9	En servicio	-	123	257	365	-	44 895	93 805
2032	10	En servicio	-	127	267	365	-	46 355	97 455
2033	11	En servicio	-	132	277	365	-		
2034	12	En servicio	-	136	288	365	-		
2035	13	En servicio	-	141	299	365	-		
2036	14	En servicio	-	146	311	365	-		
2037	15	En servicio	-	151	323	365	-		
Total TMDA acumulado a 10 años							-	384 345	794 605
Factor Vehiculo							0.002	2.290	3.910
Totales E.E.							-	880 150	3 106 906
Factor de Dirección							0.500		
Factor de Pista							1.000		
							-	440 075	1 553 453
Ejes Equivalentes de Diseño para 10 años									**1 993 528**

2. *CÁLCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL NECESARIO O REQUERIDO*

Usaremos la Guía AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos. El primer paso consiste en determinar el Número Estructural de Diseño (SN) necesario o requerido según las condiciones paramétricas de diseño.

CONSORCIO
CONTROL DE CORREDOR

ING. MARIO LUIS NOSTE
Especialista en Pavimentos

Ing. Marom Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

HEISECKE constructora

CONSORCIO VÍAS DE OCCIDENTE

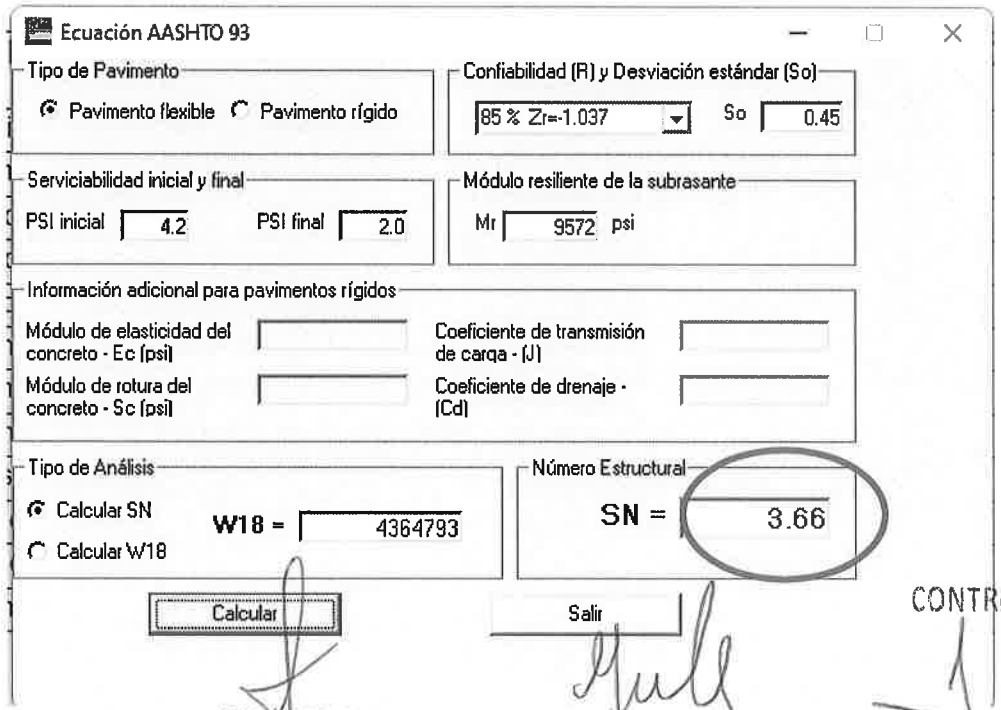
VIALTEC SOCIEDAD ANONIMA CONSTRUCTORA

TRAMO TRONCAL

OPCIÓN 1 – Con Sub Base Granular CBR>60%

	REHABILITACION Y MANTENIMIENTO DE CORREDORES AGROINDUSTRIALES - "RUTA DE LA LECHE" (REGION OCCIDENTAL) – **TRAMO TRONCAL**		
1	Periodo de Diseño adoptado	Años	10
2	Número de Ejes Equivalentes	ESAL	4.364.793
3	Valor Soporte del Terraplén	CBR (%)	3%
4	Valor Soporte del Material de la Subrasante Mejorada	CBR (%)	15%
5	Módulo Resiliente de la Subrasante (Compuesto)	Mr (psi)	9.572
6	Confiabilidad Total del Proyecto	Ct	75%
7	Número de etapas en Periodo de Desempeño	n	2
8	Confiabilidad de Diseño	Cd	87%
9	Desviación Estandar	So	0,45
10	Índice de Serviciabilidad inicial	Po	4,2
11	Índice de Serviciabilidad final	Pf	2,0
12	Numero Estructural Necesario	**SNn**	**3,66**

Por medio del software libre Ecuación AASHTO 93 calculamos el SN necesario.



CONSORCIO CONTROL DE CORREDOR

ING. MARIO LUIS ... Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre Super Intendente de Ob...

Ing. José Luis Heisecke R. Representante Legal

HEISECKE constructora

CONSORCIO VÍAS DE OCCIDENTE

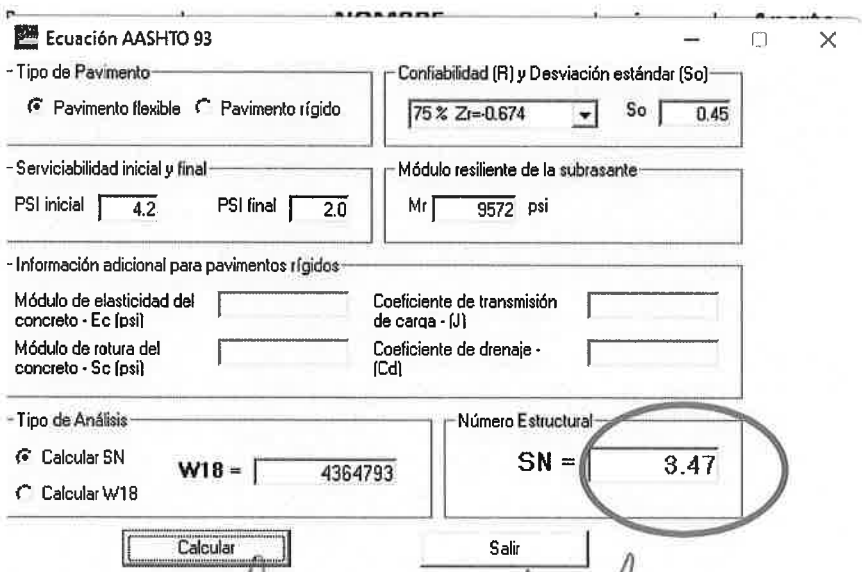
VIALTEC SOCIEDAD ANONIMA CONSTRUCTORA

TRAMO TRONCAL

OPCIÓN 2 – Con Sub Base Granular Cementada Rc7>2MPa y Capa de rodadura F10.

REHABILITACION Y MANTENIMIENTO DE CORREDORES AGROINDUSTRIALES - "RUTA DE LA LECHE" (REGION OCCIDENTAL) – **TRAMO TRONCAL**			
1	Periodo de Diseño adoptado	Años	10
2	Número de Ejes Equivalentes	ESAL	4.364.793
3	Valor Soporte del Terraplén	CBR (%)	3%
4	Valor Soporte del Material de la Subrasante Mejorada	CBR (%)	15%
5	Módulo Resiliente de la Subrasante (Compuesto)	Mr (psi)	9.572
6	Confiabilidad Total del Proyecto	Ct	75%
7	Número de etapas en Periodo de Desempeño	n	1
8	Confiabilidad de Diseño	Cd	75%
9	Desviación Estandar	So	0,45
10	Índice de Serviciabilidad inicial	Po	4,2
11	Índice de Serviciabilidad final	Pf	2,0
12	Numero Estructural Necesario	SNn	3,47

Por medio del software Ecuación AASHTO 93 calculamos el SN necesario.



CONSORCIO CONTROL DE CORREDORE

ING. MARIO LUIS NOSTE Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R. Representante Legal

HEISECKE constructora

CONSORCIO VÍAS DE OCCIDENTE

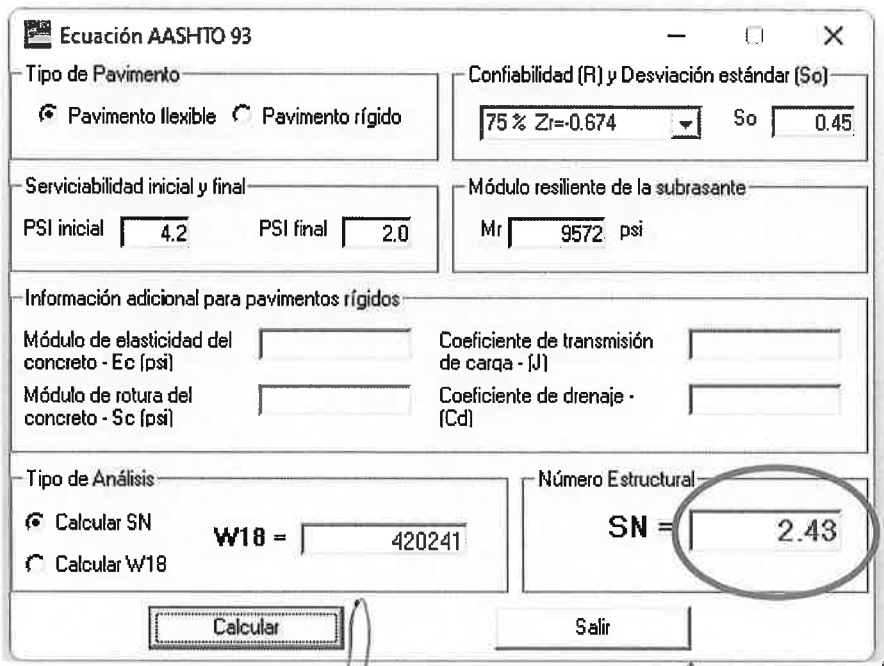
MALTEC SOCIEDAD ANONIMA CONSTRUCTORA

ACCESO A SANTA CECILIA

OPCIÓN 1 y OPCIÓN 2

REHABILITACION Y MANTENIMIENTO DE CORREDORES AGROINDUSTRIALES - "RUTA DE LA LECHE" (REGION OCCIDENTAL) – **ACCESO A SANTA CECILIA**			
1	Periodo de Diseño adoptado	Años	10
2	Número de Ejes Equivalentes	ESAL	420.241
3	Valor Soporte del Terraplén	CBR (%)	3%
4	Valor Soporte del Material de la Subrasante Mejorada	CBR (%)	15%
5	Módulo Resiliente de la Subrasante (Compuesto)	Mr (psi)	9.572
6	Confiabilidad Total del Proyecto	Ct	75%
7	Número de etapas en Periodo de Desempeño	n	1
8	Confiabilidad de Diseño	Cd	75%
9	Desviación Estandar	So	0,45
10	Índice de Serviciabilidad inicial	Po	4,2
11	Índice de Serviciabilidad final	Pf	2,0
12	Numero Estructural Necesario	SNn	2,43

Por medio del software Ecuación AASHTO 93 calculamos el SN necesario.



ING. MARIO LUIS NOSTE
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

CONSORCIO
CONTROL DE CORREDORES

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

HEISECKE constructora

CONSORCIO VÍAS DE OCCIDENTE

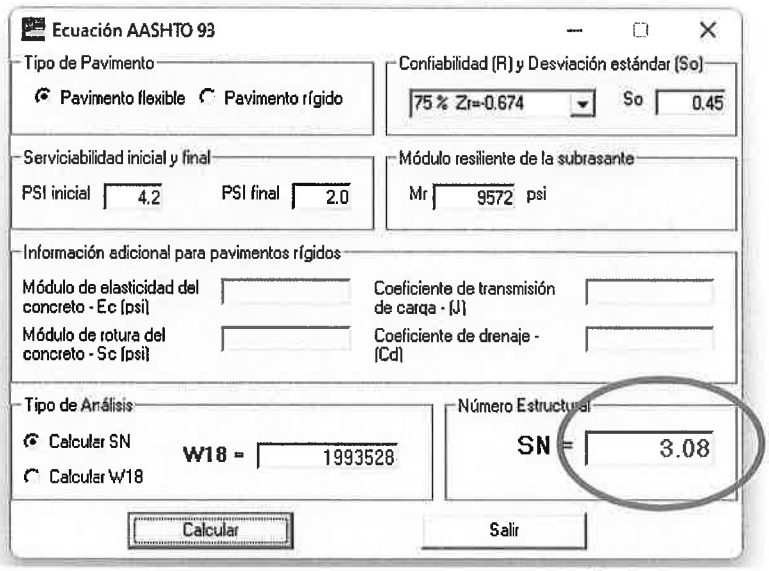
MALTEC SOCIEDAD ANONIMA CONSTRUCTORA

ACCESO A LOLITA

OPCIÓN 1 y OPCIÓN 2

REHABILITACION Y MANTENIMIENTO DE CORREDORES AGROINDUSTRIALES - "RUTA DE LA LECHE" (REGION OCCIDENTAL) – **ACCESO A LOLITA**			
1	Periodo de Diseño adoptado	Años	10
2	Número de Ejes Equivalentes	ESAL	1.993.528
3	Valor Soporte del Terraplén	CBR (%)	3%
4	Valor Soporte del Material de la Subrasante Mejorada	CBR (%)	15%
5	Módulo Resiliente de la Subrasante (Compuesto)	Mr (psi)	9.572
6	Confiabilidad Total del Proyecto	Ct	75%
7	Número de etapas en Periodo de Desempeño	n	1
8	Confiabilidad de Diseño	Cd	75%
9	Desviación Estandar	So	0,45
10	Índice de Serviciabilidad inicial	Po	4,2
11	Índice de Serviciabilidad final	Pf	2,0
12	Numero Estructural Necesario	SNn	3,08

Por medio del software Ecuación AASHTO 93 calculamos el SN necesario.



CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES

ING. MARIO LUIS NOSTE
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke F.
Representante Legal

HEISECKE constructora

CONSORCIO VÍAS DE OCCIDENTE

VIALTEC SOCIEDAD ANONIMA CONSTRUCTORA

3. *OPCIONES DE PAQUETE ESTRUCTURAL*

Se presentan las siguientes opciones de paquete estructural para cada tramo:

TRAMO TRONCAL

OPCIÓN 1	TRAZA TRONCAL						
CAPAS	NOMBRE	Espesor (cm)	Coef. de Aporte (1/pulg.)	Coef. de Drenaje	Coef. de Aporte (1/cm)	SN d	
	Carpeta de Co. Ao. c/ Polímeros	5	0.440		0.173	0.87	
	Base de Co. Ao. Convencional	7	0.420		0.165	1.16	
	Base Granular CBR>100%	15	0.140	1	0.055	0.83	
	Subbase Granular CBR>60%	18	0.124	1	0.049	0.88	
	Sub-Rasante Suelo Cal (CBR 15)	30					
TOTAL		75	OK, SNd ≥ SNn			3.73	> 3,66

OPCIÓN 2	TRAZA TRONCAL						
CAPAS	NOMBRE	Espesor (cm)	Coef. de Aporte (1/pulg.)	Coef. de Drenaje	Coef. de Aporte (1/cm)	SN d	
	Carpeta de C°A° c/ polímero (F10)	2.5	0.440		0.173	0.43	
	Base de Co. Ao. Convencional	4	0.420		0.165	0.66	
	Base Granular CBR>100%	16	0.140	1	0.055	0.88	
	Subbase Granular Cementada. Rc7 > 2 MPa	25	0.160	1	0.063	1.57	
	Sub-Rasante Suelo Cal (CBR 15)	30					
TOTAL		77.5	OK, SNd ≥ SNn			3.55	> 3.47

ING. MARIO LUIS NOSTE
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORE

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

HEISECKE constructora

CONSORCIO VÍAS DE OCCIDENTE

MALTEC SOCIEDAD ANONIMA CONSTRUCTORA

ACCESO A SANTA CECILIA

OPCIÓN 1	ACCESO A SANTA CECILIA						
CAPAS	NOMBRE	Espesor (cm)	Coef. de Aporte (1/pulg.)	Coef. de Drenaje	Coef. de Aporte (1/cm)	SN d	
	Carpeta de Co. Ao. c/ Polímeros	4	0.440		0.173	0.69	
	Base de Co. Ao. Convencional	5	0.420		0.165	0.83	
	Base Granular CBR>100%	15	0.140	1	0.055	0.83	
	Subbase Granular CBR>60%	15	0.124	1	0.049	0.73	
	Sub-Rasante Suelo Cal (CBR 15)	30					
TOTAL		69	OK, SNd ≥ SNn			3.08	> 2.43

OPCIÓN 2	ACCESO A SANTA CECILIA						
CAPAS	NOMBRE	Espesor (cm)	Coef. de Aporte (1/pulg.)	Coef. de Drenaje	Coef. de Aporte (1/cm)	SN d	
	Carpeta de C°A° c/ polímero (F10)	2.5	0.440		0.173	0.43	
	Base de Co. Ao. Convencional	4	0.420		0.165	0.66	
	Base Granular CBR>100%	15	0.140	1	0.055	0.83	
	Subbase Granular Cementada. Rc7 > 2 MPa	20	0.160	1	0.063	1.26	
	Sub-Rasante Suelo Cal (CBR 15)	30					
TOTAL		71.5	OK, SNd ≥ SNn			3.18	> 2.43

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES

ING. MARIO LUIS NOS
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torr
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke
Representante Legal

HEISECKE constructora

CONSORCIO VÍAS DE OCCIDENTE

VIALTEC SOCIEDAD ANONIMA CONSTRUCTORA

ACCESO A LOLITA

OPCIÓN 1	ACCESO A LOLITA						
CAPAS	NOMBRE	Espesor (cm)	Coef. de Aporte (1/pulg.)	Coef. de Drenaje	Coef. de Aporte (1/cm)	SN d	
	Carpeta de Co. Ao. c/ Polímeros	5	0.440		0.173	0.87	
	Base de Co. Ao. Convencional	6	0.420		0.165	0.99	
	Base Granular CBR>100%	15	0.140	1	0.055	0.83	
	Subbase Granular CBR>60%	15	0.124	1	0.049	0.73	
	Sub-Rasante Suelo Cal (CBR 15)	30					
TOTAL		71	OK, SNd ≥ SNn			3.42	> 3.08

OPCIÓN 2	ACCESO A LOLITA						
CAPAS	NOMBRE	Espesor (cm)	Coef. de Aporte (1/pulg.)	Coef. de Drenaje	Coef. de Aporte (1/cm)	SN d	
	Carpeta de C°A° c/ polímero (F10)	2.5	0.440		0.173	0.43	
	Base de Co. Ao. Convencional	4	0.420		0.165	0.66	
	Base Granular CBR>100%	15	0.140	1	0.055	0.83	
	Subbase Granular Cementada. Rc7 > 2 MPa	20	0.160	1	0.063	1.26	
	Sub-Rasante Suelo Cal (CBR 15)	30					
TOTAL		71.5	OK, SNd ≥ SNn			3.18	> 3.08

4. *VERIFICACIÓN DEL PAQUETE ESTRUCTURAL DE LA LICITACIÓN*

A continuación, realizaremos una verificación del paquete estructural de la licitación con base al periodo de diseño establecido en 15 años, con el fin de que la comparación con todas las opciones de paquete estructural presentadas sea correcta.

REHABILITACION Y MANTENIMIENTO DE CORREDORES AGROINDUSTRIALES - "RUTA DE LA LECHE" (REGION OCCIDENTAL) – **LICITACIÓN**			
1	Periodo de Diseño adoptado	Años	15
2	Número de Ejes Equivalentes	ESAL	7.247.185
3	Valor Soporte del Terraplén	CBR (%)	3%

CONSORCIO CONTROL DE CORREDO

ING. MARIO LUIS NO. Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torr Super Intendente de Obra

Ing. José Luis Heisecke R. Representante Legal

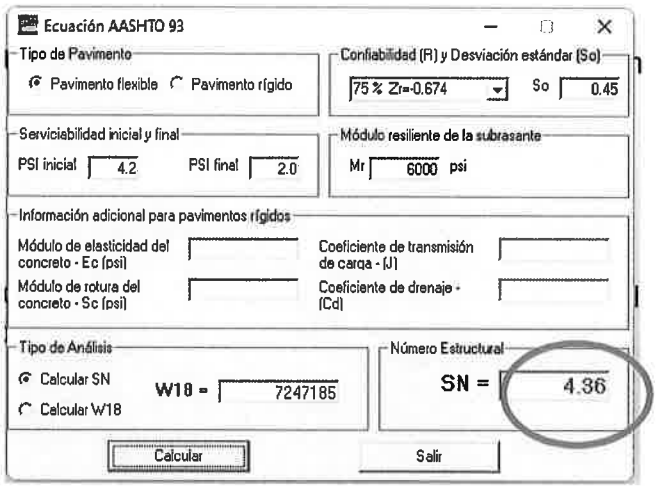
HEISECKE constructora

CONSORCIO VÍAS DE OCCIDENTE

WALTEC SOCIEDAD ANONIMA CONSTRUCTORA

4	Valor Soporte del Material de la Subrasante Mejorada	CBR (%)	10%
5	Módulo Resiliente de la Subrasante (Compuesto)	Mr (psi)	6.000
6	Confiabilidad Total del Proyecto	Ct	75%
7	Número de etapas en Periodo de Desempeño	n	1
8	Confiabilidad de Diseño	Cd	75%
9	Desviación Estandar	So	0,45
10	Índice de Serviciabilidad inicial	Po	4,2
11	Índice de Serviciabilidad final	Pf	2,0
12	Numero Estructural Necesario – LICITACIÓN – 10 años	SNn	**4,36**

Utilizando el software para calcular el SNn – Número Estructural Necesario.



Calculamos a continuación el numero estructural del paquete propuesto en la licitación, arrojando los siguientes resultados:

TRAZA TRONCAL - LICITACIÓN
Cruce de los Pioneros - Desvío Acceso a Campo Aceval

LICITACIÓN	TRAZA TRONCAL - LICITACIÓN						
CAPAS	NOMBRE	Espesor (cm)	Coef. de Aporte (1/pulg.)	Coef. de Drenaje	Coef. de Aporte (1/cm)	SN d	
	Carpeta de Co. Ao. c/ Polímeros	4	0.440		0.173	0.69	
	Base de Co. Ao. Convencional	4	0.420		0.165	0.66	
	Base Granular CBR>100%	15	0.140	1	0.055	0.83	
	Sub-Base de Suelo Cemento, (fck > 20kg/cm2) e=30cm	30	0.150	1	0.059	1.77	
	Subrasante Mejorada (CBR≥10%) e=30cm	30					
TOTAL		83	NO VERIFICA , SNd < SNn			3.95	< 4.36

CONSORCIO CONTROL DE CORREDO

ING. MARIO LUIS NOSTI
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

José Luis Heisecke R.
Representante Legal

HEISECKE constructora

CONSORCIO VÍAS DE OCCIDENTE

VIALTEC SOCIEDAD ANÓNIMA CONSTRUCTORA

5. RESUMEN Y CONCLUSIÓN

El paquete estructural de la licitación no cumple con el número estructural mínimo requerido para soportar las solicitaciones del tránsito previsto durante una VIDA ÚTIL de **15 años**.

En resumen, planteamos 2 (dos) opciones de paquete estructural, con una vida útil de 10 años en ambos casos.

Ambas opciones constituyen una mejora al paquete estructural licitado, y cumplen con el horizonte de proyecto de la mayoría de las rutas en construcción en la Región Occidental.

Es mi informe.

Adherido al presente documento, la contratista junto con su especialista en pavimento, adoptan el dimensionamiento indicado en el Informe Técnico – Propuesta Diseño Pavimento elaborado por el Especialista del Consorcio Control de Corredores.

Ing. José Luis Melgarejo
Representante

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES

ING. MARIO LUIS NOSTE
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

CONVENIO MODIFICATORIO N° 1 RDLL

ANEXOS DEL CM N° 1

ANEXO N° 9.2: CÁLCULO DE DISEÑO DEL PAVIMENTO INFORME DE FISCALIZACIÓN

REPUBLICA DEL PARAGUAY

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE VIALIDAD

RUTA CNEL. FRANCISCO BRIZUELA

PROYECTO HABILITACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL
TRAMO: CRUCE PIONEROS – PARATODO, Y ACCESOS A SANTA CECILIA, LOLITA Y CAMPO ACEVAL

INFORME TECNICO

PROPUESTA DISEÑO PAVIMENTO

RUTA TRONCAL: Ruta Transchaco - Paratodo
ACCESOS: Campo Aceval, Santa Cecilia y Lolita.

ASUNCION - PARAGUAY
OCTUBRE 2022

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES
Ing. Freddy Mendoza
Especialista Vial

ING. MARIO LUIS NOSTE
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

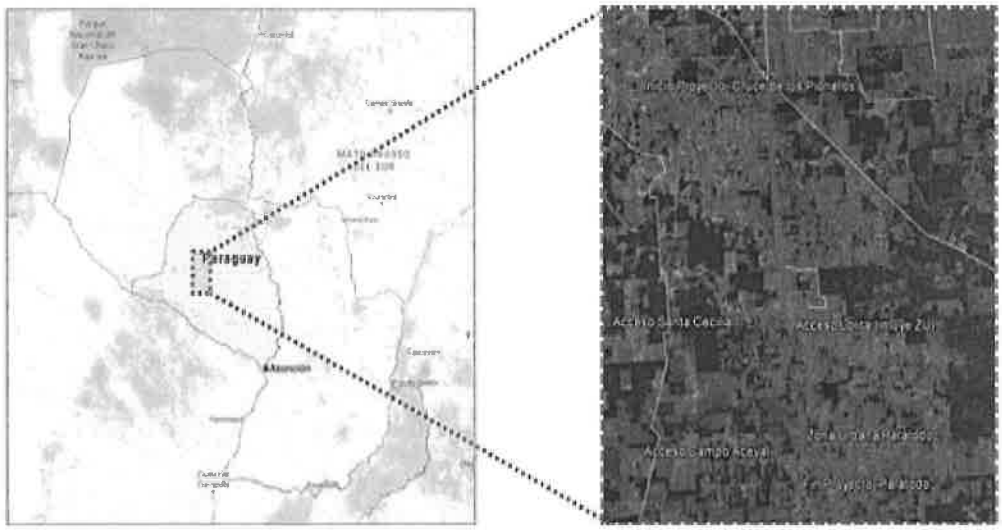
Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

1– OBJETO

El presente informe, tiene por objeto la Revisión y Adecuación del Diseño de la Estructura de Pavimentos, y proponer alternativas con capas granulares, para aplicarse en la Ruta Cnel. Francisco Brizuela en los tramos Troncal y Accesos del Lote 1.

2.- . UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Ubicación del Proyecto



El presente proyecto se desarrolla en la región Occidental del país dentro del Departamento presidente Hayes, y abarca los Distritos de Villa Hayes y Teniente 1º Manuel Irala Fernández.

El proyecto, se encuentra conformado por varios caminos localizados al noroeste del Departamento presidente Hayes, que conectan las colonias agropecuarias de Paratodo; Santa Cecilia; Lolita y Campo Aceval, con la zona al sur-oeste de la Ruta 9 -Transchaco en el Km 410 (Cruce Pioneros). El proyecto es denominado comúnmente como "Camino de la Leche".

Sub-tramos del Proyecto

1. Cruce Pioneros – Paratodo: 77,87 Km.
1.a Cruce Pioneros – Desvío Acceso a Campo Aceval: 65,7 Km.
1.b.1 Acceso a Paratodo (Desvío Acceso a Campo Aceval): 12,17 Km.
1.b.2 Zona Urbana Paratodo: 2,92 Km.
2. Acceso Santa Cecilia: 10,63 Km
3. Acceso Lolita: 3,78 Km.
3.1 Zona Urbana Lolita: 1,95 Km.
4. Acceso Campo Aceval: 5,10 Km.
4.1 Zona Urbana Campo Aceval: 1,27 Km.

Longitud Total: 103,5

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES
Ing. Freddy Maydan
Especialista Vial

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

ING. MARIO LUIS NOSTE
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

3 – OBRAS LICITADAS.

3.1 - Perfil Tipo de Obra Básica.

Como ya se ha indicado anteriormente, la obra básica se desarrolla en casi toda su extensión en terraplén en coincidencia con la calzada existente.

A continuación, se indican las dimensiones y características previstas para la sección transversal de cada tramo, junto con un esquema de los mismos:

TRAMO	CANTIDAD DE CARRILES	ANCHOS CALZADA	ANCHOS CANQUINAS PAVIMENTADAS (m)
Troncal: Cruce Pioneros – Desvío Acceso Campo Aceval	2	7	2
Acceso Paratodo	2	7	1
Zona Urbana Paratodo	4	6	Cordón externo
Acceso Santa Cecilia	2	7	1
Acceso Lolita	2	7	1
Zona Urbana Lolita	4	6	Cordón externo
Acceso Campo Aceval y Zona Urbana 2 7 1	2	7	1

3.2 – Pavimentos.

El paquete estructural de pavimento licitado es la que se muestra en las tablas siguientes.

3.2.1 – Traza Troncal

TABLA 1 - Cruce de los Pioneros – Desvío Acceso a Campo Aceval

CAPAS		ESPESOR (cm)
	Carpeta de Concreto Asfáltico con Polímeros	4
	Base de Concreto Asfáltico Convencional	4
	Base granular	15
	Sub-base Suelo Cemento f´ck≥20kg/cm2	30
	Subrasante Mejorada (CBR ≥ 10%)	30

3.2.2 – Accesos.

TABLA 2 - Acceso a Paratodo, Santa Cecilia, Lolita y Campo Aceval y Zonas Urbanas.

CAPAS		ESPESOR (cm)
	Carpeta de Concreto Asfáltico con Polímeros	4
	Base de Concreto Asfáltico Convencional	4
	Base granular 90/10 (CBR ≥ 100%)	15
	Subbase Suelo Seleccionado (f´ck≥20kg/cm2)	30
	Mejoramiento de Subrasante (VS ≥ 10%)	30

CONSORCIO CONTROL DE CONSTRUCTORES
Ing. Freddy Maydana
Especialista en Pavimentos

ING. MARIO LUIS NOSTE
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

4 - ESTUDIOS ANALIZADOS.

Los estudios analizados fueron los necesarios para establecer alternativas de diseños estructurales de pavimento. Por lo que los estudios analizados fueron: estudios geotécnicos, estudios topográficos, y estudios de tránsito, con los que se obtuvieron la siguiente información:

- Demanda de tránsito volumétrico (TMDA).
- Clasificación de los flujos de tránsito.
- Determinación del factor de carga (Fc).
- Características geotécnicas a los efectos de estimar un CBR de diseño.
- Características y estado de las obras de drenaje.

4.1 - Análisis de tránsito.

El estudio de tránsito se realizó para la determinación del volumen y composición del tránsito, a los fines obtener el TMDA y el factor de carga Fc con el que se determinará los ESALs para cada alternativa.

En el análisis, con la estimación del tráfico futuro, será posible establecer los requerimientos técnicos que permitan la fluidez y seguridad en la circulación vehicular y, permitir el correcto dimensionamiento de la estructura de pavimento, que permita mantener buenas condiciones de la misma durante la vida útil del pavimento.

Como objetivo específico del estudio, se ha estimado, sobre la base de criterios técnicos y la información relevada en estudios anteriores, el Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) del tramo de ruta en estudio.

4.1.1 - Metodología del estudio.

El estudio de tránsito ha sido desarrollado sobre la base de la realización de relevamientos referidos a volumen de vehículos en el tramo.

Para cumplir el objetivo del estudio y considerando los términos de referencia establecidos, se ha propuesto un plan detallado de conteos volumétricos y de clasificación en el área de influencia.

El conjunto de estaciones censales, permite interceptar todos los flujos vehiculares sobre el tramo en estudio y conocer las zonas de origen de cada vehículo que circula sobre la misma, para poder proyectar el tránsito existente con las tasas correspondientes.

ING. MARIO LUIS NOSTE
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

Ing. Rodolfo Maydana
Especialista Vial
CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES

La ubicación de los puntos de conteo fue determinada en base a las observaciones preliminares realizadas por la Consultora, teniendo en cuenta las condiciones actuales de la vía proyectada y el flujo, que podría ser derivado a la misma.

Adicionalmente a los conteos de vehículos, se ha recolectado información referida a variaciones importantes en cuanto a volumen vehicular debido a la estacionalidad del transporte de carga.

La información de campo, volcada en la base de datos general permite conocer el volumen diario, su composición y sentido de circulación. Con estos datos es posible calcular la cantidad de ejes que circularon, por sentido, en la sección especificada.

Además de los datos de tránsito relevado mediante trabajos de campo, se ha realizado un inventario de la red vial de interés para el estudio, que fue útil para verificar las derivaciones de tráfico para los tramos en estudio.

Los datos de tráfico resultantes de los conteos e información adicional recolectada en campo referido a tráfico local, fueron sometidos a los análisis y tabulaciones adecuadas, contemplando la expansión de los conteos volumétricos clasificados. Para ello, se han considerado, entre otros, los aspectos vinculados al posicionamiento de los puestos de conteo, período de conteo, estaciones de los flujos y condiciones del tráfico en el tramo a la época de la ejecución de las encuestas.

Los volúmenes diarios actuales del tráfico, determinados por tramo, considerando las diversas categorías de vehículos, fueron corregidos con los factores de ajustes (horaria, semanal, estacional, otros) para la determinación del Tránsito Medio Diario Anual, TMDA.

En base a las tasas de crecimiento de tránsito obtenidas, a través de series históricas o de proyecciones de variables socioeconómicas determinadas para las zonas de tráfico, fueron realizadas las proyecciones del TMDA para el tráfico futuro.

La proyección del tránsito que circulará por la ruta en estudio comprende básicamente tres tipos de usuarios: los usuarios "existentes", los "derivados" y los "inducidos".

Los usuarios "existentes" son aquellos que actualmente emplean la vía, y los que la emplearán en el futuro, aunque ésta no mejorara y continuara en sus condiciones actuales.

Los usuarios "derivados" son aquellos que actualmente emplean otras calles o rutas y que serán atraídos por el tramo de ruta mejorado.

ING. MARIO LUIS
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES
Ing. Freddy Marcano
Especialista Vial

El tráfico "inducido" no existe ni existiría en el futuro de no mejorarse la vía. Ese tráfico se genera por efecto de la habilitación del mejoramiento de la ruta existente.

En síntesis, el estudio comprende el desarrollo de las siguientes etapas:

- Relevamiento de datos de tránsito.
- Obtención del Tránsito Medio Diario Anual.
- Asignación de viajes (composición del tránsito futuro).
- Proyección del tránsito.
- Análisis del tránsito futuro

4.1.2 - Relevamiento de datos de tránsito.

Los relevamientos de campo han sido realizados con el objetivo de conocer los flujos actuales y derivables a la infraestructura vial en estudio. Estos relevamientos han sido ejecutados siguiendo criterios técnicos que permitan la captación de un flujo vehicular representativo del tramo en estudio, por lo que fueron establecidos los cuatro puntos de censo.

El censo volumétrico de vehículos es un procedimiento por el cual se conoce la intensidad y la composición del flujo vehicular en un punto determinado de la ruta en estudio. Con estos datos además es posible calcular la cantidad de ejes que circularon, por sentido, en la sección especificada correspondiente al punto de conteo.

La modalidad de relevamiento utilizada fue la de censos manuales, durante una semana completa en cada puesto.

En las secciones seleccionadas se ha realizado el censo de vehículos en los siguientes horarios:

- 6 días durante 16 horas por día, de 06:00 a 22:00 hs.
- 1 día durante 24 horas, de 00:00 a 24:00 hs.

Con los conteos realizados en los periodos indicados, fue posible conformar una planilla de tránsito con los datos de volumen vehicular de 24 horas por cada puesto.

El registro de datos fue discriminado por sentido de circulación y por tipo de vehículo. En lo que respecta a tipo de vehículo, han sido considerados 3 categorías: livianos, ómnibus y camiones. En el caso de los camiones ha sido efectuada una discriminación de tipo, de acuerdo a la configuración de los ejes, en total fueron considerados 14 tipos de vehículos.

4.1.3- Obtención del tránsito medio diario anual (TMDA).

La metodología aplicada para la determinación del tránsito promedio diario ha sido la de obtener para el tramo de relevamiento, el tránsito medio diario

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES
Ing. Freddy Mordana
Especialista Vial

ING. MARIO LUIS N.
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke K.
Representante Legal

semanal (TMDS) y a partir de ese valor llegar a la obtención del tránsito medio diario anual (TMDA), con la aplicación del factor de estacionalidad.

Teniendo en cuenta que la recolección de los datos de campo ha sido programada para días hábiles y de fin de semana, y considerando las observaciones y consultas efectuadas en el tramo de estudio, la muestra obtenida se considera representativa de una semana típica del mes de marzo.

La estimación del TMDA en las condiciones actuales se ha realizado a través de los siguientes pasos:

- Obtención del Factor de Expansión a 24 horas.
- Cálculo del Tránsito Medio Diario Semanal (TMDS).
- Cálculo del Tránsito Medio Diario Mensual (TMDM).
- Obtención del Factor de Estacionalidad.
- Cálculo del Tránsito Medio Diario Anual (TMDA).

4.1.4- Obtención del factor de expansión a 24 horas.

Para expandir las mediciones realizadas a 24 horas, por tipo de vehículo, se utilizaron factores de ajuste obtenidos del mismo puesto de relevamiento, del día en que se realizó el conteo de 24 horas.

Para ese día, se obtuvo para cada tipo de vehículo, el total de vehículos registrados durante 16 horas, en el mismo horario establecido para los demás días de la semana.

De esa manera fue posible tener el factor de ajuste para la expansión a 24 horas, de los días en que los conteos fueron realizados durante 16 horas. El cálculo del factor de ajuste se obtuvo utilizando la siguiente ecuación:

$$F = T24/T16$$

Siendo,

F = factor de ajuste para expandir a un volumen de 24 hs.
T16 = Tránsito existente entre la hora 6 y la hora 22 de los conteos de 16 horas
T24 = Tránsito existente del conteo de 24 horas

Los factores de ajuste obtenidos por puesto se presentan en el cuadro siguiente.

4.1.5 -Cálculo del tránsito medio diario semanal.

Para obtener el tránsito medio diario semanal (TMDS) se ha aplicado la sumatoria del volumen vehicular obtenido (ajustado a 24 horas)

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES
Ing. Freddy Mendoza
Especialista Vial

ING. MARIO LUIS NOSTI
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

correspondiente a cada día de la semana, por lo que el TMDS es obtenido mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

TMDS = (Tlunes + Tmartes + Tmiércoles + Tjueves + Tviernes + Tsábado + Tdomingo)/7

Siendo,

Ti = Volumen de tránsito correspondiente al día "i"

Los valores obtenidos para la situación actual fueron agrupados en 4 categorías: motos, livianos, ómnibus y camiones (en todas sus clasificaciones).

4.1.6 - Cálculo del tránsito medio diario mensual.

Para obtener el tránsito medio diario mensual (TMDM) se considera la semana de relevamientos como una semana "tipo" del mes, por lo que los valores de TMDM se consideran equivalentes a los de TMDS.

4.1.7 - Obtención del factor de estacionalidad.

Para obtener el tránsito medio diario anual es necesario aplicar un factor de estacionalidad, suministrado por los Puestos de Peajes administrados por el MOPC para las siguientes categorías:

- Categoría I: Livianos
- Categoría II: Ómnibus y camiones de 2 ejes
- Categoría III: Livianos con acoplado
- Categoría IV: Camiones de 3 ejes
- Categoría V: Camiones de más de 3 ejes

Han sido obtenidos a partir de los datos presentados un factor de ajuste promedio para cada mes. En el caso del presente estudio, fueron utilizados los valores correspondientes al mes de contéo.

El Factor de Estacionalidad (FE) se ha definido de la manera expuesta en la fórmula siguiente:

$$FE = TMMA/TM$$

Siendo,

FE: factor de ajuste por estacionalidad

TMMA: tránsito medio mensual anual correspondiente al puesto de peaje considerado

TM: tránsito mensual correspondiente al mes en que fueron realizados los conteos

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES
Ing. Freddy Maydana
Especialista Vial

ING. MARIO LUIS NOS
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

10	Camión 123, 1212	3	4	**7**	**1.0%**
11	Camión 11111	0	0	**0**	**0.0%**
12	Camión 11211, 12111	0	0	**0**	**0.0%**
13	Camión 12211	0	0	**0**	**0.0%**
14	Otros	3	1	**4**	**0.6%**
Total		**357**	**367**	**724**	**100.0%**

4.1.8.4 – Puesto Nº 4.

TABLA 6: Acceso Campo Aceval

Tipo de vehículo		**T.M.D.A 2.018**			
		Hacia Campo Aceval	**Hacia Camino de la Leche**	**Total**	**Composición**
1	Motos y Bicicletas	2	2	**4**	**0.7%**
2	Autos y Camionetas	192	183	**375**	**68.9%**
3	Pickup- Furgones	23	31	**54**	**9.9%**
4	Ómnibus	4	5	**9**	**1.7%**
5	Camión 11	4	3	**7**	**1.3%**
6	Camión 12	7	12	**19**	**3.5%**
7	Camión 13	0	0	**0**	**0.0%**
8	Camión 111, 112, 121, 1111	4	14	**18**	**3.3%**
9	Camión 122, 1211, 1112	22	25	**47**	**8.6%**
10	Camión 123, 1212	3	4	**7**	**1.3%**
11	Camión 11111	0	0	**0**	**0.0%**
12	Camión 11211, 12111	0	0	**0**	**0.0%**
13	Camión 12211	0	0	**0**	**0.0%**
14	Otros	3	1	**4**	**0.7%**
Total		**264**	**280**	**544**	**100.0%**

4.1.8 –Determinación de los números de ejes acumulados (ESALs).

La metodología AASHTO fue diseñado para ejes de 8,2tn que es la carga reglamentaria en los EE.UU., lo que se diferencia a la carga de 10,5tn reglamentaria en el Mercosur. Por lo tanto, para utilizar la metodología AASHTO se deberá hacer la equivalencia entre ambos ejes de cargas a través de coeficientes de conversión, factor de carga, a través del ESAL por su sigla en inglés (Equivalent Single Axle Load)

ING. MARIO LUIS NOSTE
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Hers...
Representante Legal

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES
Ing. Freddy Maydana
Especialista Vial

4.1.8.1 - Factor vehicular.

A través del factor de carga se realiza el cálculo el Factor de Camión siguiendo los lineamientos del Manual AASHTO versión 1993.

Del cap. Nº 3 (caracterización del tránsito) se obtuvo los factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles.

4.1.8.1.1 - Factor de carga Puesto 1.

Tramo: Tramo Troncal (Cruce Pioneros – Paratodo)

TABLA 7 – Coeficientes de equivalencias de camiones

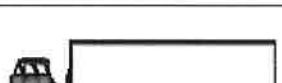
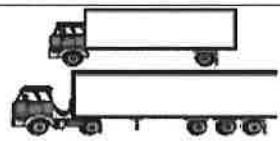
CAMIONES	CANTIDAD DE EJES	CANTIDAD DE VEHÍCULOS	% de Vehículos	Fe (pf=2-SN=3)	Fei
CAMIONES		53	16,00	3,415	**0,546**
		57	17,00	2,605	**0,443**
		220	67,00	5,223	**3,500**
					
TOTAL		330	100,00		4,489
			VALOR ADOPTADO		**4,50**

TABLA 8 – Factores de carga.

CANTIDAD DE EJES	CATEGORIA	TOTALES
Livianos		0,002
Bus		0,738
Camiones Promedio-ponderados.		4,500

Para la determinación de los ejes acumulados (ESALs) se tomó los TMDA correspondiente a la vida útil de la calzada, tomándose el TMDA y su clasificación del flujo de vehículo correspondiente al año (0), y cuyos valores son los que se muestran en la tabla 9.

$$TMDA_{23} = TMDA_{18} \times (r+1)^{n}$$

$$TMDA_{23} = 3.641 \times (0,03+1)^{5} = 4.098 \text{ v/d}$$

TABLA 9 – Clasificación porcentual del flujo de vehículos

	LIVIANO	BUS	CAMIONES	TOTALES
Flujo vehicular tipo adoptado	3.848	102	148	4.098v/d
	93,9	2,5	3,6	100%

Esta sección está caracterizada por el alto movimiento de vehículos livianos, y la siguiente distribución vehicular es la siguiente:

- Liviano = 93,9%
- Bus = 2,5%
- Pesados = 3,6%

Se considera eje tándem doble, cuando la distancia entre ejes esta entre 1,20 y 2,40m
Se considera eje tándem triple (trídem), cuando la distancia entre los ejes extremos es entre 2,40 y 4,80m

ING. MARIO LUIS NOS
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

Ing. Freddy Maydana
Especialista

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES

TABLA 10 – Factor vehicular: Tramo Troncal

CATEGORIA	FACTOR DE EQUIVALENCIA Fci	VEHÍCULOS %	10tn
LIVIANOS	0.002	93,9	0,019
BUSES	0.738	2,5	0,018
CAMIONES	4,50	3,6	0,162
FACTOR VEHICULAR			0,199

5.7.2.1 - Vida útil de servicio.

La vida útil considerada en el diseño de los Pavimento Flexible será de 10 años. Tomándose el TMDA 4.098 v/d, correspondiente al año (0), año de origen de la vida útil a considerar para la determinación del número de ejes acumulados con la que se diseñará la estructura de pavimento.

5.7.2.2 - Tasa de crecimiento de la demanda.

La tasa de crecimiento considerada en el estudio de tránsito son los siguientes:

- Livianos: 4,2%
- Bus: 3,6%
- Camiones: 3,8%

5.7.2.3 - Factor de expansión.

El factor de expansión es la expresión matemático con que se determina la acumulación de los ejes equivalentes que afectará al pavimento durante el periodo de servicio, y es la siguiente:

Factor de expansión (Fex) = $\frac{(1+r)^{VU}-1}{r}$

Livianos:

$\frac{(1+r)^{V.U.}-1.}{r} = [(1 + 0{,}042)^{10} - 1] / 0{,}042 = 12{,}12$

ING. MARIO LUIS U.
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES
Ing. Eddy Mayorga
Especialista Vial

Bus:

$$\frac{(1+r)^{V.U.} - 1.}{r} = [(1 + 0{,}036)^{10} - 1] / 0{,}036 = 10{,}10$$

Camiones:

$$\frac{(1+r)^{V.U.} - 1.}{r} = [(1 + 0{,}038)^{10} - 1] / 0{,}038 = 11{,}90$$

5.7.2.4 - Determinación del número de ejes equivalentes acumulados (ESALs).

Se determinó el número de ejes equivalentes acumulados (ESALs) de la forma siguiente:

$ESAL_0$ = 0.5 x TMDA x 365 x Fc x Fd x FV_i = (Nº de ejes acumulados en el 1º año de servicio)

ESAL (diseño) = ESALo x Fex (Nº de ejes acumulados en el total años de servicio)

Dónde:

- TMDA: Tránsito medio diario anual.
- Fc: factor carga.
- Fd: factor direccional
- FV_i: % de cada tipo de vehículo, expresado en decimales, que componen el TMDA.

Valores:

- TMDA: 4.098 v/d – (año 0 de la vida útil)
- Fc: 0,199
- Fd: 1

<u>Livianos</u>

$ESAL_0$ = 0,5 x 4.098 x 365 x0,199 x 1 x 0,939 = 139.751

ESAL (diseño) = ESALo x Fex = 139.751 x 12,12 = **1.693.777**

<u>Bus</u>

$ESAL_0$ = 0,5 x 4.098 x 365 x 0,199 x 1 x 0,025 = 3.721

ESAL (diseño) = ESALo x Fex = 3.721 x 10,10 = **37.579**

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES
Dr. Freddy Maydana
Especialista Vial

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

ING. MARIO LUIS NOSTI.
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Camiones.

$ESAL_0$ = 0,5 x 4.098 x 365 x 0,199 x 1 x 0,036 = 5.358

ESAL (diseño) = ESALo x Fex = 5.358 x 11,90 = **63.758**

Tabla 11 – Ejes Equivalentes del Troncal

Tipo de vehículo	10 años
Livianos	1.693.777
Bus	37.579
Camiones	63.758
ESALs	**1.795.114**
ESALs (diseño)	**1.8×10^6**

De acuerdo a la disposición impartida por el MOPC, según NOTA UEP-BID-DV Nº 1379/2022 del 29/8/2022, los ejes equivalentes de diseño deben ser los siguientes:

TABLA 12 – Ejes Equivalentes según MOPC

TRAMOS	EJES EQUIVALENTES (ESALs)
Troncal	**3.626.210**
Acceso Santa Cecilia	**426.241**
Acceso Lolita	**1.993.528**

El bajo valor de ejes equivalentes determinado, es por el muy bajo valor porcentual de los camiones, surgido de la composición vehicular medido en el conteo del Puesto 1, diferenciándose de los altos porcentaje de camiones que circulan en el Ruta PY09.

4.2 – ANALISIS GEOTÉCNICOS.

Los estudios de suelos y materiales para el diseño, tendrán los alcances necesarios para definir las características estructurales que deberá tener el pavimento, el que deberá estar en equilibrio entre las cargas del tránsito y la capacidad portante del suelo.

Las características geotécnicas, en la etapa del trazado interesan esencialmente bajo el aspecto de la estabilidad de la futura obra y la posibilidad de su utilización en la ejecución de la misma. Por lo tanto, debemos circunscribirnos a identificar la capacidad portante de los mismos.

ING. MARIO LUIS NOSTI
Especialista en Pavimentos

Ing. Marvin Mendoza La Torre
Super Intendente de Obras

Ing. José Luis Heisecke R.
Representante Legal

CONSORCIO CONTROL DE CORREDORES
Ing. Freddy Maydana
Especialista Vial