“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

Elaborado por:

JORGE MARCELO GONZÁLEZ BERUTTI

CRISTHIAN DAVID VILLALBA BENÍTEZ

Tutor:

Ing. Ramon Noguera Rolón

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Coronel Oviedo - Paraguay Año 2022

“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

PAGINA DE APROBACION

MESA EXAMINADORA DE SUSTENTACION DE TESIS DE GRADO
Carrera de Ingeniería Civil

PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

Calificación obtenida: _____

_____ _____

Miembro Miembro

_____ _____

Miembro Miembro

_____

Presidente

Acta Nº: _____

Fecha: _____

“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

Dedicado a:

A Dios por habernos guiado para sobrellevar los desafíos como estudiantes con mucha entrega y fuerza.

A nuestros padres, por haber realizado los sacrificios correspondientes a fin de darnos la posibilidad de prepararnos como profesionales, por su apoyo en todo momento y por la confianza depositada en nosotros a lo largo de estos años.

A nuestros hermanos, amigos, compañeros de trabajo y familia en general por habernos motivado a la realización de este proyecto y ser el respaldo que necesitamos en este arduo proceso.

A nuestro tutor, el Ing. Ramon Noguera Rolón por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto a nuestras sugerencias e ideas, por habernos acompañado en todo momento.

A las autoridades, docentes y funcionarios de la Facultad de Ciencias y Tecnologías, por la excelente predisposición desde el día cero para la elaboración de este trabajo.

“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

RESUMEN

El presente documento tiene como propósito el diseño geométrico vial de una carretera sobre la calle Moreira en la ciudad de Coronel Oviedo en el Departamento del Caaguazú con el fin de obtener una comunicación vial entre la ruta PY02, la ruta 8 y la ciudad Coronel Oviedo propiamente, con el objeto de crear una vía alternativa para el acceso a la ciudad y de facilitar el tránsito de las zonas aledañas, así mismo, potenciar el desarrollo urbano en la zona.

PALABRAS CLAVE:

- Pavimentación
- Vía
- Moreira
- Comunicación

“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

ASPHALT PAVING PROPOSAL FOR MOREIRA STREET IN THE DISTRICT OF COLONEL OVIEDO

ABSTRACT:

The purspose of thid document in the geometric road designo f a road on Moreira street in the city of Coronel Oviedo in the Department of Caaguazu in order to obtain road communication between route PY02, route 8 ante city of Coronel Oviedo itself, in order to créate an alternative route for Access to the city and to facilitate the transito f the surrounding áreas, as well as promote urban development in the área.

KEYWORDS:

- **Paving**
- **Way**
- **Moreira**
- **Communication**

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

INDICE

Contenido

CAPITULO I 10
ASPECTOS GENERALES 10
1.1 INTRODUCCION 10
1.2 OBJETIVOS 11
1.2.1 OBJETIVOS GENERALES 11
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 12
1.4 JUSTIFICACIÓN 14
1.5 BENEFICIARIOS 14
CAPÍTULO 2 15
MARCO TEÓRICO 15
2.1. ANTECEDENTE HISTÓRICO 15
2.2. NORMATIVAS TÉCNICAS 16
3. ACTIVIDADES Y TAREAS REALIZADAS 18
3.1. Estudios topográficos 18
3.3. Ensayos geotécnicos 19
3.4. Estudios hidrológicos 20
3.5. Estudios de tránsito 36
3.6. Determinación del TMDA 36
3.7. Determinación de los Ejes Equivalentes 36
3.8. Diseño de Ingeniería 37
3.9. Diseño geométrico 37
3.10. Diseño del paquete estructural 42
3.11. Ecuación de dimensionamiento aashto 42
3.12. SERVICIABILIDAD 43
3.13. CONFIABILIDAD 43
3.14. Modulo Resiliente 44
3.15. Numero Estructural 44

4. METODOLOGIA 47
4.1. Recopilación de datos. 47
4.2. Relevamiento de Datos 48
4.3. Datos Topográficos 48
4.4. Datos Geotécnicos 48
4.5. Datos Hidrológicos 48
4.6. Datos de Tránsito 48
4.7. Diseños 49
4.8. Diseño Geométrico 49
4.9. Diseño de la Estructura del Pavimento 49
4.10. . Diseño de las Obras de Drenaje y Obras Complementarias 49
4.11. Costos y Análisis Comparativo 49
4.12. Conclusiones 49
4.13. Recomendaciones 49
5. DESARROLLO DEL TRABAJO 49
5.1. Relevamientos topográficos 49
5.2. Definición planialtimétrica y marcación del eje 51
5.3. Nivelación Longitudinal y Transversal 52
5.4. Relevamientos para Obras de Arte 52
6. ANÁLISIS GEOTÉCNICOS 53
6.1. Toma de Muestras 53
6.2. Ensayos de Laboratorios 54
7. Resultados 55
7.1. Provisión de Materiales 55
8. ANÁLISIS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS 56
8.1. Introducción 57
8.2. Metodología Empleada 57
8.3. Actividades realizadas: 58
8.4. Calculo de caudales 58
8.5. Delimitación de las cuencas de estudio 59

8.6. Delimitación de las cuencas de estudio 61
8.7. Cálculo del Coeficiente de Escorrentía 62
8.8. Periodo de retorno e intensidad de la precipitación 66
8.9. Caudales calculados 68
8.10. VERIFICACIÓN HIDRÁULICA 69
8.11. Cuencas de estudio y análisis de las obras proyectadas 70
8.12. Conclusión 75
8.13. ANEXO 75
9. Proyección y cálculo de Puente 76
9.1. Puente sobre el arroyo Luis Arroyo 76
9.2. Introducción y objetivo 76
9.3. Descripción de la estructura 76
9.4. Valores característicos de las acciones 77
9.5. Acciones permanentes 77
9.6. Acciones transitorias 78
9.7. Combinación de las diferentes acciones 81
9.8. Materiales 83
9.9. Criterios generales de calculo y modelos estructurales 83
9.10. Cálculo de estribos 85
10. DISEÑO DE INGENIERÍA 102
10.1. Diseño Geométrico 102
10.2. Parámetros de Diseño 102
10.3. Diseño Planimétrico 103
10.4. Diseño Altimétrico 104
10.5. Diseño de Obras de Arte 105
10.6. . Método de Cálculo 106
10.7. Dimensionamiento de Cunetas 106
10.8. Cálculo del Caudal de Diseño 106
10.9. 10.1.9. Diseño de Obras Complementarias 110
10.10. Señalización Horizontal 110

11. Señalización Vertical 111
11.1. Empastado de Taludes 112
11.2. Alambrado a construir o trasladar 112
11.3. Traslado de líneas eléctricas 113
11.4. Diseño de Pavimento 113
11.5. Estudios de tránsito realizados 113
11.6. Diseño de la Estructura del Pavimento 117
11.7. Dimensionamiento del Pavimento 120
11.8. Propuesta planteada 121
11.9. Planilla de Obras 123
12. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 123
12.1. Movimiento de suelos 123
12.2. Excavación de bolsones 124
12.3. Relleno granular 148
13. PAQUETE ESTRUCTURAL 153
13.1. Subbase de Suelo Agregado 153
13.2. Base Granular Estabilizada 157
13.3. Carpeta de Concreto Asfáltico en Caliente 163
13.4. Tratamiento Superficial Simple en Banquina 172
14. IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA 174
14.1. OBRAS DE ARTE Y DREANAJE 175
14.2. Hormigón Estructural 177
15. COSTOS Y PRESUPUESTOS 182
15.1. Planilla de Cómputo 182
15.2. Costo Total de la Obra 183
16. CONCLUSIONES 184
17. RECOMENDACIONES 185
18. BIBLIOGRAFÍA 186

“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 INTRODUCCION

Las carreteras de bajo flujo de tránsito, que incluyen las que unen grupos o distritos, son una parte necesaria de cualquier dispositivo de transporte que proporcione ofertas a la población en regiones rurales y/o urbanas; para mejorar el flujo de bienes y servicios, además de promover la mejora, la salud, la educación y al mismo tiempo como un recurso en la gestión y el control de las fuentes naturales. Al mismo tiempo, define significativamente el formato de las futuras iniciativas de urbanización, electrificación, distribución de agua de consumo, tratamiento y eliminación de aguas fluviales y portadoras.

Por lo tanto, una empresa de calles bien diseñada tiene en cuenta la seguridad y el lujo de los usuarios de la carretera (automovilistas, ciclistas, peatones), buscando un punto de estabilidad con las limitaciones físicas y naturales en las que avanzará la empresa.

Cada misión de trazado es particular en frases de las características de la región, los factores obligatorios de movimiento, los valores de la comunidad, los deseos de los consumidores de la avenida, y el posible uso del suelo. Estos elementos son particulares y los factores de cálculo que el diseñador no debe olvidar en cada empresa, basado totalmente en la experiencia de ingeniería básica, así como el juicio profesional ideal y disfrutar de que tiene que ser una parte esencial de diseño de la avenida.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVOS GENERALES

Elaborar una propuesta de pavimentación de la calle Moreira de la ciudad de Coronel Oviedo – Departamento de Caaguazú.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inspeccionar las condiciones técnicas del terreno para la correcta elaboración del proyecto.
- Diseñar una potencial vía que a futuro pueda convertirse en uno de los a accesos principales para la ciudad de Coronel Oviedo y dar apertura para el desarrollo urbano de la zona.
- Diseñar el alineamiento geométrico horizontal y vertical tomando en consideración aspectos internacionales de diseños basados en la seguridad y el confort.
- Diseñar el paquete estructural del pavimento asfaltico basados en las normas ASHTOO.
- Obtener una tabla de resumen de los movimientos terraceros y rellenos a realizar con el diseño.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La infraestructura vial es de gran importancia para la economía de una ciudad ya sea una vía principal o una secundaria, ya que sirven como vías de comunicación, entre las distintas ciudades, pueblos, colonias, distritos, etc.

Actualmente la ciudad de Coronel Oviedo cuenta con una gran cantidad de caminos sin pavimentar, los mismos son utilizados por usuarios de todo tipo, este es el caso de la calle Moreira, ubicada en el barrio Azucena.

Uno de los principales problemas para la vialidad urbana, es la alta congestión a causa de la presencia de camiones de gran porte, los cuales realizan sus operaciones por el centro mismo de la ciudad, lo que genera ciertas dificultades en el pavimento y en el mismo tránsito vehicular, un ejemplo claro de esto se puede observar en la rotonda de la ciudad, donde a simple vista se nota la deformación en el pavimento asfáltico.

Otro punto a destacar es el ingreso de buses de mediana y larga distancia a la terminal de Coronel Oviedo, lo cual puede verse afectado los días de alto tránsito en la ciudad, puntualmente en el cruce internacional, donde se generan dificultades de circulación cuando concurren buses, y camiones de gran porte.

El tramo en cuestión presenta la siguiente serie de dificultades, en la actualidad no puede ser considerado con un camino de todo tiempo, puesto que no tiene ningún tipo de recubrimiento resistente al intemperismo.

El tramo es completamente natural, tierra colorada específicamente, debido a la alta circulación de todo tipo de vehículos, entiéndase pesados, livianos, inclusive, motocicletas, peatones de igual manera, las precipitaciones que suelen tener lugar en la zona, van erosionando y por ende deteriorando el tramo, teniendo como resultado el desarrollo de una gran cantidad de baches, lo cual genera gran dificultad y peligrosidad para con los usuarios del camino en estudio.

Lo mencionado anteriormente se traduce en un retraso del progreso a nivel social de la zona, ya que se ven perjudicados los habitantes de la calle Moreira, los mismos se encuentran limitados para acceder con facilidad a la zona céntrica de la ciudad de Coronel Oviedo, así también el comercio en sí se ve fuertemente afectado puesto que la zona y el tramo en sí, es utilizado por camiones de cargas comerciales los cuales son protagonistas de constantes problemas en el tránsito vial.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Al deficiente camino rural denominado calle Moreira, se lo dotará de una solución de carácter estructural vial, como bien lo es la pavimentación flexible, esto con el objetivo de proveer a los pobladores de un camino de todo tiempo, que facilite el traslado y el fácil acceso de los ciudadanos a los servicios básicos de toda la comunidad, salud, educación y de igual manera al comercio, destacando el importante crecimiento agrícola que se desarrolla en la zona. Cabe resaltar el acelerado proceso de urbanización que se desarrolla en la región actualmente, esto dado a que cada vez son más y más las familias que eligen al tramo en cuestión como lugar de residencia. Sin mencionar que la ruta pavimentada serviría de acceso alternativo para la ciudad de Coronel Oviedo, como también una vía de acceso para la ruta 8 para los usuarios provenientes del este del país. Es importante destacar el crecimiento de las vías de comunicación en la región dadas las duplicaciones de la ruta PY02.

1.5 BENEFICIARIOS

El barrio Moreira presenta un gran desarrollo en su infraestructura y crecimiento poblacional, con lo que este proyecto beneficiará a toda esta comunidad suburbana y urbana de Moreira y a la ciudad de Coronel Oviedo como tal, de esta misma forma dejará la gran posibilidad a ampliaciones futuras para zonas aledañas.

CAPÍTULO 2
MARCO TEÓRICO ANTECEDENTE HISTÓRICO

La primera incursión en los pavimentos actuales puede atribuirse a Thomas Telford. El dispositivo de Telford consistía en cavar una zanja y colocar cimientos de roca pesada. Los cimientos se elevaron en el centro, de modo que la calzada se inclinó hacia los bordes para permitir el drenaje. El segmento de la empresa de Telford se convirtió en 35 a 45 centímetros normalmente desembolsados en tres capas. La capa inferior o capa de cimentación se convirtió en una combinación gruesa (de hasta cien milímetros de tamaño) y de siete,5 a 18 centímetros de espesor. En el pináculo de este residuo se han colocado capas de agregados de aproximadamente 65 mm más tamaño y el espesor de 15 a 25 cm y, tarde o temprano en el pináculo de este una capa de cuatro cm de grava densamente compactada, es millas predijo que este sistema podría ayudar a una carga de aproximadamente 88 N / mm.

Posteriormente, John McAdam descubrió que la mayoría de las carreteras británicas pavimentadas en el siglo XIX estaban compuestas de grava redondeada. Utilizó un suelo de subrasante inclinado para mejorar el drenaje, (McAdam mantenía que un suelo bien curado podía soportar cualquier carga) sobre el que situó mezcla angular (de un tamaño máximo de setenta y cinco milímetros) en dos capas para una intensidad total de aproximadamente 20 centímetros. Encima de esta capa se colocaron 50 milímetros de agregado grueso con un tamaño máximo de 25 milímetros. El propósito de la utilización de la longitud máxima de combinación de 25 milímetros (1 pulgada) era proporcionar un pavimento "limpio" para las ruedas de los carros. Así, la profundidad total de un pavimento de macadán normal pasaba a ser de unos 250 milímetros. La mayor carga admisible para este tipo de diseño se ha previsto en 158 N/mm.

Sin embargo, los cimientos de tierra de las carreteras macadamizadas no podían soportar los vehículos pesados que se utilizaron en la Primera Guerra

Mundial. En consecuencia, se siguió el sistema Telford para construir carreteras de carga pesada, ya que proporcionaba una mayor distribución de la carga de la carretera en la subrasante subyacente..

2.2. NORMATIVAS TÉCNICAS

A nivel internacional la Asociación Americana Oficiales de Carreteras Estatales y Transporte o por sus siglas en inglés AASTHO, así como la Asociación Americana de Ensayo de Materiales (ASTM) han contribuido para el establecimiento de orientaciones y normas utilizadas en la construcción y mantenimiento de la infraestructura vial.

La AASHTO aborda políticas relacionadas con el transporte, también ofrece servicios técnicos a través de sus comités y programas que apoyan a los estados en sus proyectos. Los servicios de AASTHO van desde la evaluación de los productos y la aplicación de tecnologías a la acreditación y referencia de materiales, incluyendo la evaluación del producto, la información de las pruebas de materiales y las normas de diseño de construcción.

Los impactos de ASTM actúan en los sistemas de transportes, con cientos de normas que tratan el acero, el concreto y asfalto en puentes y carreteras.

En Paraguay el MOPC en el año 2011 publico la primera edición el Manual de Carreteras del Paraguay que contiene un conjunto de Guías, Normas y Especificaciones de todos los componentes que conforman la problemática técnica en el campo vial.

La Ley N° 294/93 sobre Evaluación de Impacto Ambiental señala en su artículo 7o: “Se requerirá Evaluación de Impacto Ambiental para los siguientes proyectos de obras o actividades públicas o privadas… k) obras viales en general…”. Mientras que en el artículo 3º expresa: “Toda Evaluación de Impacto ambiental deberá contener como mínimo: a) Una descripción del tipo de obra o naturaleza de la actividad proyectada, con mención de sus propietarios y responsables; su

localización; sus magnitudes; su proceso de instalación, operación y mantenimiento; tipos de materia prima e insumos a utilizar; las etapas y el cronograma de ejecución; número y caracterización de la fuerza de trabajo a emplear;…d) Los análisis indispensables para determinar los posibles impactos y los riesgos de las obras o actividades durante cada etapa de su ejecución y luego de finalizada; sus efectos positivos y negativos, directos e indirectos, permanentes o temporales, reversibles o irreversibles, continuos o discontinuos, regulares o irregulares, acumulativos o sinérgicos, de corto, mediano o largo plazo;…”. De igual manera la misma normativa en su artículo 11 señala, que sólo podrá iniciar o proseguir la obra o el proyecto evaluado una vez otorgada la Licencia de Impacto Ambiental al solicitante.

3. ACTIVIDADES Y TAREAS REALIZADAS

- Estudios Topográficos.
- Estudios Geotécnicos
- Estudios Hidrológicos e Hidráulicos
- Estudios de Tránsito.
- Diseños Geométricos
- Diseño del Paquete Estructural de Pavimento
- Diseño de Obras Complementarias
- Elaboración de planos constructivos para las obras viales
- Cómputo métrico de cantidades y presupuesto total.

3.1. Estudios topográficos

Los Estudios Topográficos son necesarios para el diseño integral de una Obra Vial. Desde el punto de vista del diseño estructural, tanto de la Obra Básica, la Plataforma y el Pavimento, el Ingeniero Especialista en cálculos estructurales viales, deberá contar con los datos topográficos ya sea directamente de los resultados de dichos estudios en sí mismos o indirectamente a través del diseño geométrico ya elaborado o terminado, de manera a poder evaluar convenientemente ciertos parámetros proporcionados por dichos estudios y que podrían incidir de alguna manera en los procesos de cálculos que afectará al diseño final de la estructura de la Obra Vial, según el Manual de Carreteras del Paraguay. De igual manera, existen herramientas informáticas tales como Google Earth, Global Mapper, Civil 3D, que nos permiten estimar los datos planialtimétricos, cursos de agua y otros datos que sean necesarios para el diseño integral de la obra, a partir de imágenes satelitales de la zona de la obra.

3.2. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Los Estudios Geotécnicos son importantes desde dos puntos de vista, primero a través de este estudio se puede conocer sobre qué tipo de terreno será implantada la obra básica y el pavimento en particular; y segundo porque también

se permitirá conocer la disponibilidad de materiales para diseñar las posibles mezclas de materiales que le permitan tener la resistencia necesaria y suficiente para el tránsito estimado y alcanzar la vida útil proyectada, así como también economizar al máximo las operaciones en la etapa de construcción. Estos materiales deberán ser ensayados en laboratorios certificados para su realización, y de acuerdo con las Normativas existentes, cuyos procedimientos no podrán ser cambiados bajo ningún motivo.

3.3. Ensayos geotécnicos

Las pruebas que deben realizarse pueden basarse totalmente en las normas de la AASTHO, y son las siguientes

Fuerza de voluntad de laboratorio del contenido de agua (Humedad) del suelo: El contenido de agua del tejido se define como la relación, expresada en porcentaje, entre la masa de agua que llena los poros o "agua no liberada" en una masa de tejido, y la masa de los restos sólidos de tejido.

Prueba del límite de Atterberg: Son comprobaciones en las que se determina la consistencia del suelo. Su motivo es obtener el Límite Líquido, el Límite Plástico y deducir el Índice de Plasticidad (IP).

El Límite Líquido (LL): es la humedad, expresada en porcentaje de la masa del suelo secado al horno, de un suelo remoldeado en el límite entre los estados líquido y plástico. Corresponde a la humedad necesaria para que una muestra de suelo remoldeado, depositada en la copa de bronce del sistema Casagrande y dividida en cantidades simétricas separadas 2 mm de cada una, se deslice y esté disponible en contacto en un periodo de 10 mm, aplicando 25 golpes.

Límite plástico (PL): Humedad expresada en porcentaje de la masa de suelo secado al horno de un suelo remoldeado en el límite entre los estados plástico y semisólido. Corresponde a la humedad importante para que los palos cilíndricos de suelo de 3 mm de diámetro se desmoronen en porciones de 0,5 a 1 cm. de largo

y no puedan volver a mezclarse o reconstituirse. La diferencia entre el Límite Líquido y el Límite Plástico se denomina Índice de Plasticidad.

Prueba de identificación y clasificación: Las clasificaciones de los suelos permiten agruparlos en función de sus casas esenciales, de manera que se pueda garantizar su comportamiento idéntico o similar una vez colocados en la página web. Según la clasificación de la AASHTO, los suelos se dividen en siete organismos, denominados A-1 a A-7, más otro que se ocupa de los suelos orgánicos.

Prueba de compactación o Proctor: El propósito de esta prueba es determinar la conexión entre el contenido de humedad y la densidad seca de un suelo mientras se compacta bajo las situaciones instaladas dentro de las correspondientes preferentes. Esta prueba determina el contenido de humedad y la densidad seca ideales.

Prueba de resistencia o CBR: Este enfoque establece la técnica para decidir un índice de resistencia del suelo, conocido como California Bearing Ratio (CBR). La prueba se realiza comúnmente en suelos compactados en el laboratorio en etapas de humedad y resistencia de primer nivel.

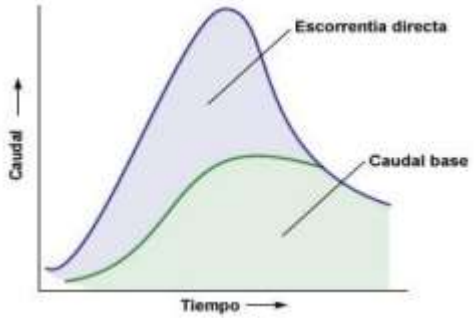
3.4. Estudios hidrológicos

El comportamiento estacional de las lluvias, combinado con picos estacionales de tránsito, pueden ser factores determinantes en el diseño de los pavimentos, dado que el agua es uno de los elementos destructivos más importantes de las estructuras de los pavimentos. Por esta razón el conocimiento detallado de la hidrología de la zona de proyecto es muy importante para el Ingeniero de estructuras.

Método del Hidrograma Triangular Unitario.

El Hidrograma unitario muestra el cambio de caudal, o flujo, por unidad de escurrimiento o escorrentía a lo largo del tiempo; en otras palabras, muestra cómo

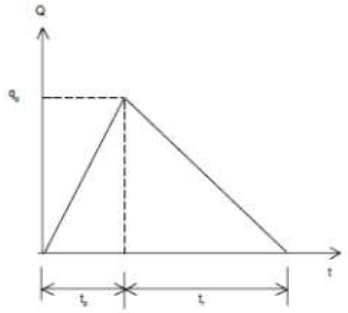
la adición de una unidad de escurrimiento influirá en el caudal de un río con el tiempo.



Considerando una cantidad específica de precipitación, el principio del hidrograma unitario nos permite calcular la cantidad de flujo que se producirá en un periodo determinado. La forma de previsión hidrológica comienza con las precipitaciones. La línea de partida específica es la precipitación media de la cuenca, es decir, un coste de la cantidad de precipitación caída o prevista para una cuenca determinada, que suele darse como altura de precipitación en función del tiempo. La idea del hidrograma unitario supone que esta precipitación se asigna uniformemente en alguna etapa de la cuenca hidrológica. A partir de estas condiciones, tenemos que darnos cuenta de cómo una gran parte de la precipitación común para la cuenca puede convertirse en escorrentía. En la teoría del hidrograma unitario, la escorrentía también se denomina "lluvia extra" o "lluvia potente". Parte de las precipitaciones se infiltran en el suelo y se filtran hasta que se incluyen en el garaje de larga duración, contribuyendo así al flujo de base. El flujo de base es la parte del caudal que responde lentamente a las versiones de las precipitaciones y mantiene los cauces durante los periodos secos. Una parte de las últimas precipitaciones se evapora, otra se guarda en lagos y embalses, y el resto se desplaza rápidamente hacia el cauce del río, ya sea en la superficie o simplemente bajo ella. Este es el exceso de precipitación, o escorrentía directa, que en ocasiones también se conoce como ir directamente con la corriente. El hidrograma unitario representa el exceso de precipitación o escorrentía directa. Las

estadísticas de precipitación y escorrentía de las que disponemos sólo ofrecen una estimación de la cantidad de agua que fluye rápidamente hacia el cauce del río. El hidrograma unitario ofrece una estimación de la tasa de flujo subsiguiente.

Parámetros del Diagrama Unitario Triangular



El caudal pico se obtiene con la siguiente expresión:

$$q_p = a_0 + 0.208\,\frac{A}{t_p}$$

Donde:

$q_p =$ Gasto pico unitario en m3/s/mm

$A =$ área de la cuenca en km2

$t_p =$ Tiempo pico en horas

Obtenemos el tiempo pico por medio de la siguiente ecuación:

$$t_p = \sqrt{Tc} + 0{,}6Tc$$

Donde:

Tc = tiempo de concentración obtenida mediante la fórmula de Kirpich.

Así también se debe calcular el tiempo de bajada o recesión (t_r), por medio de la siguiente relación: $t_r = 1.67\ T_p$ tiempo de bajada en horas.

Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia de lluvias.

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia de las precipitaciones (IDF) son familias de curvas con el periodo de las precipitaciones en las abscisas, la profundidad en las ordenadas y la longitud de retorno o posibilidad en forma paramétrica. Son el resultado de una evaluación probabilística de la mayor parte de las precipitaciones anuales de diferentes duraciones. Una vez que se ha adoptado una frecuencia de trazado o una duración de retroceso y se ha decidido el tiempo de atención, es necesario recibir la profundidad de la precipitación de diseño, el uso de la propia familia de curvas IDF. La observación de las curvas IDF basada totalmente en la evaluación de frecuencias de lluvias intensas y puntuales en 7 estaciones pluviográficas consultoras del territorio paraguayo, describió las curvas de Intensidad - Duración - Frecuencia mediante la siguiente expresión:

$$I = \frac{CTr^n}{(t+d)^m}$$

Donde:

I = Intensidad de precipitación en mm/h

Tr = tiempo de recurrencia medido en años

T = tiempo de duración de la lluvia en minutos.

C, m, d y n = parámetros obtenidos por análisis estadístico o regresión múltiple.

Tiempo de concentración

El tiempo de concentración de la cuenca, se define como el tiempo necesario para que la partícula de agua hidráulicamente más alejada alcance la salida de la cuenca (coincidente con el punto donde se desea calcular el caudal). Se determina con las distancias y pendientes obtenidas directamente del mapa satelital, utilizando la Fórmula de Kirpich:

$$Tc = 0.06626(\frac{{L_p}^2}{S_p})^{0.385}$$

Donde:

Tc = Tiempo de Concentración (hs)

Lp = Longitud del curso principal (km)

Sp = Pendiente del curso principal

Coeficiente de Escurrimiento

Los coeficientes de escorrentía dependen de los rasgos del terreno, del uso y control de la tierra, de las situaciones de infiltración y de muchos otros. Y para elegir un valor de consulta se requiere un buen criterio técnico y experiencia. El método racional ha sido ampliamente utilizado para la dedicación de las cargas de flotación del trazado en las carreteras, debido a su simplicidad y lógica. Sin embargo, hay que tener en cuenta sus obstáculos y las suposiciones que plantea. El método asume que el coeficiente de escorrentía se mantiene constante para tormentas únicas, lo que es estrictamente legítimo más eficaz para las regiones impermeables, por esta razón la necesidad de hacer más grandes los valores de C para los intervalos de retroceso excesivos.

COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		>50	20-50	5-20	1-5	0-1
Sin Vegetacion	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, Vegetacion, Ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.35	0.20	0.15
Hierba	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.35	0.10
Bosque, Vegetacion Densa	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Tabla 1 - Coeficiente de escorrentía según tipo de suelo y pendiente.

Cuando el área de drenaje está constituida por diferentes tipos de cubiertas y superficies, el coeficiente de escurrimiento puede obtenerse en función de las características de cada porción del área como un promedio ponderado.

$$C = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + C_3A_3 + \cdots + C_nA_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \cdots A_n}$$

Donde:
A1= Área parcial i que tiene cierto tipo de superficie
C1= Coeficiente de escurrimiento correspondiente al área Ai

Drenaje de la Plataforma

El objetivo del trazado de las obras de drenaje de la plataforma es mantener las vías de circulación libres de inundaciones para la posibilidad de las lluvias de diseño. Debe incluir la evaluación de las distintas formas de obras necesarias para acumular y eliminar el agua que se acumula en la calzada, que puede provenir de las aguas pluviales que caen de una vez en la franja de expropiación de la calzada, las aguas del suelo que provienen de las regiones vecinas fuera de la franja de expropiación, que no siempre se interceptan y llegan a la calzada, además de las aguas superficiales que llegan a la calle en los cruces de la calzada.

Drenaje transversal de la carretera

El drenaje transversal de la carretera se realiza mediante alcantarillas cuya función es ofrecer un medio para que el agua del suelo que drena a través de canales naturales o artificiales de poca importancia, de forma permanente o definitiva, pase por debajo del lecho de la carretera sin causar daños a la misma, riesgos para los visitantes del sitio o las pertenencias colindantes. Se entiende por alcantarilla una forma de drenaje cuya mayor luz, medida en paralelo al eje de la carretera, es de hasta seis metros. Las losas con vanos más largos se tratarán como puentes en cuanto a su diseño hidráulico. La alcantarilla debe ser capaz de soportar las cargas de los visitantes de la carretera, la carga de la tierra por encima de ella, las masas durante la creación, y muchos otros, es decir, debe cumplir además con los requisitos estructurales.

Tipo	Tipo y Diametro	Caudal Critico Q´(m3/s)	Velocidad Critica V´ (m/s)	Pendiente Critica i´ (%)
	1Ø0,80	0,86	2,21	0,76
	1Ø1,00	1,425	2,47	0,7
	1Ø1,20	2,248	2,71	0,66
	2Ø0,80	1,72	2,21	0,76
	2Ø1,00	2,85	2,47	0,7
	2Ø1,20	4,496	2,71	0,66
	3Ø0,80	2,58	2,21	0,76
	3Ø1,00	4,275	2,47	0,7
	3Ø1,20	6,744	2,71	0,76

Tabla 2 – Alcantarilla tubular de hormigón armado según elementos críticos

Tipo	Tipo y Diametro	Caudal Critico Q´(m3/s)	Velocidad Critica V´ (m/s)	Pendiente Critica i´ (%)
Simple	1,00x1,00	1,7	2,55	0,78
Simple	1,50x1,50	4,7	3,132	0,68
Simple	2,00x2,00	9,654	3,616	0,62
Simple	2,50x2,50	16,85	4,043	0,58
Simple	3,00x3,00	26,59	4,429	0,54
Doble	1,00x1,00	3,4	2,55	0,78
Doble	1,50x1,50	9,4	3,132	0,68
Doble	2,00x2,00	19,29	3,616	0,62
Doble	2,50x2,50	33,7	4,043	0,58
Doble	3,00x3,00	53,15	4,429	0,54
Triple	1,50x1,50	14,1	3,132	0,68
Triple	2,00x2,00	28,935	3,616	0,62
Triple	3,00x3,00	79,743	4,429	0,54

Tabla 3 – Alcantarilla celular de hormigón armado según elementos críticos.

Cunetas, canales longitudinales y bajadas de agua.

Las zanjas y otras obras de drenaje de la plataforma están destinadas a satisfacer los deseos de drenaje y están diseñadas para restringir las inundaciones. Dependiendo de su ubicación, los canales longitudinales pueden denominarse canales interceptores (también denominados zanjas de coronación o zanjas de protección de contrapendiente) o zanjas laterales. Estos canales interceptores pueden construirse en cortes o en terraplenes. Las bajantes protegen los taludes de los terraplenes y los tajos contra la erosión al trasladar el agua recogida mediante los canales de faceta y los canales interceptores a los canales situados al pie de esos taludes. El espaciado y el lugar de las bajantes dependen de la conformación del terreno, el perfil de la carretera y las limitaciones de tolerancia a las inundaciones.

El revestimiento de un canal previene y evita la erosión del lecho y aumentará el ritmo de escorrentía, lo que se traduce en una mayor capacidad del

canal. Los revestimientos típicos son de hormigón, mampostería de piedra, losas de hormigón y asfalto.

Diseño de canales longitudinales en Régimen Uniforme.

El flujo uniforme tiene las siguientes propiedades:

a) La profundidad, área de la sección transversal, velocidad media y gasto son constantes en cada sección del canal.

b) La línea de energía, el eje hidráulico y el fondo del canal son paralelos, es decir, las pendientes de la línea de energía, del fondo y de la superficie del agua son iguales. El flujo uniforme que se considera es permanente en el tiempo. Aun cuando en estricto rigor este tipo de flujo es raro en las corrientes naturales, en general, constituye una manera fácil de abordar los problemas, y los resultados tienen una aproximación práctica adecuada.

Para el diseño de un sistema de recolección y evacuación de aguas de lluvias se debe estimar el caudal de diseño, por lo tanto, se recurrirá al método racional, que forma parte de las metodologías hidrológicas aplicadas a cuencas pequeñas. El caudal máximo para un determinado período de retorno, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C_i A}{3.6}$$

Donde:

Q = Caudal en m3 /seg

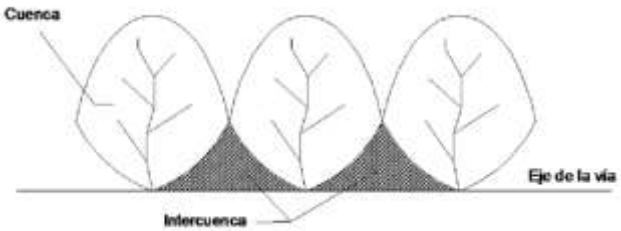
C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca

A = Área de aporte en km2

i= Intensidad de la lluvia de diseño en mm/h

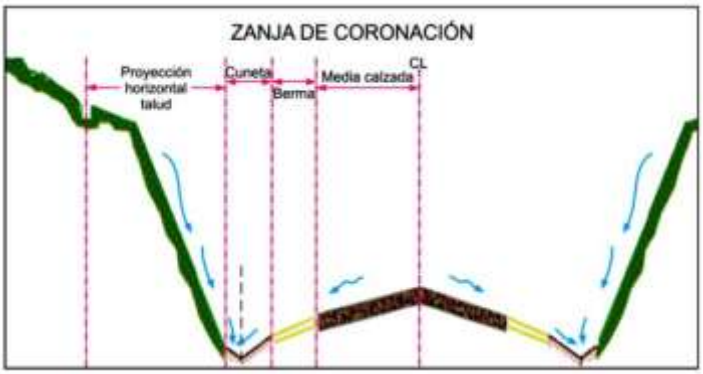
El método Racional relaciona la intensidad de la lluvia máxima con un coeficiente de escorrentía propio del tipo de suelo y el área tributaria o de drenaje

hasta el punto en el que se quiere determinar el caudal. En cuanto al cálculo del área tributaria, se debe incluir la calzada o media calzada de la vía más el área de la intercuenca. Ésta última es definida como aquella zona que no pertenece al área drenante de una cuenca pero que aporta directamente caudal de escorrentía durante los eventos de lluvia a los corredores viales como se muestra a continuación.



Esquema intercuencas que drenan sobre una vía

La intercuenca entonces, es el área en proyección horizontal del talud de corte hasta la zanja de coronación como se muestra en la Ilustración 4, la cual tendrá semejanza con el área de un trapecio.



Área aferente a las cunetas cuando se cuenta con zanja de coronación.

En caso de no contar con zanja de coronación, se establece que la cuneta debe contemplar el área topográfica aferente a la misma proyección horizontal.

En la definición de esta área se debe considerar el perfil de diseño geométrico que establece los límites o puntos altos que definen los sentidos de drenaje hacia las cunetas. Para las cunetas en lleno, el área tributaria corresponde

solo a la calzada o media calzada de la vía, ya que allí se genera el único caudal de escorrentía que debería soportar dicho drenaje.

La velocidad media en un flujo uniforme cumple la llamada ecuación de Manning, que se expresa por la siguiente relación:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}}$$

A la que se asocia un gasto, que obedece la siguiente relación:

$$Q = V\Omega$$

Donde:

V = Velocidad media en m/seg

Ω = Área de la sección transversal del escurrimiento en m2

R = Radio Hidráulico del escurrimiento en m

I = Pendiente longitudinal

n = Coeficiente de rugosidad de Manning Tabla 4

Q = Gasto (m3/seg)

El deseo de un coeficiente de rugosidad adecuado requiere un conocimiento de los factores que lo afectan y un cierto disfrute. Los factores que inciden en este coeficiente son la rugosidad del suelo dada por la forma y longitud de los escombros que constituyen el colchón, la flora, las irregularidades en las barreras dentro del canal, la escala y forma de la sección, la altura del agua y la descarga.

MATERIAL	VELOCIDAD MAXIMA (m/s)
Ladrillo común	3.0
Ladrillo vitrificado	5.0
Arcilla vitrificada (gres)	4.0
Concreto 175 kg/cm2	6.0

Concreto 175 kg/cm2	10.0
Concreto 280 kg/cm3	15.0
Concreto 350 kg/cm4	20.0

Tabla 4 – Velocidades máximas permisibles en canales artificiales.

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

	TIPO DE CANAL	MINIMO	MEDIO	MAXIMO
CONDUCTOS CON ESCURRIMIENTO DE SUPERFICIE LIBRE				
Metálicos				
a) Bronce, liso		0,009	0,010	0,013
b) Acero	Soldado de tope	0,010	0,012	0,014
	Remachado	0,013	0,016	0,017
c) Fierro Fundido	Con protección interior	0,010	0,013	0,014
	Sin pintar	0,011	0,014	0,016
d) Fierro Forjado	Negro	0,012	0,014	0,015
	Galvanizado	0,013	0,016	0,017
e) Metal Corrugado	Tubos de drenaje	0,017	0,019	0,021
	Alcantarillas de aguas lluvias	0,021	0,024	0,030
No Metálicos				
a) Lucita		0,008	0,009	0,010
b) Vidrio		0,009	0,010	0,013
c) Cemento	Liso	0,010	0,011	0,013
	Mortero	0,011	0,013	0,015
d) Hormigón	Alcantarilla, recta y libre de obstrucciones	0,010	0,011	0,013
	Alcantarilla con curvas, conecciones y parcialmente obstruida	0,011	0,013	0,014
	Afinado	0,011	0,012	0,014
	Tubo de alcantarillado con cámaras, entradas, etc., recto	0,013	0,015	0,017
	Sin afinar, con moldaje de acero	0,012	0,013	0,014
	Idem, con moldaje de madera cepillada	0,012	0,014	0,016
	Idem, madera en bruto	0,013	0,017	0,020
e) Madera	Con duelas	0,010	0,012	0,014
	Terciada con tratamiento	0,015	0,017	0,020
f) Arcilla	Tuberías comunes	0,011	0,013	0,017
	Tubo de alcantarillado vitrificado	0,011	0,014	0,017
	Tubo con cámaras, entradas, etc.	0,013	0,015	0,017
	Tubo de drenaje vitrificado con juntas de tope	0,014	0,016	0,018
g) Albañilería de Ladrillo	Terminación barnizada o de apariencia vidriada	0,011	0,013	0,015
	Estucada	0,012	0,015	0,017
h) Alcantarillados sanitarios con aguas servidas y fango, con curvas y conexiones		0,012	0,013	0,016
i) Alcantarilla con clave estucada y fondo liso		0,016	0,019	0,020
j) Albañilería de piedra cementada		0,018	0,025	0,030
CANALES REVESTIDOS O ARTIFICIALES				
a) Metal	Superficie lisa de acero sin pintar	0,011	0,012	0,014
	Superficie lisa de acero pintada	0,012	0,013	0,017
	Superficie lisa de acero corrugado	0,021	0,025	0,030
b) Cemento	Superficie lisa	0,010	0,011	0,013
	Mortero	0,011	0,013	0,015
c) Madera	Cepillada sin tratamiento	0,010	0,012	0,014
	Cepillada con tratamiento (impermeabilizada)	0,011	0,012	0,015
	Sin cepillar (en bruto)	0,011	0,013	0,015
	EnTablado con listones	0,012	0,015	0,018
	Revestido con papel alquitranado	0,010	0,014	0,017

Para Cauces Naturales ver 3.707.104

d) Hormigón	Platachado	0,011	0,013	0,015
	Alisado con regla	0,013	0,015	0,016
	Alisado con ripio a la vista en el fondo	0,015	0,017	0,020
	Sin alisar	0,014	0,017	0,020
	Gunita (hormigón proyectado), sección regular	0,016	0,019	0,023
	Idem, sección ondulada	0,018	0,022	0,025
	Garita sobre una roca bien excavada	0,017	0,020	
	Garita sobre una roca excavada en forma irregular	0,022	0,027	
e) Fondo de hormigón alisado con lados de:	Piedra acomodada en mortero	0,015	0,017	0,020
	Piedra distribuida al azar en mortero	0,017	0,020	0,024
	Albañilería de piedra en bruto unida con cemento, enlucida	0,016	0,020	0,024
	Albañilería de piedra en bruto unida con cemento	0,020	0,025	0,030
	Empedrado o enrocado (rip rap)	0,020	0,030	0,035
f) Fondo de grava con lados de:	Hormigón (con moldaje)	0,017	0,020	0,025
	Piedra distribuida al azar en mortero	0,020	0,023	0,026
	Empedrado o rip rap	0,023	0,033	0,036
g) Ladrillo	Terminación tipo barnizada o vidriada	0,011	0,013	0,015
	En mortero de cemento	0,012	0,015	0,018
h) Albañilería	Empedrado cementado	0,017	0,025	0,030
	Empedrado libre	0,023	0,032	0,035
	Piedra conteada	0,013	0,015	0,017
i) Asfalto	Liso	0,013	0,013	
	Rugoso	0,016	0,016	
j) Cubierto con Vegetación		0,030		0,500
CANALES EXCAVADOS Y UNIFORMES				
a) Tierra, Rectos y Uniformes	Limpio, recién terminado	0,016	0,018	0,020
	Limpio en uso	0,018	0,022	0,025
	Con grava, sección uniforme, limpio	0,022	0,025	0,030
	Con pasto corto, poca maleza	0,022	0,027	0,033
b) Tierra, con curvas y sin mantención	Sin vegetación	0,023	0,025	0,030
	Con pasto y algo de maleza	0,025	0,030	0,033
	Gran cantidad de maleza o algas en canales profundos	0,030	0,035	0,040
	Fondo de tierra y lados de piedra en bruto	0,028	0,030	0,035
	Fondo de piedra y lados con maleza	0,025	0,035	0,040
	Fondo de guijarros y lados limpios	0,030	0,040	0,050
c) Excavado mecánicamente o dragrado	Sin vegetación	0,025	0,028	0,033
	Lados con algo de vegetación y matorrales	0,035	0,050	0,060
d) Excavado en Roca	Liso y uniforme	0,025	0,035	0,040
	Irregular, dentado	0,035	0,040	0,050
e) Canales sin mantención, malezas y matorrales sin cortar	Malezas densas de altura comparable con la profundidad del escurrimiento	0,050	0,080	0,120
	Fondo limpio, con matorrales en los lados	0,040	0,050	0,080
	Idem, a niveles máximos de escurrimiento	0,045	0,070	0,110
	Matorrales densos a niveles altos de escurrimiento	0,080	0,100	0,140

Fuente: Chow (1959).

Tabla 5 – Valores del coeficiente de rugosidad o de Manning en canales.

Efectos Ambientales sobre la Hidrología Superficial

Las obras de carretera suelen provocar la interrupción del patrón de drenaje del suelo, desviando o incluso represando de vez en cuando la flotación laminar del suelo (escorrentía) y la deriva focalizada del suelo (escorrentía del suelo), produciendo como consecuencia grandes inundaciones y, de paso, una notable erosión del suelo.

La suma de los resultados en el régimen espacial, genera consecuentemente consecuencias en el régimen temporal, manifestadas en versiones abruptas en los niveles de flujo antiguos o tal vez la desecación de manantiales y pequeños arroyos. En otras palabras, el régimen de caudal estable se convierte en inestable y el arroyo puede pasar de "perenne" a "intermitente" o tal vez "efímero". Esta condición hidrológica es crítica para el uso ecológico de nuestras masas de agua. Esta molestia se minimiza asegurando una cantidad suficiente de obras de drenaje transversal, con el fin de provocar la menor alteración posible del régimen de escorrentía del suelo.

3.5. Estudios de tránsito

Las carreteras y autopistas son utilizadas por una enorme forma de motores, de dimensiones, pesos, tipos y configuraciones de ruedas muy específicas, que transmiten cargas de tipos muy singulares y que se reparten de forma no uniforme por toda la anchura de la superficie pavimentada. Los planteamientos de trazado recogen este tipo de tensiones, su distribución en la superficie del pavimento y la variante que pueden disfrutar en algún momento de la existencia de la forma. Las tensiones provocadas en el pavimento por el uso de los visitantes del sitio son lo más importante a la hora de establecer la escala y los rasgos que un pavimento debe afrontar en determinadas situaciones y durante un tiempo determinado.

3.6. Determinación del TMDA

El promedio anual de visitantes diarios (ADT) es el indicador que define todo el rango de vehículos que entran como promedio diario en un año. En el cálculo de las tensiones de diseño, es necesario tener en cuenta que el ADTM generalmente varía de un año a otro, por lo que es vital tener una mirada anterior para determinar las cotizaciones variantes de la cantidad de visitantes, comúnmente extraordinaria para cada tipo de automóvil.

3.7. Determinación de los Ejes Equivalentes

La prueba de carretera AASHO establece una manera de convertir los diferentes tipos y pesos de ejes que circulan por una carretera en un único eje generalizado. La AASHTO transforma los ejes excepcionales que circulan por una avenida en un eje único de doble rueda (E.S.R.D) de 80 KN (18 Kips) de peso, considerado como eje preferente. El asunto de la equivalencia es la relación entre la cantidad de ejes de una configuración y peso determinados, importantes para proporcionar una pérdida de serviciabilidad dada, con admiración a la variedad de ejes populares necesarios para proporcionar la idéntica pérdida de serviciabilidad; el costo de esta relación es el Factor de Ejes Equivalentes. Las fórmulas de la AASHTO permiten determinar las cosas para los ejes de ruedas dobles simples,

los ejes de ruedas dobles (tándem) y los ejes de ruedas dobles triples (trídem) (las tácticas para los ejes de ruedas simples no están cubiertas). El factor de eje equivalente se expresa conceptualmente de la siguiente manera:

$$Factor\ EEx = \frac{Numero\ de\ ejes\ de\ X\ peso\ (kN) que\ causan\ determinada\ perdida\ de\ servicio}{(Numero\ de\ ejes\ de\ 80N\ que\ causan\ la\ misma\ perdida\ de\ servicio)}$$

Cada estructura responde de manera diferente a la misma tensión, por lo que el Factor EE varía para una de las características del pavimento, especialmente motivado a través del Número Estructural en pavimentos flexibles, el espesor en pavimentos inflexibles y la servicialidad inicial y final seguida. Los esfuerzos para la determinación de los espesores pueden ser los ejes iguales (EE) acumulados en la forma de circular en la música del trazado, durante la duración seleccionada porque la vida del proveedor del trazado del pavimento.

3.8. Diseño de Ingeniería

Para la creencia de un trazado más eficiente es millas importante entender las especificaciones que rigen el Diseño Geométrico de Carreteras, además de descubrir una armonía entre las normas para la Alineación Horizontal y Vertical, aspecto este que se ve afectado por elementos como la Franja de Dominio, división de las pertenencias, el efecto de la avenida proyectada alrededor de las actuales, cruce con carreteras, drenaje y otros.

3.9. Diseño geométrico

3.9.1. Diseño Geométrico Horizontal

El diseño geométrico en planta o alineación horizontal está constituido por alineaciones rectas, curvas redondas y de grado de curvatura variable, que permiten una transición limpia al pasar de alineaciones rectas a curvas redondas o viceversa o adicionalmente entre dos curvas redondas de distinta curvatura.

La alineación horizontal debe permitir el funcionamiento ininterrumpido del automóvil, buscando mantener la misma velocidad de diseño en la mayor parte de la calle que sea viable.

En general, el relieve del terreno es el detalle que controla el radio de las curvas horizontales y la velocidad de trazado y, a su vez, controla la distancia de visibilidad.

3.9.2. Diseño Geométrico Vertical

El trazado geométrico en perfil o alineación vertical, se constituye con la ayuda de una secuencia de trazos heterosexuales enlazados por curvas verticales parabólicas, a las que estos trazos rectos son tangentes; en cuyo desarrollo, la experiencia de las pendientes se describe en función del desarrollo del kilometraje, en maravilloso, las que suponen un crecimiento de cotas y las negativas que producen un descenso de cotas.

La alineación vertical debe permitir el funcionamiento ininterrumpido de los automóviles, buscando mantener la misma velocidad de trazado en la mayor parte de la calle que sea posible.

En la moda, la relajación del terreno es el detalle que controla el radio de las curvas verticales, que pueden ser cóncavas o convexas, y la velocidad de trazado y, a su vez, controla la distancia de visibilidad.

3.9.3. Diseño Geométrico Transversal

El diseño geométrico del segmento transversal consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un avión de corte vertical normal a la alineación horizontal, lo que permite definir el trazado y las dimensiones de dichos factores en el punto similar a cada sección y su relación con el terreno natural.

La fase de paso varía de un factor de la carretera a otro, porque es consecuencia del agregado de los elementos exclusivos que la constituyen, cuyos tamaños, formas e interrelaciones dependen de las funciones que desempeñan y de los rasgos del trazado y del terreno.

El máximo detalle crucial de la sección de paso es el lugar destinado a la superficie de rodadura o calzada, cuyas dimensiones han de permitir la amplitud del transporte previsto en el proyecto, sin perjuicio de la importancia de los elementos opuestos de la sección transversal, consistentes en bermas, aceras, cunetas, taludes y factores complementarios.

3.9.4. Señalización

Conforme a las Normas para la Estructura del pavimento, se entiende como Señalización Vertical Permanente al suministro, almacenamiento, transporte e instalación de los dispositivos de control de tránsito que son colocados en la vía en forma vertical para advertir, reglamentar, orientar y proporcionar ciertos niveles de seguridad a sus usuarios. Entre estos dispositivos se incluyen las señales de tránsito (preventivas, reglamentarias e informativas), sus elementos de soporte y los delineadores. La forma, color, dimensiones y tipo de materiales a utilizar en las señales, soportes y dispositivos estarán de acuerdo a las regulaciones del MOPC y a las Especificaciones Técnicas de Calidad de Materiales para uso en señalización de Obras Viales y a lo indicado en los planos. La señalización horizontal tiene por finalidad resaltar y delimitar las zonas con restricción de adelantamiento. También las señalizaciones en el pavimento pueden estar conformadas por símbolos y palabras con la finalidad de ordenar encauzar y regular el tránsito vehicular y complementar y alertar al conductor de la presencia en la vía de colegios, cruces de vías férreas, intersecciones, zonas urbanas y otros elementos que pudieran constituir zonas de peligro para el usuario. El diseño de las señalizaciones en el pavimento, dimensiones, tipo de pintura y colores a utilizar

deberán estar de acuerdo a los planos y documentos del proyecto y disposiciones del MOPC.

“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

CUADRO RESUMEN DE ANCHOS DE PLATAFORM EN TERRAPLEN Y DE SUS ELEMENTOS A NIVEL DE RASANTE

NUMERO DE CALZADAS Y CATEGORIA						VELOCIDAD PROYECTO (km/h)	ANCHO PISTAS "a" (m) (1)	ANCHO BANQUINAS		ANCHO SAP (3)		ANCHO MEDIANA - M (m)			ANCHO TOTAL DE PLATAFORMA A NIVEL DE RASANTE (2) ATP = na·(a+2·be + 2·c) + M final		
								"be" INTERIOR (m)	"be" EXTERIOR (m)	"sp" INTERIOR (m)	"sp" EXTERIOR (m)	INICIAL 4 PISTAS AMPLIABLE A 6	FINAL 6 PISTAS	FINAL + INICIAL 4 PISTAS	6 PISTAS Y 4 AMPLIABLE	4 PISTAS	3 PISTAS
CALZADA BIDIRECCIONAL	PRIMARIO					100 - 90	3,5	-	2,5	-	1,0	13,0	6,0	-	-	-	-
		COLECTOR				80	3,5	-	2,0	-	0,5 - 0,8	13,0	6,0	-	-	-	14
			LOCAL			80	3,5	-	1,5	-	0,5 - 0,8	11,0	4,0	-	-	-	12
						70	3,5	-	1,0 - 1,5 (2)	-	0,5 - 0,8	14,0	6,0	-	-	-	11
						60	3,0 - 3,5	-	0,5 - 1,0 (2)	-	0,5 - 0,8	12,0	5,0	-	-	-	10 - 11,0
						50	3,0 - 3,5	-	0,5 - 1,0 (2)	-	0,5	10,0	3,0 (4)	-	-	-	8,0 - 10,0
					DESARROLLO	40	3,0	-	0,0 - 0,5 (2)	-	0,5	10,0	3,0 (4)	-	-	-	8,0 - 10,0
						30	2,0 - 3,0	-	0,0 - 0,5 (2)	-	0,5	9,0	2,0 (4)	-	-	-	7,0 - 8,0
CALZADAS UNIDIRECCIONALES	COLECTOR					80	3,5	0,6 - 0,70	1,5	0,5 - 0,8 (4)	0,5 - 0,8 (4)	9,0	2,0	2,0 (4)	26	19	5,0 - 6,0
						70	3,5	0,6 - 0,70	1,0	0,5 - 0,8 (4)	0,5 - 0,8 (4)	9,0	2,0	2,0 (4)	26	19	-
	PRIMARIO Y AUTOBRUTA					90	3,5	1,0	2,5	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8	12,0	5,0	3,0 (4)	31	22	-
						80	3,5	1,0	2,0	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8 (4)	10,0	3,0	3,0 (4)	29	22	-
						100	3,5	1,0	2,5	0,5 - 0,8	1,0	14,0	6,0	-	34	27	-
	AUTOPISTA					80	3,5	1,0	2,5	0,5 - 0,8	0,8	11,0	4,0	-	31,6	24,6	-
						100	3,5	1,0	2,5	0,5 - 0,8	1,0	13,0	6,0	-	34	27	-
						120	3,5	1,2	2,5	0,5 - 0,8	1,5	13,0	6,0	-	35	28	-

Tabla 6 – Anchos de plataforma a nivel de rasante.

3.10. Diseño del paquete estructural

La razón de ser del pavimento es dotar a la carretera de una máquina estructuralmente a prueba de las tensiones impuestas por el uso del tráfico, impartiendo un suelo que permita una circulación relajada y segura al ritmo deseado, bajo diversas condiciones climáticas y durante un periodo de tiempo determinado. El diseño incluye la determinación de los tipos y espesores de las capas que pueden ser lo más económicos posible para lograr los fines indicados.

3.11. Ecuación de dimensionamiento aashto

El método de trazado de los pavimentos flexibles, basado en la técnica de la AASHTO, es el resultado de los ensayos realizados en pistas de prueba, construidas en condiciones ambientales y con suelos de características muy bien definidas y en muchos casos absolutamente excepcionales de las condiciones encontradas en algunas regiones del país. La fórmula estándar de trazado relaciona el número de ejes iguales (EE) solicitados con la variedad estructural y el grado de autoaseguramiento. De modo que la forma experimenta una determinada falta de utilidad. La ecuación es la siguiente:

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

Donde:

W18 = Ejes Equivalentes de Diseño

SN = Número Estructural Requerido

Pi = Índice de Serviciabilidad Inicial

Pf = Índice de Serviciabilidad Final

MR = Módulo Resiliente

Zr = Nivel de Confiablidad

So = Desviación Estándar

3.12. SERVICIABILIDAD

El pavimento se diseña para que sirva por un determinado lapso llamado vida de diseño, que se refiere al período durante el cual la serviciabilidad se mantiene dentro de ciertos límites; terminada la vida útil de diseño deberá rehabilitarse. [3]La ecuación de diseño establece un estado inicial del pavimento (pi=4,2), que depende exclusivamente de las posibilidades tecnológicas disponibles para construirlo y un nivel de deterioro considerado como final o inconveniente para transitar (pf=2,0).

3.13. CONFIABILIDAD

El grado de confiabilidad del diseño se controla por el factor de confiabilidad (F_R) que es función de un valor asociado al nivel de confianza de la distribución normal (Z_R) y de la desviación normal del error combinado (S_o) de todos los parámetros que intervienen en el comportamiento del pavimento.

En la siguiente tabla [3] se indican los valores que se recomiendan utilizar en los diseños de pavimentos flexibles en función de las solicitaciones esperadas y del coeficiente de variación de la serie de valores representativos de las características de los suelos de la subrasante.

EE Solicitaciones	Confiabilidad	Z_R	S_o en funcion del coeficiente variacion de los suelos				
			15%	20%	30%	40%	50%
<5	60	-0,253	0,45	0,46	0,47	0,49	0,50
5-15	60-70	-0,253 - 0,524	0,45	0,46	0,47	0,49	0,50
15-30	60-75	-0,253 - 0,674	0,45	0,46	0,47	0,49	0,50
30-50	70-80	-0,524 - 0,841	0,44	0,45	0,46	0,48	0,49
50-70	70-85	-0,524 - 1,037	0,42	0,43	0,44	0,47	0,48
70-90	70-90	-0,253 - 1,282	0,4	0,41	0,42	0,45	0,46

Tabla 7 – Confiabilidad en función de solicitaciones esperadas y coeficiente de variación.

3.14. Modulo Resiliente

El método de diseño AASHTO caracteriza las propiedades de los suelos de la subrasante mediante el parámetro llamado Módulo Resiliente Efectivo (M_R). El módulo resiliente representa el módulo elástico del material después de haber sido sometido a cargas cíclicas. El módulo resiliente (MR) para diseñar pavimentos en trazados nuevos, habitualmente se define en forma indirecta, estimándolo a partir de resultados de ensayos que determinan el CBR.

- $M_R = 17.6 x CBR^{0.64}$ $M_R\ en\ MPa, CBR\ en\ \%, 2 < CBR < 12$
- $M_R = 22.1 x CBR^{0.55}$ $M_R\ en\ MPa, CBR\ en\ \%, 12 < CBR < 80$

3.15. Numero Estructural

Representa la capacidad estructural del conjunto del pavimento. En función del espesor de las capas, de los coeficientes estructurales de ellas y del coeficiente de drenaje.

El número Estructural (SN) se expresa como:

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

Donde:

Ai = Coeficiente estructural de capa, dependiente de su módulo

Di = Espesor de capa asfáltica, base y subbase respectivamente

m2, m3 = Coeficiente de drenaje de las capas no tratadas (bases y sub bases granulares

Se pueden determinar las dimensiones de las capas de la siguiente manera:

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D_2 = \frac{(SN_2 - SN_1)}{(a_2 m_2)}$$

$$D_3 = \frac{[SN_3 - (SN_1 + SN_2)]}{a_3 m_3}$$

Los coeficientes de las distintas capas se determinan en base a las siguientes tablas:

Estabilidad MARCHALL	Coeficiente estructural A1
5000	0,33
6000	0,36
7000	0,39
8000	0,41
9000	0,43
10000	0,45

Tabla 8 – Valor del Coeficiente Estructural Capa de Rodadura – Concreto Asfáltico.

Valor C.B.R. (%)	Coeficiente estructural A1
40	0,11
50	0,12
60	0,12
70	0,13
80	0,13
90	0,14
100	0,14

Tabla 9 – Valor del Coeficiente estructural para Base Granular

Valor C.B.R. (%)	Coeficiente estructural A3
10	0,08
20	0,09
30	0,11
40	0,12
50	0,12
60	0,13

Tabla 10 – Valor del Coeficiente Estructural para Subbase Granular

El Coeficiente de Drenaje se determina en base a las siguientes condiciones:

Drenaje	Agua eliminada en
Excelente	2 horas
Bueno	1 dia
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Malo	(el agua no drena)

Tabla 11 – Condiciones de Drenaje

Calidad de Drenaje	Porcentaje de tiempo anual en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles cercanos a la saturacion			
	1%	1 a 5%	5 a 25%	25%
Excelente	1,40-1,35	1,35-1,30	1,30-1,20	1,2
Bueno	1,35-1,25	1,25-1,15	1,15-1,00	1,0
Regular	1,25-1,15	1,15-1,05	1,15-0,80	0,8
Pobre	1,15-1,5	1,05-0,80	0,80-0,60	0,6
Malo	1,05-0,95	0,95-0,75	0,75-0,40	0,4

Tabla 12 – Coeficiente de Drenaje

4. METODOLOGIA

4.1. Recopilación de datos.

Obtención de las Normas AASHTO para el diseño de Pavimentos flexibles y el Manual de Carreteras del Paraguay, como así también otros datos importantes para llevar a cabo el proyecto final de grado

4.2. Relevamiento de Datos

4.3. Datos Topográficos

Reconocimiento del terreno, relevamiento topográfico para las obras de drenaje y consecutivamente obtener datos topográficos de forma satelital en el gabinete para su posterior procesamiento.

4.4. Datos Geotécnicos

Extracción de muestras a lo largo del camino para que así se realicen los ensayos correspondientes en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y de esta manera obtener la resistencia y las características físicas de los materiales.

4.5. Datos Hidrológicos

Obtención de datos hidrológicos necesarios para el correcto dimensionamiento de las obras de drenaje propuestas

4.6. Datos de Tránsito

Realizar el conteo de tránsito para la obtención de los Ejes Equivalentes necesarios para el dimensionamiento de las capas de la estructura del pavimento

4.7. Diseños

4.8. Diseño Geométrico

Determinación de los parámetros de diseño necesarios para realizar el diseño geométrico longitudinal, altimétrico y transversal del tramo del proyecto.

4.9. Diseño de la Estructura del Pavimento

Elección de las capas estructurales del pavimento y su posterior dimensionamiento.

4.10. . Diseño de las Obras de Drenaje y Obras Complementarias

Diseñar las obras de drenaje con los datos hidrológicos obtenidos para la correcta evacuación del agua proveniente de lluvias y de aguas superficiales. Diseñar las obras complementarias necesarias para el tramo en cuestión.

4.11. Costos y Análisis Comparativo

Realizar el análisis comparativo de las alternativas propuestas de acuerdo al costo de cada uno

4.12. Conclusiones

Exponer las conclusiones obtenidas con los estudios realizados

4.13. Recomendaciones

Recomendaciones que se derivan de los análisis, resultados, y conclusiones al finalizar el Proyecto Final de Grado.

5. DESARROLLO DEL TRABAJO

5.1. Relevamientos topográficos

A fin de disponer de los datos del terreno necesarios para una definición total del proyecto teniendo en cuenta cada tipo de obra a diseñar y las implicaciones propias que en su construcción pueda significar, fueron realizados diversos levantamientos topográficos.

Las tareas más importantes en la fase de estudios topográficos fueron las siguientes:

- Definición planimétrica del eje de Proyecto
- Marcación del eje
- Nivelación Longitudinal y transversal
- Relevamiento para Obras de Arte
- Estudios de Rectificaciones o Variantes
- Levantamientos especiales
- Procesamiento de toda la información

5.2. Definición planialtimétrica y marcación del eje

Las curvas circulares fueron replanteadas por el método de las deflexiones, tomándose como base el ángulo de deflexión y el radio de curvaturas.

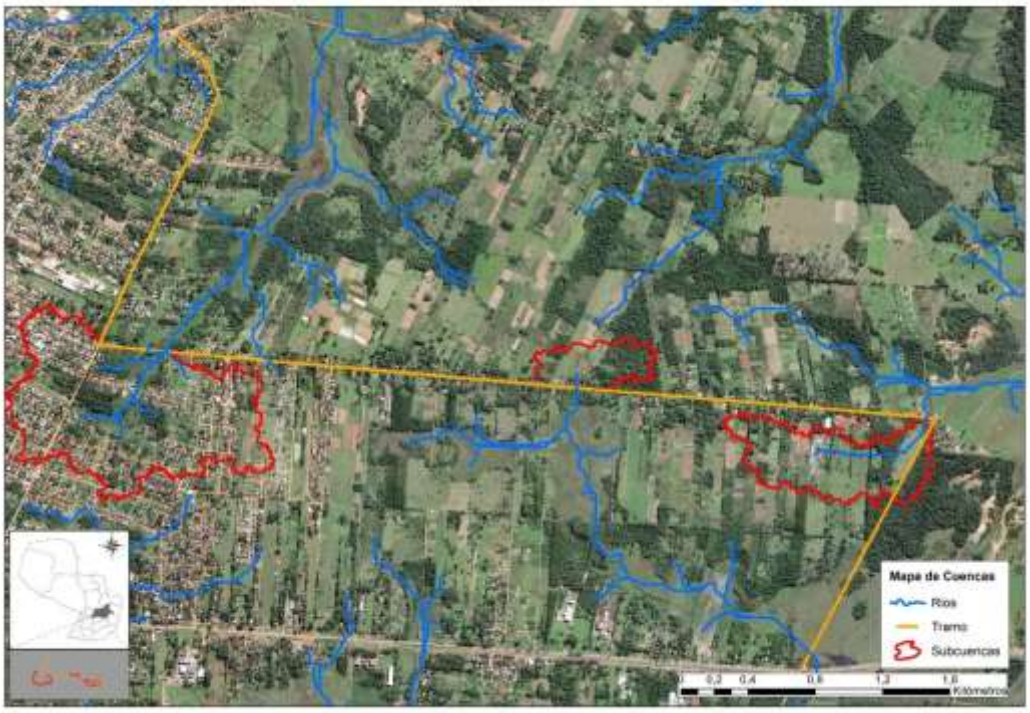


Ilustración 10 – Definición del eje del camino sobre las curvas de nivel

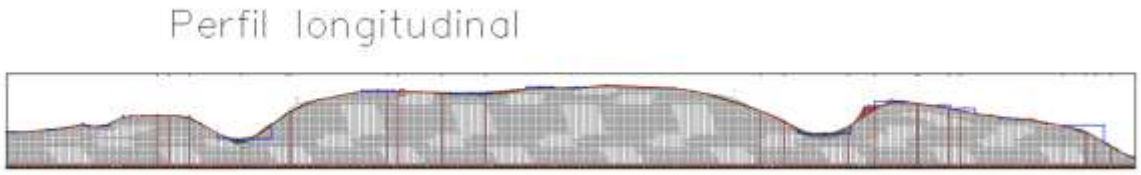


Ilustración 11 – Perfil Altimétrico del trazado

5.3. Nivelación Longitudinal y Transversal

Con el eje marcado, se procedió a la nivelación longitudinal, siguiendo el perfil natural del terreno de acuerdo al eje replanteado y marcado. Simultáneamente con la nivelación longitudinal, han sido niveladas las secciones transversales a ambos lados del eje registrándose todas las inflexiones del terreno.

5.4. Relevamientos para Obras de Arte

En aquellos lugares en que se determine la necesidad de una obra de arte han sido realizados levantamientos topográficos a fin de obtener resultados más precisos.

6. ANÁLISIS GEOTÉCNICOS

6.1. Toma de Muestras

Los trabajos realizados consistieron en la obtención de muestras a lo largo del trazado.

Ilustración 14 – Extracción de muestras a lo largo del camino

6.2. Ensayos de Laboratorios

Los ensayos fueron ejecutados en el Laboratorio de Suelos, a fin de determinar las características físicas de los materiales y la resistencia de los mismos.

Ilustración 15 – Puesta de materiales en laboratorio

7. Resultados

De los ensayos realizados, los suelos predominantes tanto en la traza del camino como en los posibles lugares de préstamo, son del tipo A-2-4 y A-6.

7.1. Provisión de Materiales

La cantera para la provisión de piedras y triturada es la Cantera denominada “Cantera OCHO A” ubicada en el barrio Costa San Antonio. Esta cantera está ubicada aproximadamente a 10km de distancia. La arena lavada es principalmente obtenida de cercanías del tramo o sobre el río Tebicuary.

Ilustración 25 – Cantera OCHO A

8. ANÁLISIS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

El análisis hidrológico para la verificación y el dimensionamiento de las secciones hidráulicas de las alcantarillas del tramo, fueron realizados con la finalidad de estimar los caudales de llegada necesarios para el dimensionamiento de las obras de arte.

Se desarrollaron los Estudios Hidrológicos e Hidráulicos del siguiente esquema:

- ✓ Introducción
- ✓ Metodología empleada
  - Datos utilizados
  - Actividades realizadas
- ✓ Cálculo de caudales
  - Delimitación de las cuencas de estudio.
  - Método Racional
  - Cálculo de coeficiente de escorrentía.
  - Tiempo de concentración.
  - Periodo de retorno e intensidad de precipitación.
  - Caudales calculados.
- ✓ Verificación Hidráulica
  - Cuencas de estudio y análisis de las obras proyectadas.
- ✓ Conclusiones.
- ✓ Anexo.

“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

8.1. Introducción

El presente estudio tiene como objetivo la determinación de los caudales generados en cada cuenca y posterior dimensionamiento de registros y/o alcantarillas en la calle denominada “Calle Moreira” ubicada en el distrito de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú. Para el análisis se utilizan modelos matemáticos de simulación hidrológica e hidráulica. Los cálculos se realizan de acuerdo al volumen I del tomo 3: Normas para Obras de Drenaje Vial, del Manual de Carreteras del Paraguay (MOPC, 2011). Así como también cálculos en base a normas brasileras (Manual de Drenagem de Rodovias, DNIT) y americanas (Urban Drainage Design Manual, HEC).

8.2. Metodología Empleada

Datos utilizados: Los modelos hidrológicos e hidráulicos requieren datos, tanto físicos como temporales, para representar adecuadamente el fenómeno modelado en el sitio de estudio.

Se utilizaron los siguientes datos:

- Modelo Digital de Elevación (DEM), del satélite ALOS-PALSAR, con resolución espacial de 12.5m x 12.5m.
- Imágenes satelitales de Google Earth georreferenciadas.
- Curvas IDF desarrollada por la Facultad de Ingeniería de la UNA / DINAC y actualizada al año 2009 por Cuevas-Rolón.
- Información digitalizada proveída por el Censo del año 2012 realizado por la DGEEC hoy INE (vías, cauces)
- Datos del relevamiento topográfico.

8.3. Actividades realizadas:

- Preparación de la cartografía base del área de estudio.
- Delimitación de cuencas, a partir del DEM. Definición de la red de drenaje y determinación de datos geomorfológicos (pendiente, longitud de flujo, superficie, etc.).
- Definición del uso y tipo de suelo: Los mapas de uso de suelo se elaborarán en base a información digital disponible (plan de ordenamiento o uso del suelo, ortofotos, imágenes Google Earth, etc.).
- Cálculo del tiempo de concentración y definición de la intensidad de diseño, según la distribución temporal adoptada.
- Cálculo de caudales para TR 100 en obras de cruce transversal por el método racional.
- Dimensionamiento hidráulico de las alcantarillas en el programa HY8, desarrollado por la US FHWA, verificando caudal máximo, velocidad máxima, relación y/D dentro del rango admisible.

8.4. Calculo de caudales

El área de estudio constituye el tramo denominado “Calle Moreira”, en las inmediaciones del núcleo urbano del distrito de Coronel Oviedo, departamento de Caaguazú. A continuación, se presentan los conceptos generales aplicados al estudio para luego, realizar el análisis del tramo.

8.5. Delimitación de las cuencas de estudio

En primer lugar, se procede a la delimitación de las cuencas. Para ello, el MDE utilizado servirá como base para el geoprocesamiento. Se identificaron las cuencas que escurren hacia el tramo estudiado y pueden afectar el correcto funcionamiento de la obra, una vez concluida.

Determinadas las cuencas, han sido verificadas con datos de los relevamientos topográficos e imágenes satelitales y modificadas en caso de ser necesario, de acuerdo al trazado del proyecto.

En las siguientes figuras se muestran las cuencas delimitadas en color rojo, en contraste a una imagen satelital, mientras que en la Figura 2 éstas se encuentran en contraste con el modelo de elevación utilizado

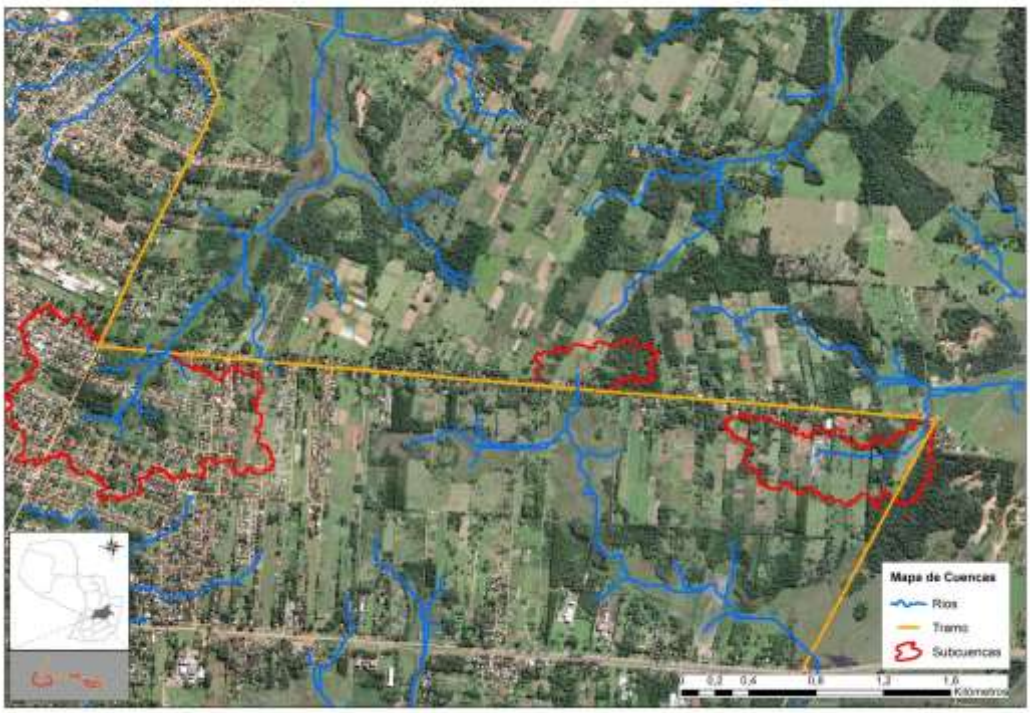


Figura 1. Cuencas delimitadas para el estudio

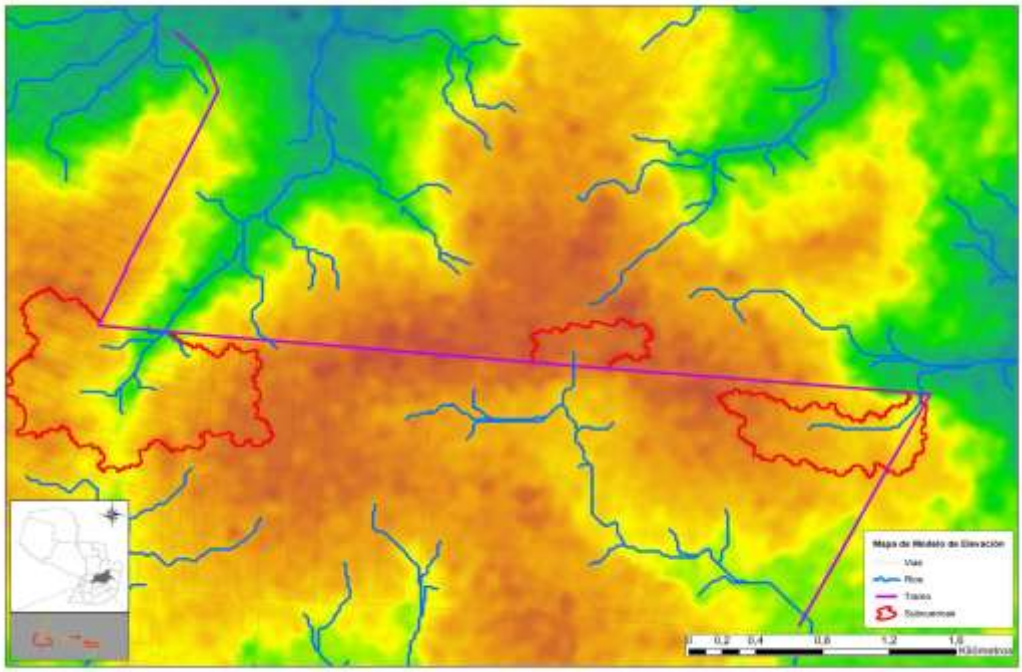


Figura 2. Modelo de elevación digital

Se delimitaron 3 cuencas que cruzan el tramo de estudio, cuyos aportes y caudal se calcularán a partir del método racional. Para determinar los parámetros necesarios para el cálculo del caudal, se realiza un geoprocesamiento, utilizando como entrada los datos de elevación.

Un modelo hidrológico requiere diversos datos y parámetros para lograr una representación correcta del sistema, algunos de los cuales son: capacidad de infiltración, pendiente promedio, porcentaje impermeable, longitud, tiempo de concentración, etc. Estos parámetros se determinan a través de la topografía.

8.6. Delimitación de las cuencas de estudio

Por el tamaño de las cuencas, para el cálculo de caudales se ha utilizado el método racional para subcuencas con áreas menores a 2 km², tal como lo expresa el “Manual de Carreteras MOPC 2011” y a su vez en su actualización del 2019.

Dentro de esta metodología de estimación de caudales, el cálculo de la infiltración es necesario para determinar la precipitación efectiva, es decir, la precipitación causante de escorrentía superficial, para ello se utiliza el coeficiente de escorrentía.

El método racional es un método empírico, pero de amplio uso, tanto para proyectos viales como de hidrología urbana. El mismo posee ciertas limitaciones, y por lo tanto es aplicable a cuencas pequeñas, de áreas no mayores de 200 has. Mediante este método, se puede calcular el caudal “Q” de escurrimiento utilizando la siguiente ecuación:

$$Q = c.I.A$$

En donde

Q= Caudal de escorrentía

c=Coeficiente de escorrentía o escurrimiento

I=Intensidad de lluvia

A= Área de la cuenca.

El coeficiente C se determina a partir del uso, tipo de suelo de la cuenca, la pendiente media de la cuenca y el tiempo de retorno considerado. Diversos actores proponen distintas metodologías para la estimación de este coeficiente, el cual tiene gran impacto en el resultado. Cualquier documentación al respecto debe ser tomada con cautela para aplicar a nuestro medio, ya que en la mayoría de los casos este valor se determina por experimentación, en condiciones distintas a la nuestra.

Para determinación del coeficiente de escorrentía, se utiliza la Tabla 1, y se adoptan los valores indicados en la misma (Extraído del Manual de Hidrología, Materón)

Uso de Suelo	C
Cobertura Boscosa	0,10
Pasturas	0,15
Uso Agrícola	0,30
Área Urbana	0,90

Tabla 1. Coeficientes de Escorrentía

8.7. Cálculo del Coeficiente de Escorrentía

Para la estimación del coeficiente de escorrentía, se realizó una ponderación en base al uso y tipo de suelo de la cuenca, así como de la pendiente en cada una. Para ello, se realizó una clasificación supervisada de una imagen satelital de Google Earth, a la fecha más reciente y que cubra toda el área de influencia y se estimó un valor de C para cada cuenca, en base al suelo y la distribución de cada uso en las cuencas. El C ponderado para cada cuenca se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$C\ ponderado\ = \frac{\sum_{i=1}^{n}(C \times Área)}{\sum_{i=1}^{n} Área}$$

Posteriormente, este valor fue utilizado para el cálculo del caudal por el método seleccionado.

En la Tabla 2 se detalla el porcentaje de uso de suelo en cada cuenca y el valor de C adoptado finalmente en estas

Tabla 2. Cálculo del Coeficiente de Escorrentía

Subcuenca	Cobertura boscosa	Pasturas	Uso Agrícola	Área Urbana	C Ponderado
	Porcentaje (%)				
1	52%	22%	3%	24%	0,31
2	67%	26%	7%	0%	0,13
3	47%	45%	7%	1%	0,15

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

Para calcular el tiempo de concentración se utilizó la fórmula del DNOS (Departamento Nacional de Obras e Saneamiento, Brasil), expresada a continuación:

$$Tc = \frac{10\ A^{0.3}\ L^{0.2}}{K\ I^{0.4}}$$

Siendo Tc el tiempo de concentración (min), A el área de la cuenca (has), L la longitud del curso de agua (m), I la pendiente en %.

El coeficiente “K” depende de las características geológicas de la cuenca, conforme lo descrito a continuación. (Extraído del Manual de Hidrología Básica para Estructuras de Drenagem, DNIT).

- Terreno areno-arcilloso, cubierto de vegetación intensa, elevada absorción K=2.0
- Terreno común, cubierto de vegetación, absorción apreciable K=3.0
- Terreno arcilloso, cubierto de vegetación, absorción media K=4.0
- Terreno arcilloso de vegetación media, poca absorción K=4.5
- Terreno con roca, escasa vegetación, baja absorción K=5.0
- Terreno rocoso, vegetación pobre, reducida absorción K=5.5

Para condiciones medias, con K=4, se tiene en promedio una velocidad de 1.4 m/s para cuencas pequeñas y 1.6 m/s para cuencas mayores, por lo tanto, el método es aceptable para cualquier tamaño de cuenca. Fuente: Manual de Hidrología Básica para Estructuras de Drenagem, DNIT.

En la Tabla 3 se presentan las características fisiográficas de las subcuencas de estudio (las comprendidas entre los tramos dados) y el tiempo de concentración calculado para cada una.

Tabla 3. Cálculo del Coeficiente de Escorrentía

“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

SUBCUENCA	TC				
N	Area (ha)	Long (m)	S (%)	K DNOS	Tc (min)
1	108.014585	638.62	2.662	4	25.06
2	16.2293475	92.88	1.077	3	18.48
3	42.0059039	708.46	3.811	3	22.26

Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

8.8. Periodo de retorno e intensidad de la precipitación

Para el cálculo de caudales, se requiere introducir una intensidad de diseño y para determinar la misma se utilizó una curva IDF. La expresión para calcular las intensidades en cada estación responde a la fórmula siguiente:

$$I = \frac{c\,Tr^{n}}{(tc + d)^{m}}$$

En donde I es la intensidad expresada en mm/h; tc es el tiempo de concentración de la cuenca en minutos; Tr se refiere al tiempo de retorno en años; mientras que c, d, m, n son coeficientes determinados empíricamente para cada caso, a partir de datos pluviométricos medidos en campo.

Para la simulación hidrológica se toman los valores de intensidades mayores, previamente calculados a partir de las curvas IDF de Villarrica, las mismas han sido actualizadas por el proyectista TYPSA durante la redacción del proyecto ejecutivo aprobado, en base a las curvas IDF anteriores de Cuevas y Rolón (2009) y FIUNA (1998), de acuerdo a los parámetros que se muestran a continuación.

Tabla 4. Cálculo del Coeficiente de Escorrentía

PARÁMETROS	VILLARRICA
C	2152.00
N	0.1728
M	0.8723
D	14

Fuente: ANEXO 03 DE HIDROLOGÍA- TYPSA (2017).

Por lo tanto, la expresión anterior se reduce a la siguiente fórmula que sirve para representar las intensidades de las precipitaciones para cada caso:

$$I = \frac{2152.00\ Tr^{0.1728}}{(tc+14)^{0.8723}}$$ .....Curva IDF de Villarrica

A continuación, en la Figura 8 se observa la curva IDF desarrollada para diferentes tiempos de retorno, que van de TR 2 hasta TR 100. Para la verificación de obras se seleccionó el TR 100.

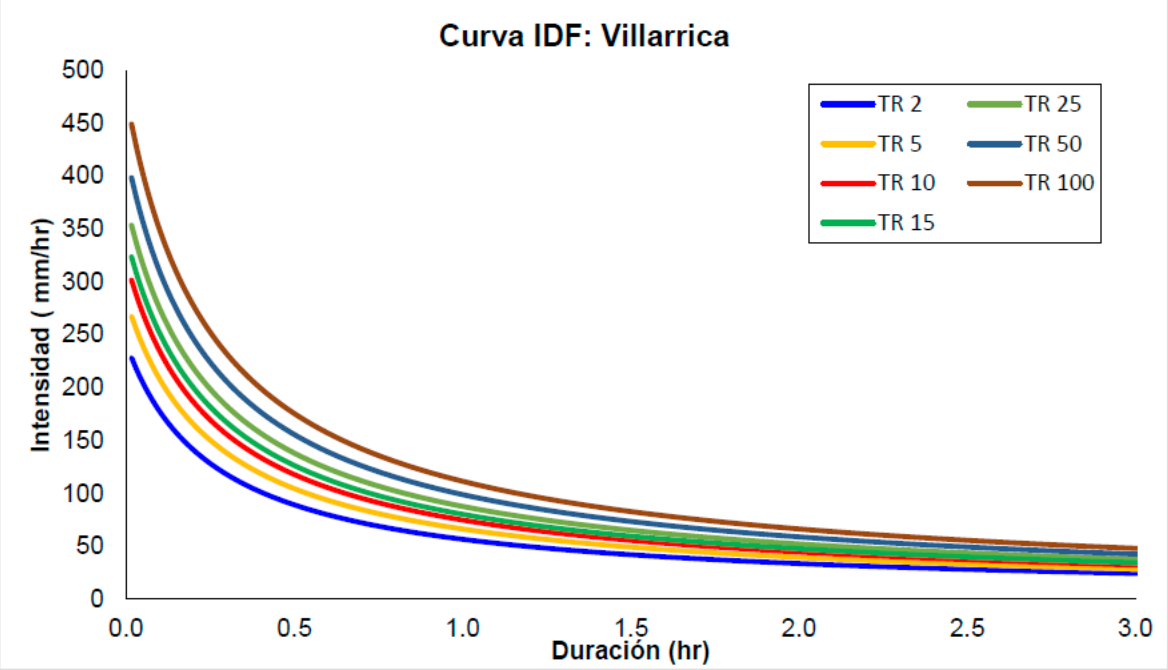


Tabla 5. Curvas IDF de Villarrica para diferentes tiempos de retorno.

El tiempo de retorno de una precipitación viene relacionado con la probabilidad de un evento y el riesgo de inundación que ello puede conllevar. Los caudales se calculan con un Tiempo de Retorno (TR) de 100 años, que corresponde a la recurrencia adoptada por el proyectista para el cálculo de las alcantarillas transversales a la variante.

8.9. Caudales calculados

En la tabla se presentan los caudales calculados para cada cuenca y el método utilizado en cada una.

En base al caudal que aporta a las cuencas y la cantidad de ODTs en cada una, se realiza un balance de caudales para designar finalmente el caudal de diseño a cada ODTs. Estos valores fueron los utilizados para la verificación hidráulica en el Hy8. En los capítulos posteriores, correspondientes a cada tramo de estudio, se presenta este proceso.

Tabla 6. Caudales calculados.

SUBCUENCA	CAUDALES HIDROLOGICOS (FORMULA RACIONAL)					
N	TR (años)	C	TC (min)	I (mm/h)	A (km2)	Q (m3/s)
1	100	0.31	25.06	194.98	1.08	17.95
2	100	0.13	18.48	229.01	0.16	1.32
3	100	0.15	22.26	208.05	0.42	3.59

8.10. VERIFICACIÓN HIDRÁULICA

Para verificar las obras, se emplea el modelo HY8, en donde se introducen las dimensiones propuestas y se corrobora el comportamiento de las mismas utilizando los caudales de diseño y verificación.

El modelo hidráulico para resolución de alcantarillas HY8 fue desarrollado por la Federal Highway Administration del U.S. Department of Transportation. Actualmente es uno de los modelos hidráulicos que corre en un programa de distribución gratuita (software libre) y es de sencilla utilización.

Se adopta una pendiente superior a la pendiente crítica con el fin de hacer trabajar la alcantarilla en régimen supercrítico.

- Carga a la entrada igual a la dimensión de la alcantarilla más 0.3m.
- Carga máxima admisible 0.3m menor que el borde exterior del Sobre Ancho de Plataforma (SAP).
- Velocidad máxima admisible dentro de la alcantarilla de 6m/s, de acuerdo a la tabla 7.

Material de la tubería		Agua con sedimentos coloidales	Agua con fragmentos de arena y grava
Ladrillo común		3.0	2.0
Ladrillo vitrificado y gres		5.0	3.3
Concreto de:	140 kg/cm^2	3.0	2.0
	210 kg/cm^2	5.0	3.3
	250 kg/cm^2	6.0	4.0
	280 kg/cm^2	6.5	4.3
	315 kg/cm^2	7.5	5.0
Concreto reforzado mayor de 280 kg/cm^2 y curado al vapor		10.0	6.6
Cloruro de polivinilo		10.0	10.0

Tabla 7. Velocidad máxima para tuberías de alcantarillados, en m/s.

- Para evitar el depósito de los materiales en suspensión, generalmente se recomienda que las alcantarillas y canales trabajen con una velocidad mínima del orden de los 0,8 a 0,9 m/s, para el proyecto se adopta un valor de 0,8 m/s.

8.11. Cuencas de estudio y análisis de las obras proyectadas

Según los análisis realizados a través de los programas SIG y el relevamiento en campo, se puede asumir que los sectores de interés, donde se deben proyectar obras de drenaje transversal son las cuencas 1 y 3.

Prog. 6+140 – Cuenca 1

Para el caso de la cuenca 1, donde tenemos la presencia de un cauce hídrico natural (arroyo), se proyecta un sistema de drenaje transversal múltiple, para poder cumplir con las condiciones anteriormente descritas y también para salvar el paso existente. Introduciendo los datos obtenidos por los métodos ya descritos en capítulos anteriores, apreciables en la interfaz del programa (Figura 3).

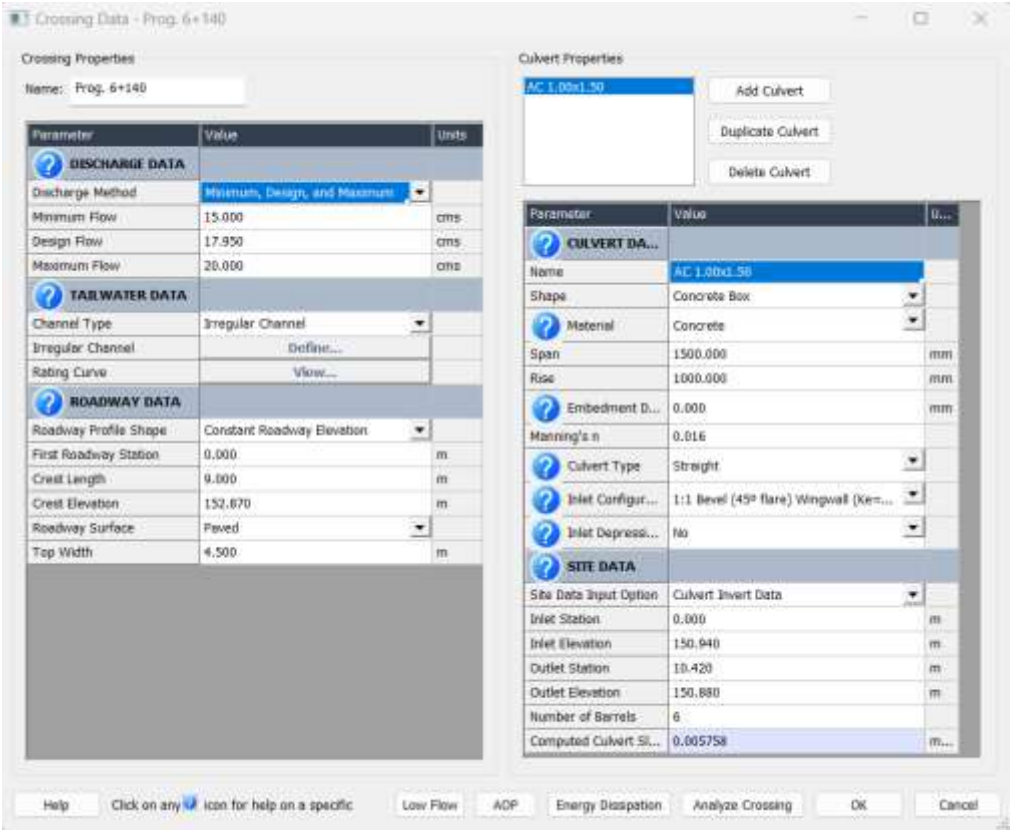


Figura 3. Datos de entrada, ACM 1.00x1.50 – 6+140.

Con el fin de comprobar y verificar todos los criterios, se adopta un sistema de alcantarillado celular de 6 hileras de 1.00x1.50m, que arroja los siguientes resultados (Figura 4):

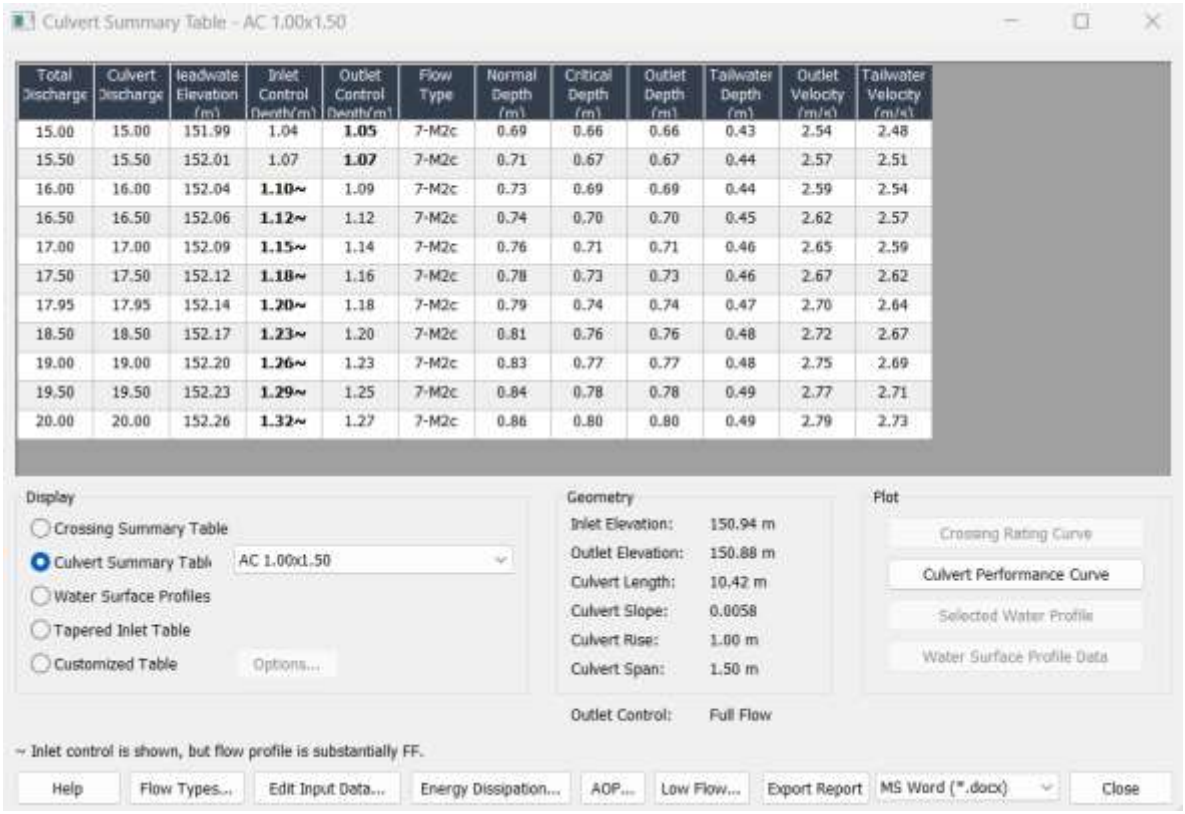


Figura 4. Tabla de resultados, ACM 1.00x1.50 – 6+140.

Para un caudal de diseño de 17,95 m3/s, podemos apreciar que, para la solución adoptada, los tirantes de agua a la entrada y a la salida son de 0.79m y 0.74m respectivamente, observándose que el acceso a la alcantarilla se encuentra sumergida pero no supera los 0.3m por encima de la cota superior de la alcantarilla, por lo que verifica tal condición. Las profundidades de entrada y salida, coinciden con los tirantes normal y critico respectivamente, formándose de esta manera un resalto hidráulico que ayuda a la disipación de energía de la misma, pero no es criterio para descartar la proyección de obras de disipación o de protección contra la erosión a la salida.

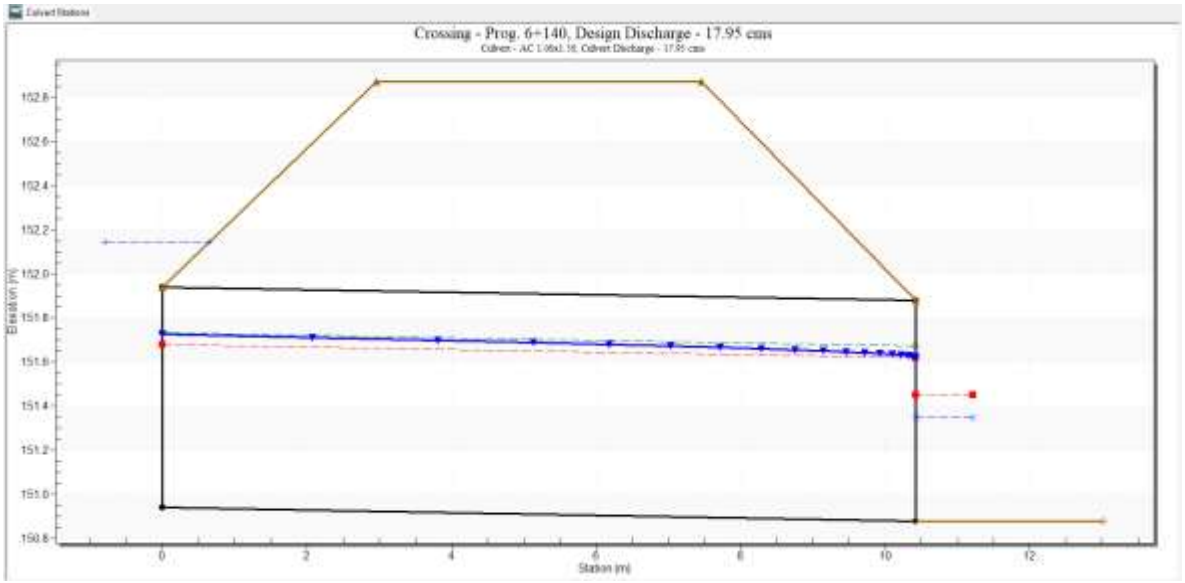


Figura 5. Perfil hidráulico, ACM 1.00x1.50 – 6+140.

Prog. 1+680 – Cuenca 2

La ubicación de obras de drenaje transversal en esta progresiva se ve necesaria para la evacuación de toda el agua que quedará contenida de un lado del terraplén de la carretera que, al ocurrir la precipitación superará la capacidad de infiltración del terreno y buscará la manera de poder seguir la línea de menor gasto de energía, en este caso será por encima de la carretera.

Para un caudal hidrológico de 3.59 m3/s, se adopta un sistema de alcantarillado celular simple de dimensiones 1.50x1.50m.

“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

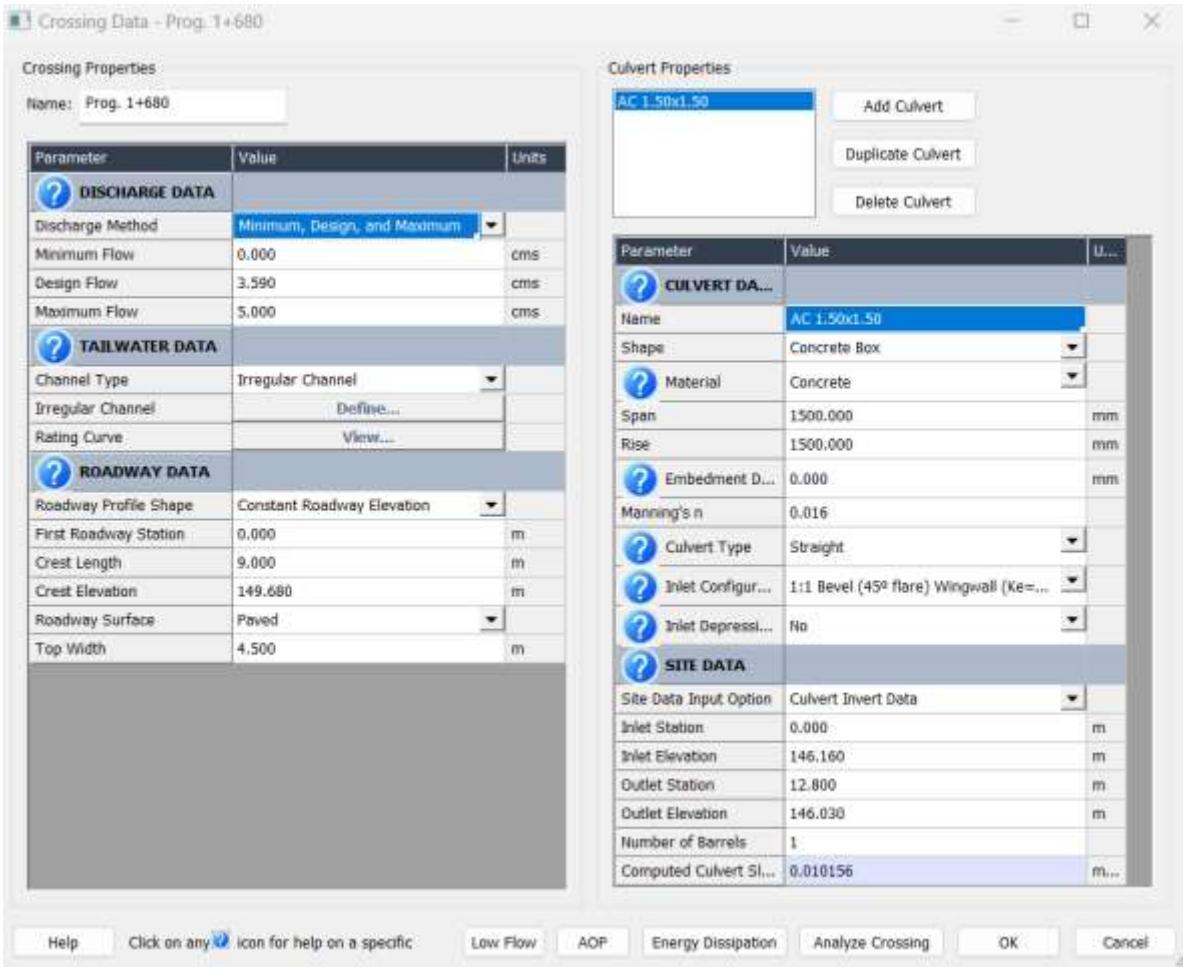


Figura 6. Datos de entrada, ACS 1.50x1.50 – 1+680.

Analizando los resultados obtenidos para el caudal de diseño y la dimensión de alcantarilla adoptada, podemos apreciar que, tanto en el acceso como a la salida, el tirante de agua no supera el 75% de la capacidad de la alcantarilla, produciéndose una curva de remanso de aguas arriba para aguas abajo.

Cumpliéndose las condiciones anteriormente mencionadas.

“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

Culvert Summary Table - AC 1.50x1.50

Total Discharge	Culvert Discharge	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	146.16	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.50	146.50	**0.34**	0.10	1-S2n	0.19	0.22	0.19	0.03	1.77	0.64
1.00	1.00	146.70	**0.54**	0.24	1-S2n	0.30	0.36	0.30	0.05	2.21	0.83
1.50	1.50	146.86	**0.70**	0.37	1-S2n	0.39	0.47	0.40	0.06	2.50	0.97
2.00	2.00	147.02	**0.86**	0.49	1-S2n	0.48	0.57	0.49	0.07	2.72	1.07
2.50	2.50	147.16	**1.00**	0.62	1-S2n	0.56	0.66	0.58	0.08	2.89	1.17
3.00	3.00	147.30	**1.14**	0.74	1-S2n	0.64	0.74	0.66	0.09	3.04	1.25
3.59	3.59	147.46	**1.30**	0.89	1-S2n	0.73	0.84	0.75	0.10	3.19	1.34
4.00	4.00	147.57	**1.41**	1.00	1-S2n	0.80	0.90	0.81	0.11	3.28	1.40
4.50	4.50	147.70	**1.54**	1.13	5-S2n	0.87	0.97	0.89	0.12	3.38	1.46
5.00	5.00	147.83	**1.67**	1.27	5-S2n	0.94	1.04	0.96	0.12	3.47	1.52

Display
Crossing Summary Table
Culvert Summary Table AC 1.50x1.50
Water Surface Profiles
Tapered Inlet Table
Customized Table Options...

Geometry
Inlet Elevation: 146.16 m
Outlet Elevation: 146.03 m
Culvert Length: 12.80 m
Culvert Slope: 0.0102
Culvert Rise: 1.50 m
Culvert Span: 1.50 m
Outlet Control: Full Flow

Plot
Crossing Rating Curve
Culvert Performance Curve
Selected Water Profile
Water Surface Profile Data

Help | Flow Types... | Edit Input Data... | Energy Dissipation... | AOP... | Low Flow... | Export Report | MS Word (*.docx) | Close

Figura 7. Tabla de resultados, ACS 1.50x1.50 – 1+680.

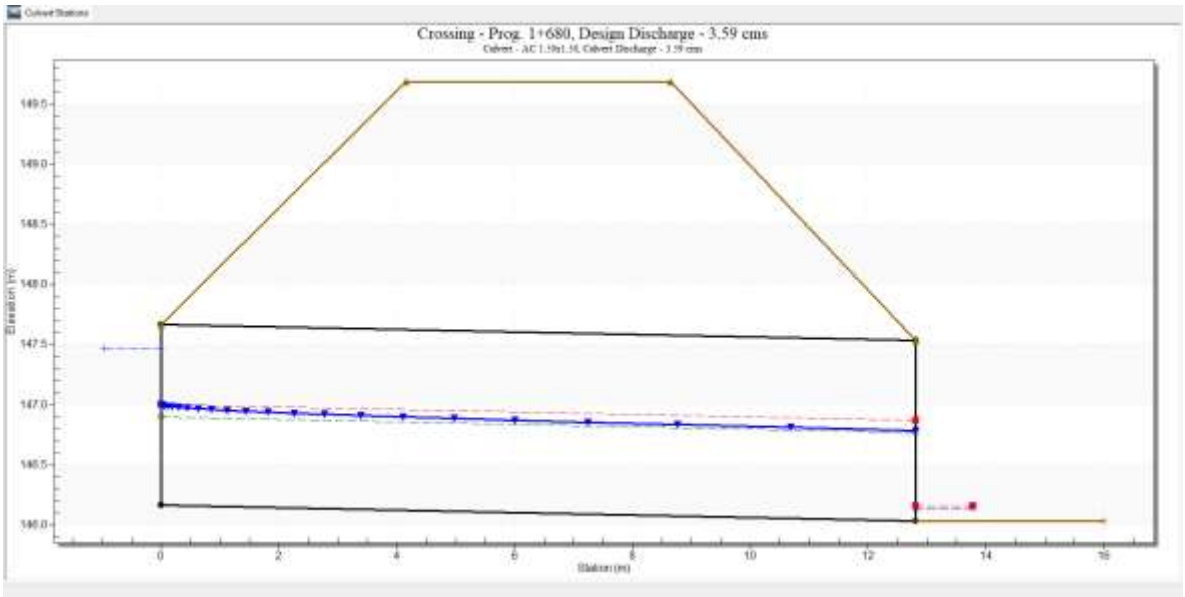


Figura 8. Perfil hidráulico, ACS 1.50x1.50 – 1+680.

Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

8.12. Conclusión

- Se delimitaron las cuencas de estudio para el tramo correspondiente a la Calle Moreira, con éstas, se estimaron los caudales generados por cada una para TR100 y posteriormente el caudal que cruza el tramo en cuestión de manera a determinar si existe la necesidad de estructuras de alcantarillado. A partir de esto, se propusieron las nuevas obras, de acuerdo a lo requerido según el cálculo y se detallan como sigue: Progresiva 6+140, ACM 1.00x1.50m, con estructura de entrada y salida de cabeceras con aleros similares a la figura 9.
- Progresiva 1+680, ACS 1.50x1.50m, con estructura de entrada y salida de cabeceras con aleros similares a la figura 9.
- A la salida de las alcantarillas, se recomienda de estructuras de protección contra la erosión, consistentes en colchones reno.

Con los datos topográficos relevados y ensamblados en una única superficie de cálculo, se evidencia que el escurrimiento hace trabajar a las obras propuesta captando valores similares de caudal que los calculados en el apartado hidrológico. Con estas dimensiones propuestas, cada obra responde satisfactoriamente en cuanto a su capacidad y a los criterios de diseño del Manuel de Carreteras del Paraguay (MOPC, 2019).

8.13. ANEXO

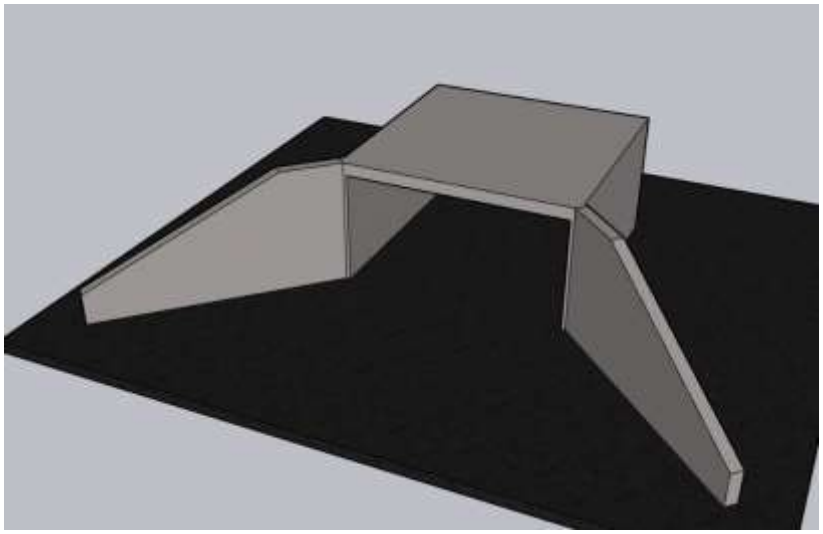


Figura 9. Esquema de estructura de entrada y salida de las alcantarillas, cabecera y estribos.

9. Proyección y cálculo de Puente

PUENTE SOBRE LUIS ARROYO – PK 6+140

9.1. Puente sobre el arroyo Luis Arroyo

9.2. Introducción y objetivo

El objeto del presente informe es establecer los criterios de cálculo estructural de la subestructura y justificar los cálculos realizados. Se realiza el rediseño integro de la subestructura y se comprueba el replanteo, con la limitación de mantener la cimentación y la geometría del estribo 1.

9.3. Descripción de la estructura

Se plantea este puente para salvar el arroyo Luis Arroyo, con una estructura de vano único de 10m de luz. Dicha estructura está constituida por un tablero de vigas de hormigón pretensada se sección doble “T” de 1.20m de canto.

La sección transversal del tablero consta de una losa de hormigón de 25cm cm de canto con un lado de un 2.5% apoyada sobre 4 vigas con una anchura total del tablero de 9.00m.

La subestructura está formada por dos cargaderos:

- El cargadero 1, consiste en un cargadero durmiente con dos filas de cuatro pilotes de 1 m de diámetro y 10m de profundidad. El apoyo del tablero se produce en la puntera y con cierta excentricidad. Está cerrado por ambos lados por dos aletas en vuelta de geométrica rectangular.
- El cargadero 2, es una viga de cargadero de 1.35 de canto y 1.80 de ancho, cimentada por una fila de cuatro pilotes de 10 metros de profundidad y un metro de diámetro. El apoyo del tablero se produce centrado con el eje de pilotes. Está cerrado por ambos lados por dos aletas en vuelta geométrica triangular, que se adapta el vertido de tierras.

9.3.1. Bases de calculo

Se relacionan a continuación las normas, instrucciones o reglamentos y recomendaciones de aplicación.

La normativa de referencia es la paraguaya.

- Manual de Carreteras del Paraguay. Normas para Estructuras y Puentes. Tomo 4. Volumen 1.
- AASHTO: para la consideración de cargas, coeficientes de seguridad y combinación de acciones.
- AASHTO (Standard Specifications for Highway Bridges 2002)
- AASHTO LRFD (Bridge Design Specifications 2007)
- ACI-318 (Building Code Requirements for Structural Concrete): para el cálculo de la armadura de los elementos de hormigón.

9.4. Valores característicos de las acciones

9.5. Acciones permanentes

Se refiere a los pesos de los elementos que constituyen la obra, y se supone que actúan en todo momento.

Siendo constante en magnitud y posición. Están formadas por el peso propio y la carga muerta.

- Peso propio de elementos estructurales (DC): La carga e deduce de la geometría teórica de la estructura, considerando para la densidad los siguientes valores:
  - Hormigón: 25.0 kN/m3
  - Acero: 78.5 kN/m3
- Carga muerta en superficie (DW): La carga muerta es debida al peso de los elementos no estructurales que se colocan sobre el tablero e incluye las siguientes cargas:
  - Capa de pavimento de 5 cm de espesor, se considera una densidad de 23kN/m3. Se tiene en cuenta el incremento de un

50% sobre este espesor para tener en cuenta posibles repavimentaciones.

- Barreras de seguridad en laterales o medianas del tablero 7.3kN/m. Se incluyen el peso de la capa de base de apoyo de las barreras.
- Se toman en cuenta los sobreespesores de losa según la rasante en cada punto.
- Pretensado: el pretensado se modeliza a nivel de sección pir medio del programa VigaPret de k2 ingenieria. Este mismo programa se encarga de evaluar las perdidas (instantáneas y diferidas), asi como las longitudes de transmisión y anclaje de refuerzo por adherencia.
- Fluencia y retracción: a nivel de sección la fluencia de la ciga postensada provoca un acortamiento que es coartado por la losa. Esa coacción provoca que parte del pretensado introducido en la viga fluya hacia la sección completa, provocando una redistribución a nivel de sección de las secciones resistidas inicialmente únicamente por la viga. El análisis se refiere a las acciones debidas al trafico vehicular y sobrecargas de construcción.

9.6. Acciones transitorias

Se refiere a las acciones debida al tráfico vehicular y sobrecargas de construcción.

- Cargas debidas al peso de los vehículos (LL) con la aplicación de los factores de presencia múltiple (m) e incremento por carga dinámica (IM) que corresponda. Los modelos de las diferentes cargas a aplicar son los siguientes:
    a. Camión de diseño (HS20)

b. Camión tándem de diseño
c. Línea de diseño

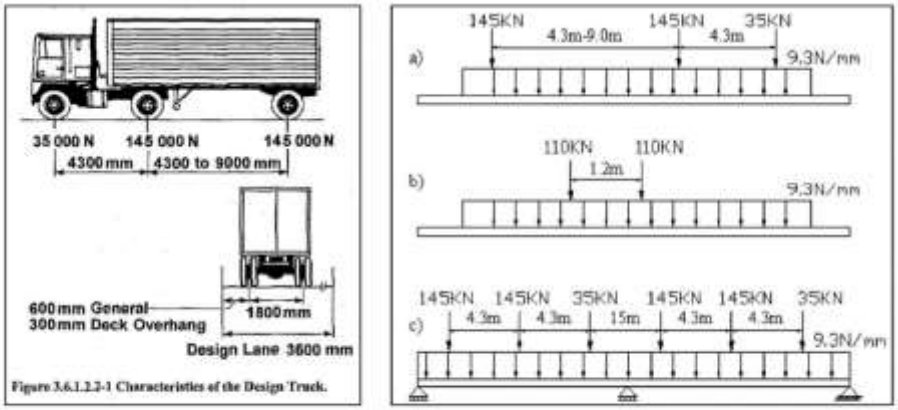


Figura nº 1. Camión de diseño (HS20) y diferentes modelos de cargas por peso de vehículos. (Fuente: AASHTO LRFD-2012)

Los factores por presencia múltiple (m) de vehiculos en la calzada e incremento por carga dinámica (IM) son los siguientes:

Table 3.6.1.1.2-1—Multiple Presence Factors, *m*

Number of Loaded Lanes	Multiple Presence Factors, *m*
1	1.20
2	1.00
3	0.85
>3	0.65

Table 3.6.2.1-1—Dynamic Load Allowance, *IM*

Component	IM
Deck Joints—All Limit States	75%
All Other Components:	
• Fatigue and Fracture Limit State	15%
• All Other Limit States	33%

Figura nº 2. Factores por presencia múltiple e incremento por carga dinámica. (Fuente: AASHTO LRFD-2012)

- Cargas debido al frenado de los vehículos (BR) correspondiente al mayor valor de:
  a. El 25% de la carga del carro por eje
  b. El 5% de la carga del carro más la sobrecarga
- La carga se aplicará en todos los carriles designados por la normativa en que circulen en la misma dirección.

- Cargas debido al viento (WS) en superestructura. Se aplica de acuerdo con la AASHTO una presión de viento sobre superestructura de 2.39kN/m2 en dirección tranversal y 0.57 kN/m2 en dirección longitudinal.
- Cargas debido al viento (WL) en carga viva. Se aplicara de acuerdo con la AASHTO una carga de viento sobre superestructura de 1.46kN/m en dirección transversal y 0.58kN/m en dirección longirudinal.
- Temperatura (TU): Se ha producido una deformación por temperatura de 0.2mm/m en los elementos del tablero obtenido de acuerdo con la AASHTO para un clima moderado (+-19.50°C de variación térmica)

9.7. Combinación de las diferentes acciones

En la siguiente figura, se indican las distintas hipótesis de carga a considerar.

Para cada acción característica (ql) se obtiene si valor de combinación ni.yi.qi, según el estado de carga que se esté comprobando.

Todos los componentes deberán satisfacer la siguiente ecuación para cada estado límite de cálculo:

$$n\sum \gamma_i q_i \leq \phi R_n = R_r$$

donde:

- n: Factor de resistencia que relaciona ductilidad, redundancia e importancia operativa según:

$$n = n_D\, n_R\, n_I > 0.95$$

  n_D: Factor de ductilidad. En nuestro caso: $n_D = 1$.
  n_R: Factor de redundancia. En nuestro caso: $n_R = 1$.
  n_I: Factor de importancia operativa. En nuestro caso: $n_I = 1$.

  Por tanto: n = 1.
- γ_i: Factor de carga según la Tabla 3.4.1.1 de la AASHTO LRFD.
- q_i: Acción característica.
- Ø: Factor de resistencia.
- R_n: Resistencia nominal.
- R_r: Resistencia factorizada.

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

Table 3.4.1-1—Load Combinations and Load Factors

Load Combination Limit State	*DC* *DD* *DW* *EH* *EV* *ES* *EL* *PS* *CR* *SH*	*LL* *IM* *CE* *BR* *PL* *LS*	*WA*	*WS*	*WL*	*FR*	*TU*	*TG*	*SE*	Use One of These at a Time *EQ*	*BL*	*IC*	*CT*	*CV*
Strength I (unless noted)	γ_p	1.75	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Strength II	γ_p	1.35	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Strength III	γ_p	—	1.00	1.40	—	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Strength IV	γ_p	—	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	—	—	—	—	—	—	—
Strength V	γ_p	1.35	1.00	0.40	1.0	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Extreme Event I	γ_p	γEQ	1.00	—	—	1.00	—	—	—	1.00	—	—	—	—
Extreme Event II	γ_p	0.50	1.00	—	—	1.00	—	—	—	—	1.00	1.00	1.00	1.00
Service I	1.00	1.00	1.00	0.30	1.0	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Service II	1.00	1.30	1.00	—	—	1.00	1.00/1.20	—	—	—	—	—	—	—
Service III	1.00	0.80	1.00	—	—	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Service IV	1.00	—	1.00	0.70	—	1.00	1.00/1.20	—	1.0	—	—	—	—	—
Fatigue I— *LL, IM & CE* only	—	1.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fatigue II— *LL, IM & CE* only	—	0.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Table 3.4.1-2—Load Factors for Permanent Loads, γ_p

Type of Load, Foundation Type, and Method Used to Calculate Downdrag		Load Factor Maximum	Load Factor Minimum
DC: Component and Attachments		1.25	0.90
DC: Strength IV only		1.50	0.90
DD: Downdrag	Piles, α Tomlinson Method	1.4	0.25
	Piles, λ Method	1.05	0.30
	Drilled shafts, O'Neill and Reese (1999) Method	1.25	0.35
DW: Wearing Surfaces and Utilities		1.50	0.65
EH: Horizontal Earth Pressure			
• Active		1.50	0.90
• At-Rest		1.35	0.90
• *AEP* for anchored walls		1.35	N/A
EL: Locked-in Construction Stresses		1.00	1.00
EV: Vertical Earth Pressure			
• Overall Stability		1.00	N/A
• Retaining Walls and Abutments		1.35	1.00
• Rigid Buried Structure		1.30	0.90
• Rigid Frames		1.35	0.90
• Flexible Buried Structures			
o Metal Box Culverts and Structural Plate Culverts with Deep Corrugations		1.5	0.9
o Thermoplastic culverts		1.3	0.9
o All others		1.95	0.9
ES: Earth Surcharge		1.50	0.75

Figura nº 3. Tablas de factor de carga a considerar (Fuente: AASHTO LRFD-2012)

En el caso de los cálculos de este informe, al considerarse solo las cargas definidas en el apartado anterior, las combinaciones de acciones críticas se reducen a:

- Strength I /Strength III
- Service I

Respecto al Estado Limite de servicio, se ha indicado la consideración para el diseño de estructuras de hormigón armado y pretensado del estado Service I, de mayores factores de carga de Service III, siendo el Service II para el cálculo de estructuras de acero.

9.8. Materiales

Se utilizaron los materiales que se indican en la siguiente tabla:

CUADRO DE ESPECIFICACIONES SEGÚN MANUAL DE CARRETERAS DEL PARAGUAY "NORMAS PARA ESTRUCTURAS Y PUENTES"						
MATERIAL	ELEMENTO	TIPO O CLASE	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA [N/mm²]	RECUBRIMIENTO NOMINAL [mm]	MÁXIMA RELACIÓN AGUA/CEMENTO	CONTENIDO MÍN. CEMENTO [kg/m³]
HORMIGÓN SIMPLE	LIMPIEZA Y NIVELACIÓN	E	f'c ≥ 15	-	0.75	196
	PILOTES	A	f'c ≥ 30	75	0.49	363
	ENCEPADOS	A	f'c ≥ 30	50	0.49	363
	ALZADO DE ESTRIBOS	A	f'c ≥ 30	50	0.49	363
	PILAS	A	f'c ≥ 30	40	0.49	363
	LOSAS DE TRANSICIÓN	A	f'c ≥ 30	50	0.49	363
HORMIGÓN PRETENSADO	VIGAS POSTESADAS	PP	f'c ≥ 45	50	0.36	500
	LOSA DE COMPRESIÓN	P	f'c ≥ 35	40	0.42	420
ACERO CORRUGADO DE REFUERZO (PASIVO)	TODOS LOS ELEMENTOS	ASTM A 615 - Grado 60	fs ≥ 420	-	-	-
ACERO ACTIVO	CORDONES DE VIGAS	ASTM A 416 - Grado 270	fpu ≥ 1860	-	-	-
ACERO ESTRUCTURAL	CHAPA GRECADA	ASTM A 653 - Grado 40/37	fs ≥ 270	-	-	-

Figura nº 4. Cuadro de materiales en puentes de vigas

9.9. Criterios generales de calculo y modelos estructurales

Para llevar a cabo el cálculo, diseño y la comprobación de los diferentes elementos se componen con la estructura se ha realizado un análisis estructural de tipo lineal. La estructura se ha idealizado como un emparrillado espacial de 6 grados de libertad por nudo mediante el software de elementos Finitos Robot

Structural Analysis de Autodesk. A continuación, se muestran la imagen de modelo considerado en 3 dimensiones.

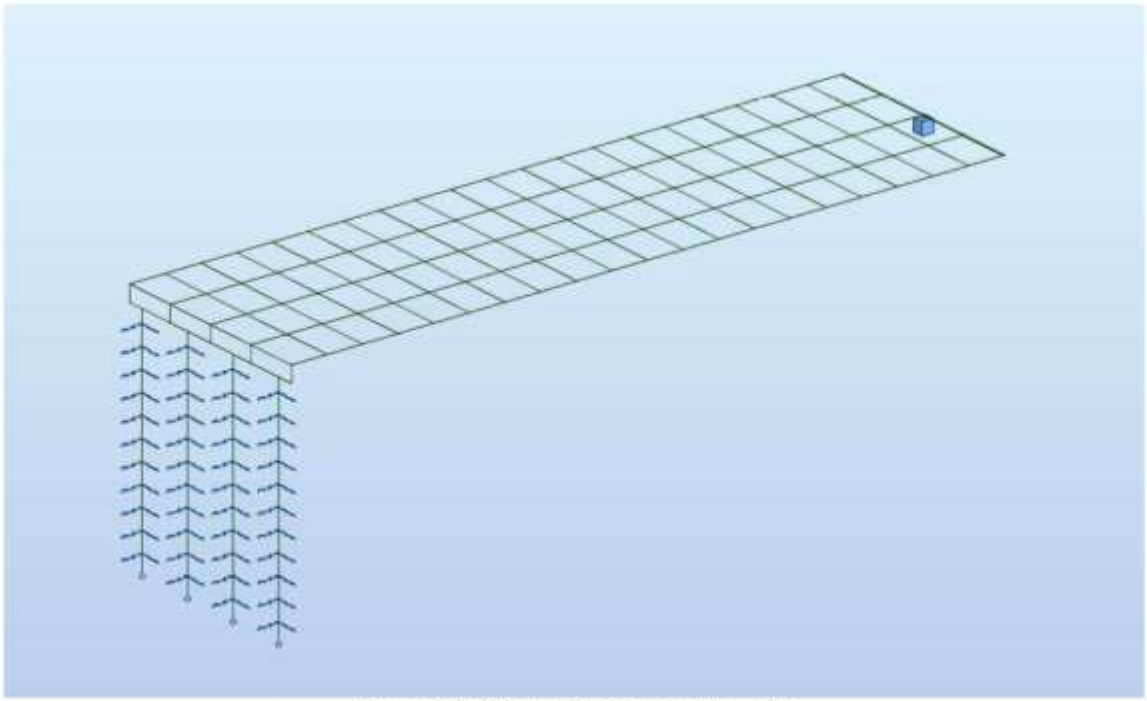


Figura nº 5. Modelo de barras del puente

9.10. Cálculo de estribos

Se presentan las comprobaciones de los cargaderos a flexión, cortante y fisuración.

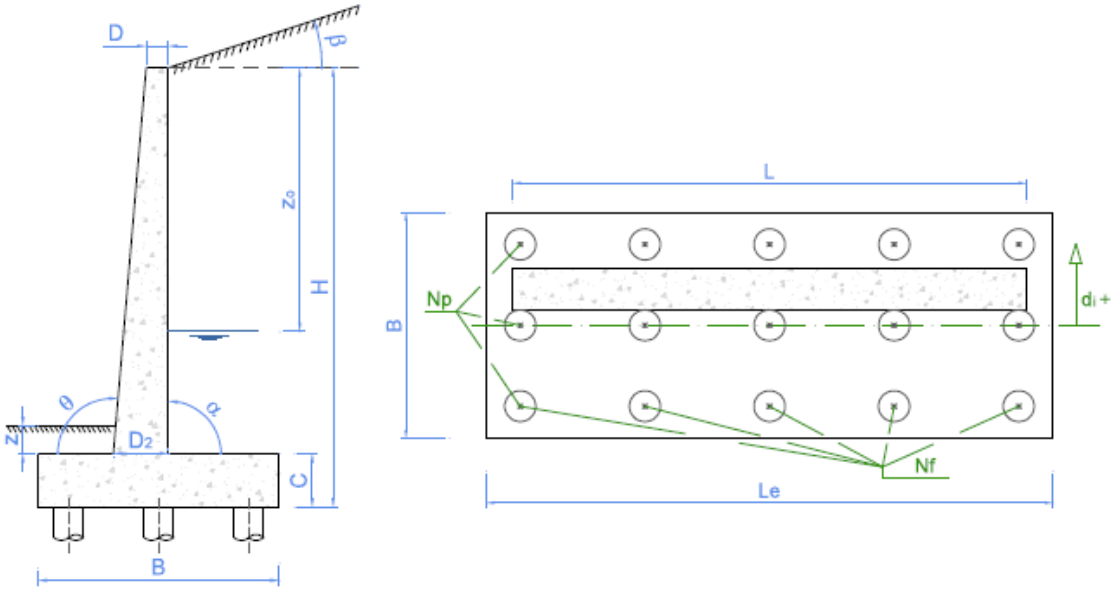
Cálculo de cargadero E-1

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

Reparto de axiales en pilotes:

DATOS GEOMÉTRICOS

Altura total	H =	3.70 m
Longitud de muro / estribo	L =	11.70 m
Canto superior del tabique	D =	0.60 m
Canto inferior del tabique	D_2 =	0.60 m
Inclinación del trasdós	α =	90.00 º
Inclinación del intradós	θ =	90.00 º
Distancia eje de apoyo - pto sup paramento exterior	e_1 =	-0.51 m
Altura murete	h_m =	2.35 m
Longitud de encepado	Le =	11.70 m
Ancho total de encepado	B =	5.75 m
Puntera encepado	P =	1.20 m
Talón encepado	T =	3.95 m
Canto de encepado	C =	1.35 m
Altura de tierras sobre cimentación	z =	0.50 m
Inclinación del terreno	β =	0.00 º
Nivel freático	z_o =	20.00 m



Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

PILOTES

Tipo de sección de pilotes		Secc =	Circular
Diámetro / lado de pilotes		ϕ_p ó L_p=	1.00 m
Número de filas de pilotes		N_f =	4 filas
Número de pilotes por fila		N_p =	2 pilotes
Tensión admisible por pilote		σ_{adm} =	4.0 MPa
Distancias de los pilotes de cada fila al cdg del encepado:			
	Pilote 1	d_1 =	1.83 m
	Pilote 2	d_2 =	-1.83 m
	Pilote 3	d_3 =	— m
	Pilote 4	d_4 =	— m

Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

MATERIALES

Densidad del Concreto armado	ρc =	25	kN/m3
Resistencia característica del Concreto en alzado	$f_{ck,alz}$ =	30	N/mm2
Resistencia característica del Concreto en encepado	$f_{ck,enc}$ =	30	N/mm2
Resistencia característica del Concreto en pilotes	$f_{ck,pil}$ =	30	N/mm2
Coeficiente de minoración del Concreto	γc =	1,31	
Límite de fluencia del acero	f_{yk} =	420	N/mm2
Coeficiente de minoración del acero	γs =	1,11	
Recubrimiento en alzado	r =	0,05	m
Recubrimiento medio en encepado (fajas entre pilotes)	$r_{,enc}$ =	0,15	m

TERRENO

Densidad aparente	γ =	20	kN/m3
Densidad sumergida	γ' =	10	kN/m3
Ángulo de rozamiento interno	φ =	35	°
Ángulo de rozamiento muro - terreno	δm =	0	°
Coeficiente de empuje activo vertical (Coulomb)	λv =	0,00	
Coeficiente de empuje activo horizontal (Coulomb)	λh =	0,27	
H de tierras con E despreciable (desde cota de terreno)	h_o = -		m
Módulo de deformación del terreno en cabeza de pilote	E_o = -		MPa
Módulo de deformación del terreno en punta de pilote	E_L = -		MPa

ACCIONES

Para el cálculo del estribo se plantean 3 hipótesis de cálculo posibles:

HIPÓTESIS 1 - Estado inicial sin carga del tablero
HIPÓTESIS 2 - Carga vertical mínima del tablero
HIPÓTESIS 3 - Carga vertical máxima del tablero

ESF. EN CABEZA DE ESTRIBOS		
	Servicio	Resistencia
Vmax [kN]	4052,0	5869,0
Vmin [kN]	2792,0	2781,0
H [kN]	223,0	250,0

Sobrecarga vertical uniforme sobre el terreno	q =	12,0	kN/m2
Coeficiente de mayoración de sobrecargas	γq =	1,75	
Coeficiente de mayoración de cargas permanentes	γg =	1,25	

Empujes horizontales del terreno + sc			
Profundidad [m]		Empuje [kN/m2]	
z1 =	0,0	p1 =	3,3
z2 =	0,4	p2 =	5,5
z3 =	0,8	p3 =	7,7
z4 =	1,2	p4 =	9,9
z5 =	1,6	p5 =	12,2
z6 =	2,1	p6 =	14,4
z7 =	2,5	p7 =	16,6
z8 =	2,9	p8 =	18,8
z9 =	3,3	p9 =	21,1
z10 =	3,7	p10 =	23,3

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

ESFUERZOS EN BASE DE ENCEPADO

Distancia entre cdg de encepado y cdg de alzado $e2 =$ 1.38 m
Dist entre cdg de enc. y pto de aplic. de cargas del tablero $e3 =$ 2.18 m

Comb. en base de encepado ref al cdg de encepado	M (mkN)	V (kN)	H (kN)
ELS - HIP1	-771.8	5550.0	574.8
ELS - HIP2	5615.9	8342.0	797.8
ELS - HIP3	8362.7	9602.0	797.8
ELU - HIP1	-1634.1	8371.1	1005.9
ELU - HIP2	4624.2	10481.4	1255.9
ELU - HIP3	11497.8	14240.1	1255.9

REPARTO DE ESFUERZOS EN PILOTES

Longitud equivalente de empotramiento de los pilotes $L_{eq} =$ 6.03 m

REPARTO EN ELS	Pilote	P_i [kN]	H_i [kN]	M_i [mkN]	σ [MPa]
ELS - HIP1	1	759.6	71.9	216.7	0.967
	2	627.9	71.9	216.7	0.799
	3	-	-	-	-
	4	-	-	-	-
ELS - HIP2	1	1592.2	99.7	300.8	2.027
	2	493.3	99.7	300.8	0.628
	3	-	-	-	-
	4	-	-	-	-
ELS - HIP3	1	1937.9	99.7	300.8	2.467
	2	462.7	99.7	300.8	0.589
	3	-	-	-	-
	4	-	-	-	-

REPARTO EN ELU	Pilote	P_{si} [kN]	H_{si} [kN]	M_{si} [mkN]
ELU - HIP1	1	1142.3	125.7	379.2
	2	950.5	125.7	379.2
	3	-	-	-
	4	-	-	-
ELU - HIP2	1	1886.3	157.0	473.5
	2	734.0	157.0	473.5
	3	-	-	-
	4	-	-	-
ELU - HIP3	1	2827.0	157.0	473.5
	2	733.0	157.0	473.5
	3	-	-	-
	4	-	-	-

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

Cálculo de cargadero E-2

PROYECTO: VI-T5-155+085 (PUENTE SOBRE ARROYO GUAZÚ) Cargadero My

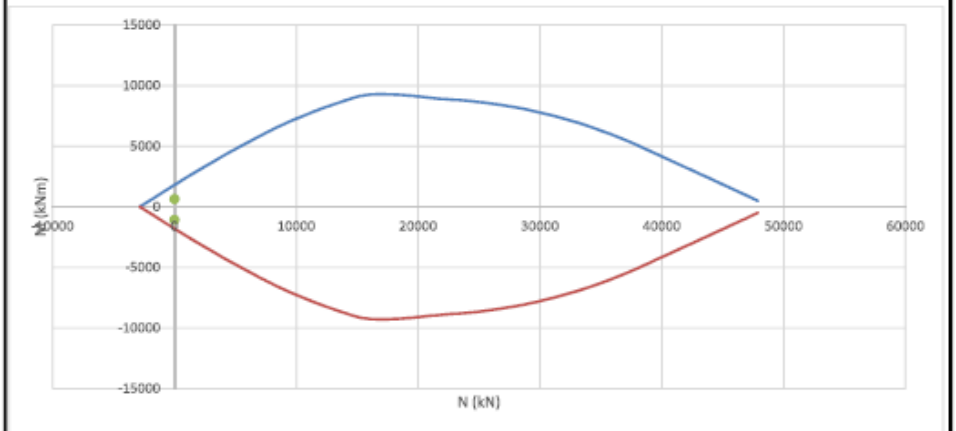
Resist. caract horm.	f_{ck}	30	MPa
Factor de cansancio	α_{cc}	0.85	
Coef seguridad horm.	γ_c	1.00	
Resist. caract. acero	f_{yk}	420	MPa
Coef. seguridad acero	γ_s	1.00	
Resist. caract. pretens.	f_{ypk}	1680	MPa
Coef. seguridad pretens.	γ_p	1.00	
Axil antes de inyección	N_p	0.0	kN
Momento antes de inyección	M_p	0.0	mkN

Trapecios de hormigón			Acero pasivo		Pretensado			
Altura	Base Superior	Base Inferior	Area	Prof.	Area acero	Area vainas	Prof	Fpret
m	m	m	cm^2	m	cm^2	cm^2	m	kN
1.35	1.80	1.80	37.7	0.05				
			37.7	1.30				

COEFICIENTE DE SEGURIDAD ADICIONAL

Nd kN	Md mkN	Coef. seg. Glob.	Nint kN	Mint mkN	Coef. seg. Mom.
0	643	✓ 2.89	0	1860	✓ 2.79
0	-1075	✓ 1.73	0	1860	✓ 1.67

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN AXÍL-MOMENTO (N-M)



"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

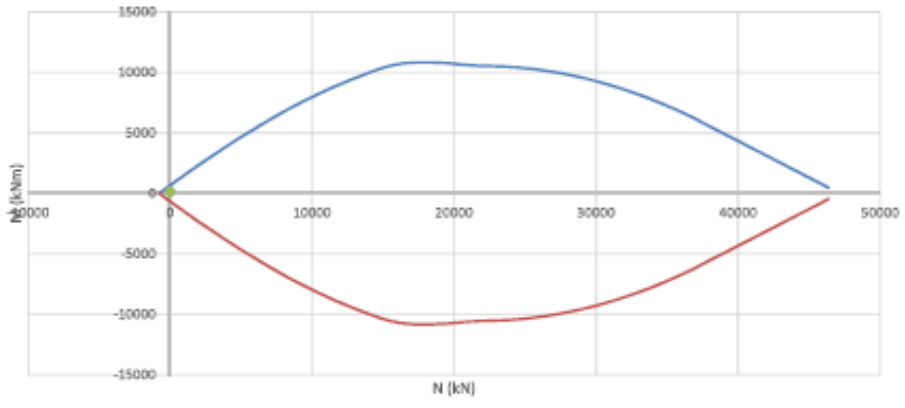
Resist. caract horm.	f_{ck}	30	MPa
Factor de cansancio	α_{cc}	0.85	
Coef seguridad horm.	γ_c	1.00	
Resist. caract. acero	f_{yk}	420	MPa
Coef. seguridad acero	γ_s	1.00	
Resist. caract. pretens.	f_{ypk}	1680	MPa
Coef. seguridad pretens.	γ_p	1.00	
Axil antes de inyección	N_p	0.0	kN
Momento antes de inyección	M_p	0.0	mkN

Trapecios de hormigón			Acero pasivo		Pretensado			
Altura	Base Superior	Base Inferior	Area	Prof.	Area acero	Area vainas	Prof	Fpret
m	m	m	cm^2	m	cm^2	cm^2	m	kN
1.80	1.35	1.35	10.2	0.05				
			10.2	1.75				

COEFICIENTE DE SEGURIDAD ADICIONAL

Nd kN	Md mkN	Coef. seg. Glob.	Nint kN	Mint mkN	Coef. seg. Mom.
0	130	✓ 5.19	0	675	✓ 5.08

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN AXÍL-MOMENTO (N–M)



Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

GEOMETRÍA DEL PILOTE

Sección de pilote		circular
Diámetro/Lado	D =	1 m
Longitud	L =	10.0 m
Área sección	As =	0.79 m^2
Área contorno	Ac =	3.14 m^2/m

CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO

Nº capas de terreno	n =	3
Coeficiente de minoración de punta	Cp =	3.0
Coeficiente de minoración de fuste	Cf =	2.0

Material	Espesor capa [m]	Resistencia unitaria punta [N/mm^2]	Resistencia punta minorada [N/mm^2]	Resistencia unitaria fuste [N/mm^2]	Resistencia fuste minorada [N/mm^2]	Rozamiento negativo [N/mm^2]
Arena limosa	4.00	0.34	0.11	0.01	0.01	0.00
Arena limosa	3.50	2.46	0.82	0.05	0.02	0.00
Arcilla arenosa	2.50	4.27	1.42	0.30	0.15	0.00

Empotramiento mínimo en capa inferior	Linf,mín =	3.00 m
Long. mínima de pilote que garantiza empotramiento	Lp,mín =	7.00 m

RESULTADOS EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

Axil máximo en cabeza de pilote	N =	1937.0 kN
Tensión tope estructural	σ_{Te} =	4.00 N/mm^2

Material	Resistencia por fuste [kN]	Resistencia por punta [kN]	Rozamiento negativo [kN]	Potencia estrato [m]	Resistencia pilote a hundimiento [kN]	Tope estructural pilote [kN]
Arena limosa	75.4	0.0	0.0	4.00	**2624.3**	**3141.6**
Arena limosa	252.9	0.0	0.0	3.50		
Arcilla arenosa	1178.1	1117.9	0.0	2.50		

Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

GEOMETRÍA DEL PILOTE

Sección de pilote		circular
Diámetro/Lado	D =	1 m
Longitud	L =	10.0 m
Área sección	As =	0.79 m^2
Área contorno	Ac =	3.14 m^2/m

CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO

Nº capas de terreno	n =	3
Coeficiente de minoración de punta	Cp =	3.0
Coeficiente de minoración de fuste	Cf =	2.0

Material	Espesor capa [m]	Resistencia unitaria punta [N/mm^2]	Resistencia punta minorada [N/mm^2]	Resistencia unitaria fuste [N/mm^2]	Resistencia fuste minorada [N/mm^2]	Rozamiento negativo [N/mm^2]
Estrato 1	2.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00
Estrato 2	4.00	3.50	1.17	0.06	0.03	0.00
Estrato 3	4.00	4.30	1.43	0.06	0.03	0.00

Empotramiento mínimo en capa inferior	Linf,mín =	3.00 m
Long. mínima de pilote que garantiza empotramiento	Lp,mín =	5.00 m

RESULTADOS EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

Axil máximo en cabeza de pilote	N =	1043.0 kN
Tensión tope estructural	σ_{Te} =	4.00 N/mm^2

Material	Resistencia por fuste [kN]	Resistencia por punta [kN]	Rozamiento negativo [kN]	Potencia estrato [m]	Resistencia pilote a hundimiento [kN]	Tope estructural pilote [kN]
Estrato 1	100.5	0.0	0.0	2.00		
Estrato 2	402.1	0.0	0.0	4.00	**2030.5**	**3141.6**
Estrato 3	402.1	1125.7	0.0	4.00		

Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

DATOS :

ELEMENTO

Losas o alcantarillas

SECCIÓN

Tipo de sección	Rectangular maciza		
Canto	h =	0.30	m
Ancho	b =	1.00	m
Área perímetro exterior	Acp =	0.30	m^2
Longitud perímetro exterior	pc =	2.60	m
Área flujo de cortante (eje)	Ao =	0.18	m^2
Long. perímetro ref transversal (eje)	ph =	2.20	m
Ancho efectivo	b_v =	1.00	m
Centro de gravedad	v =	0.15	m
Área	A =	0.30	m^2
Recubrimiento	r =	0.05	m
Armadura a tracción por flex.	As =	7.53	cm2
A. pasiva a tracción por flexión	A_s =	7.53	cm^2
A. long. activa	A_p =	0.00	cm^2

MATERIALES

Factor resist. cortante-tors	φv =	0.90	
Factor resist. flexión	φf =	0.90	
Factor resist. axil	φc =	0.75	
Hormigón	f_c =	30	N/mm^2
Acero pasivo	f_y =	420	N/mm^2
	E_s =	200000	N/mm^2
Acero activo	f_{pu} =	1860	N/mm^2
	E_p =	190000	N/mm^2

ESFUERZOS

Axil de cálculo	N_u =	-40.0	KN	(Compresión positivo)
Flector de cálculo	M_u =	60.0	mkN	
Torsor de cálculo	T_u =	0.0	mkN	
Cortante de cálculo	V_u =	40.0	KN	
Cortante pretensado	V_p =	0.0	KN	
Cortante de cálculo equivalente	V'_u =	40.0	KN	

ARMADURA

Ángulo estribos	α =	90.00	°

CÁLCULOS PREVIOS:

Canto útil	de =	0.25	m
Brazo mecánico	dv =	0.23	m
Esfuerzo compresión cdg concreto	fpc =	0.00	N/mm^2
Def. armadura traccionada	ε_s =	0.0022	
Ángulo esf. compresión diag.	θ =	36.59	°
Parámetro harm fisurado	β =	1.83	
	cotg θ =	1.35	
	cotg α =	0.00	
Momento torsional de fisuración	Tcr =	62	kN·m

RESULTADOS:

AGOTAMIENTO POR COMPRESIÓN

	v_u =	0.20	N/mm^2	
	$V_{u,máx}$ =	1687.50	KN >= Vu	CUMPLE

AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN

	V_c =	187.0	KN	
	V_s =	0.0	KN	NO HACE FALTA ARMAR A CORTANTE
	T_s =	0.0	kN·m	
Refuerzo transversal a cortante	**Aα =**	**0.00**	**cm^2/m**	
Refuerzo transversal a torsión	**At =**	**0.00**	**cm^2/m**	
Refuerzo longitudinal total a torsión	**Al,tors =**	**0.00**	**cm^2**	

Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

DATOS :

ELEMENTO

Losas o alcantarillas

SECCIÓN

Tipo de sección		Rectangular maciza	
Canto	h =	0.30	m
Ancho	b =	1.00	m
Área perímetro exterior	Acp =	0.30	m^2
Longitud perímetro exterior	pc =	2.60	m
Área flujo de cortante (eje)	Ao =	0.18	m^2
Long. perímetro ref transversal (eje)	ph =	2.20	m
Ancho efectivo	b_v =	1.00	m
Centro de gravedad	v =	0.15	m
Área	A =	0.30	m^2
Recubrimiento	r =	0.05	m
Armadura a tracción por flex.	As =	7.53	cm2
A. pasiva a tracción por flexión	A_s =	7.53	cm^2
A. long. activa	A_p =	0.00	cm^2

MATERIALES

Factor resist. cortante-tors	ϕv =	0.90	
Factor resist. flexión	ϕf =	0.90	
Factor resist. axil	ϕc =	0.75	
Hormigón	f_c =	30	N/mm^2
Acero pasivo	f_y =	420	N/mm^2
	E_s =	200000	N/mm^2
Acero activo	f_{pu} =	1860	N/mm^2
	E_p =	190000	N/mm^2

ESFUERZOS

Axil de cálculo	N_u =	22.0	KN	(Compresión positiva)
Flector de cálculo	M_u =	25.0	mkN	
Torsor de cálculo	T_u =	0.0	mkN	
Cortante de cálculo	V_u =	35.0	KN	
Cortante preteasado	V_p =	0.0	KN	
Cortante de cálculo equivalente	V'_u =	35.0	KN	

ARMADURA

Ángulo estribos	α =	90.00	°

CÁLCULOS PREVIOS:

Canto útil	de =	0.25	m
Brazo mecánico	dv =	0.23	m
Esfuerzo compresión cdg concreto	fpc =	0.07	N/mm^2
Def. armadura traccionado	ε_s =	0.0009	
Ángulo ref. compresión diag.	θ =	32.14	°
Parámetro horm fisurado	β =	2.87	
	cotg θ =	1.59	
	cotg α =	0.00	
Momento torsional de fisuración	Tcr =	63	kN·m

RESULTADOS:

AGOTAMIENTO POR COMPRESIÓN

	τ_u =	0.17	N/mm^2	
	$V_{u,max}$ =	1687.50	KN >= Vu	CUMPLE

AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN

	V_c =	293.5	KN	
	V_s =	0.0	KN	NO HACE FALTA ARMAR A CORTANTE
	T_s =	0.0	kN·m	
Refuerzo transversal a cortante	**Aα =**	**0.00**	**cm^2/m**	
Refuerzo transversal a torsión	**At =**	**0.00**	**cm^2/m**	
Refuerzo longitudinal total a torsión	**Al,tors =**	**0.00**	**cm^2**	

Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

Cálculo de Aletas

DATOS INICIALES:

Resistencia característica	f_{ck}	30	N/mm^2
Ancho de la sección	b	1.000	m
Canto de la sección	h	0.300	m
Área de la armadura superior	A_s'	7.53	cm^2
Diámetro de las barras superiores	D_{sup}	12	mm
Recubrimiento armadura superior	c'	0.050	m
Área de la armadura inferior	A_s	7.53	cm^2
Diámetro de las barras inferiores	D_{inf}	12	mm
Número de filas de armadura inferior	n_{inf}	1	
Recubrimiento armadura inferior	c	0.050	m
Módulo de deformación del acero	E_s	200000	N/mm^2
Distancia entre barras longitudinales	s	0.150	m
Tipo de exposición		Clase 2	
M_f Combinación cuasipermanente	$M_{f,qp}$	15.00	kNm
N Combinación cuasipermanente	N_{qp}	0.00	kN

VALORES INTERMEDIOS:

Factor de exposición	γ_e	0.75	
Momento de fisuración	M_{fis}	58.64	kNm
Tensión para M_{fis} en sección fisurada	σ_{sr}	339.0	N/mm^2
Tensión para M_{qp} en sección fisurada	σ_s	86.7	N/mm^2
Canto útil superior	d_l	244.0	mm
Coeficiente beta	β_{ss}	1.286	

RESULTADOS:

Separación máxima entre barras	**s**	**725 mm**	**OK**
Armadura de piel	A_{sk}	**0.0 cm^2/m**	

La armadura de piel se distribuye en ambas caras verticales en la longitud $d_l/2$ de la cara traccionada con un intereje entre barras inferior a 41 mm

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

DATOS INICIALES:

Resistencia característica	f_{ck}	30	N/mm^2
Ancho de la sección	b	1.000	m
Canto de la sección	h	0.300	m
Área de la armadura superior	A_s'	7.53	cm^2
Diámetro de las barras superiores	D_{sup}	12	mm
Recubrimiento armadura superior	c'	0.050	m
Área de la armadura inferior	A_s	7.53	cm^2
Diámetro de las barras inferiores	D_{inf}	12	mm
Número de filas de armadura inferior	n_{inf}	1	
Recubrimiento armadura inferior	c	0.050	m
Módulo de deformación del acero	E_s	200000	N/mm^2
Distancia entre barras longitudinales	s	0.150	m
Tipo de exposición		Clase 2	
M_f Combinación cuasipermanente	$M_{f,qp}$	15.00	kNm
N Combinación cuasipermanente	N_{qp}	0.00	kN

VALORES INTERMEDIOS:

Factor de exposición	γ_e	0.75	
Momento de fisuración	M_{fis}	58.64	kNm
Tensión para M_{fis} en sección fisurada	σ_{sr}	339.0	N/mm^2
Tensión para M_{qp} en sección fisurada	σ_s	86.7	N/mm^2
Canto útil superior	d_l	244.0	mm
Coeficiente beta	β_{ss}	1.286	

RESULTADOS:

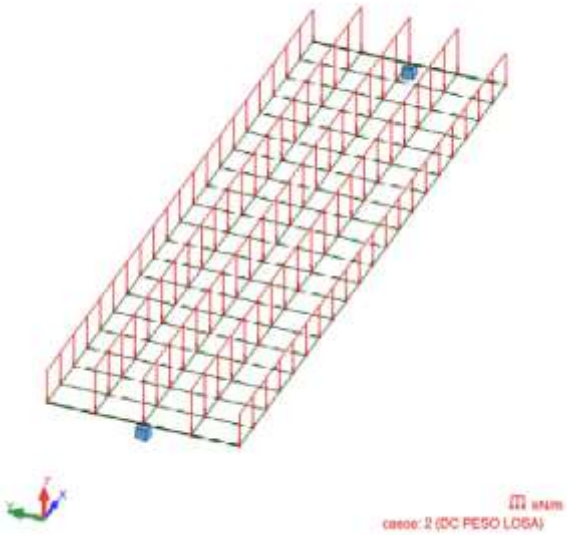
Separación máxima entre barras	**s**	**725 mm**	**OK**
Armadura de piel	**A_{sk}**	**0.0 cm^2/m**	

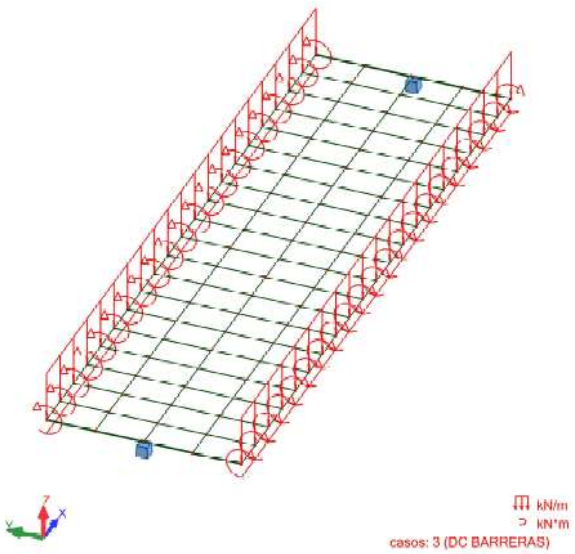
La armadura de piel se distribuye en ambas caras verticales en la longitud $d_l/2$ de la cara traccionada con un intereje entre barras inferior a 41 mm

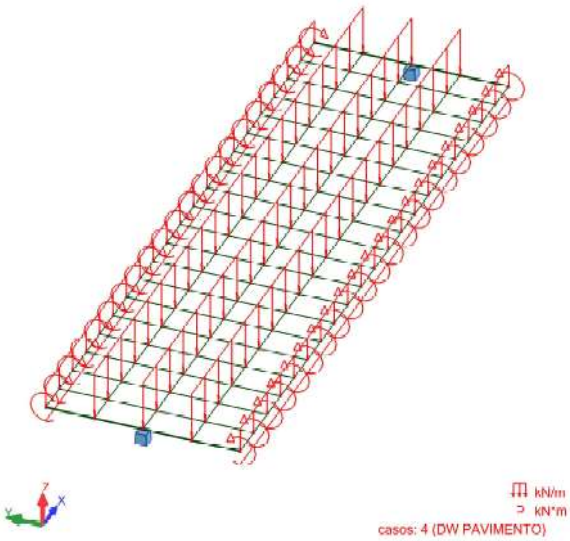
Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

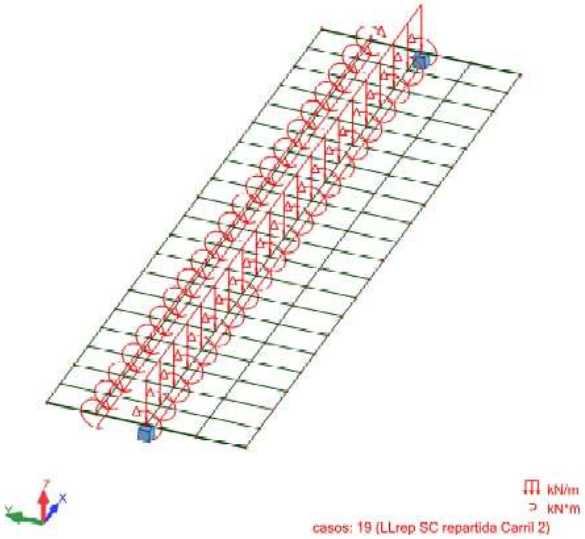
“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

Esquemas de esfuerzos actuantes en losa:



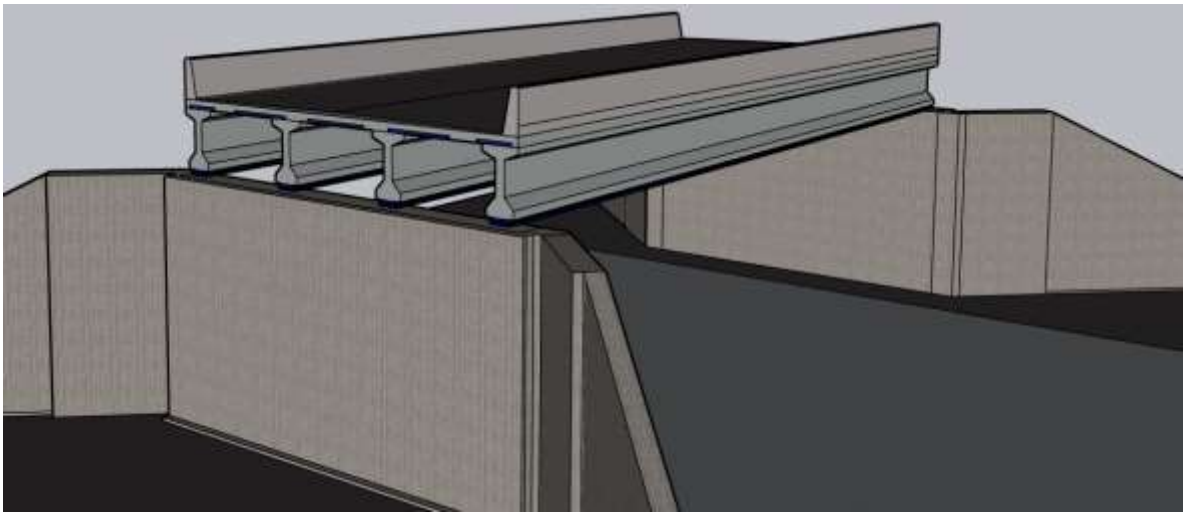


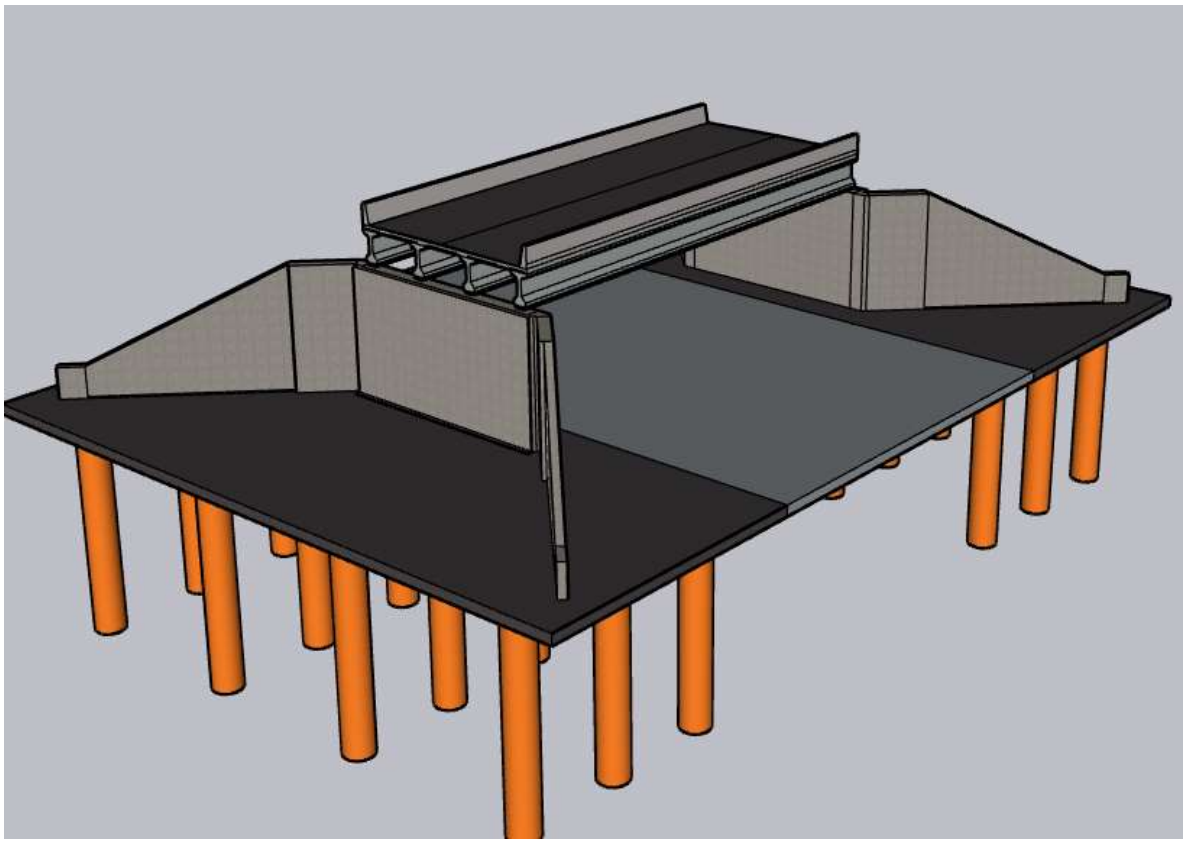




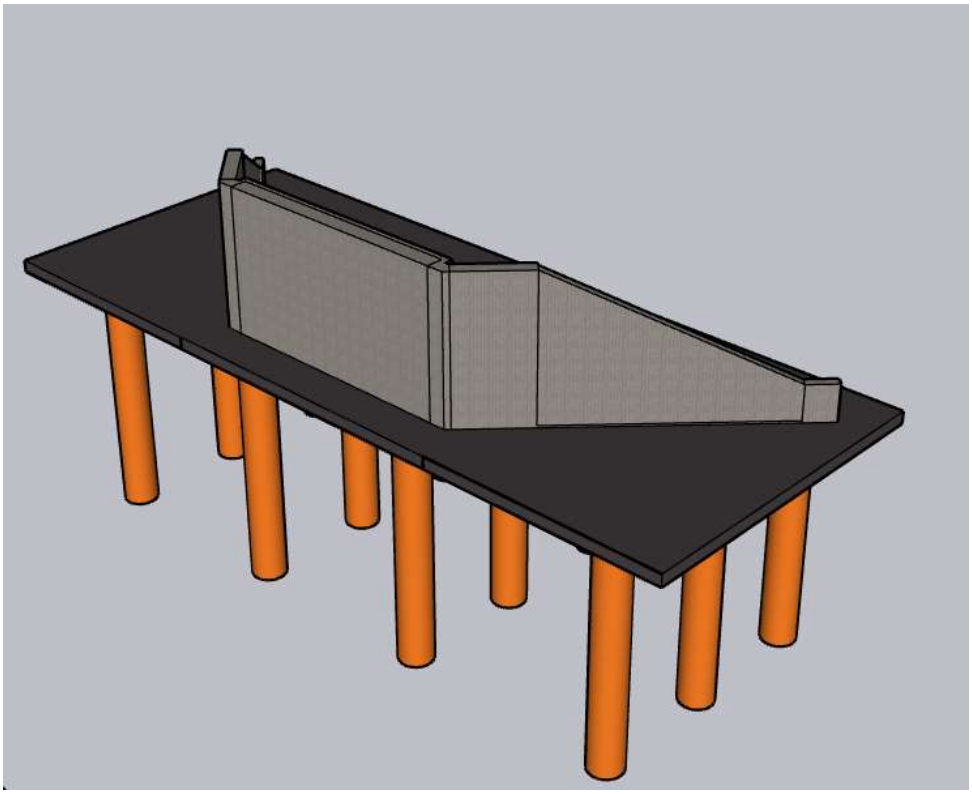
Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

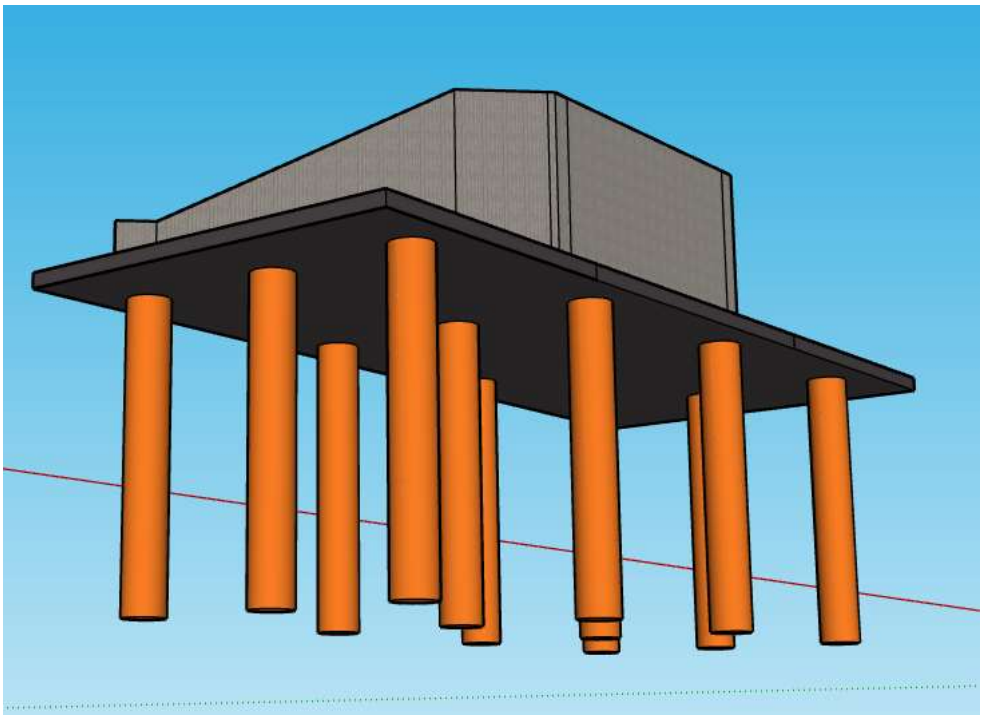
9.10 Modelo constructivo Tridimensional





“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”





"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

9.11. Computo métrico y presupuesto - Puente de H°A°

COMPUTO METRICO Y PRESUPUESTO					
PUENTE SOBRE "LUIS ARROYO" PK 6+140					
N°	Rubro	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	ACTIVIDADES PRELIMINARES				
1,1	Replanteo y marcacion	m2	1586,73	5.000	7.933.649
2	MOVIMIENTO DE SUELOS PARA CIMENTACIONES				
2,1	Excavacion mecanica de zanjas, pozos o cimientos en cualquier tipo de terreno	m3	188,40	37.403	7.046.718
2,2	Relleno localizado en zanjas de prestamos y/o cantera	m3	94,66	19.048	1.803.048
3	ESTRIBOS				
3,1	Equipos y medios auxiliares pilotes hasta 1200mm	ud	2,00	47.619.048	95.238.095
3,2	Encofrado plano visto	m2	343,83	113.150	38.904.254
3,3	Hormigon de limpieza y nivelacion fc >= 15 Mpa	m3	238,01	1.052.583	250.525.197
3,4	Hormigon para armar fc >= 30 Mpa, en cimentaciones, pilotes pantallas, encepados y aceras	m3	238,01	1.235.539	294.070.675
3,5	Hormigon para armar fc >= 30 Mpa, en alzados de pilas, estribos, cabeceros, vigas, tableros, losas, muros y marcos	m3	101,38	1.534.025	155.522.533
3,6	Acero en barras corrugadas AP420 DN	kg	105885,60	5.701	603.665.453
3,7	Aparato de apoyo de neopreno zunchado (Standard, anclado o gofrado) Sustituible	dm3	8,00	157.048	1.256.381
3,8	Impermeabilizacion de paramentos enterrados con lamina asfaltica	m2	265,72	173.491	46.099.401
3,9	Pilote de diametro 1000mmm con barrena continua, armado (hasta 70 kg/m) y concreto claseb, hasta 15m	ml	240,00	2.654.738	637.137.079
4	TABLERO				
4,1	Encofrado plano visto	m2	140,00	113.150	15.840.955
4,2	Viga prefabricada doble T de h=120cm suministro y colocacion	m	48,00	2.554.595	122.620.575
4,3	Hormigon para armar fc >= 35 Mpa, en alzados de pilas, estribos, cabeceros, vigas, tableros, losas, muros y marcos	m3	24,00	1.474.223	35.381.361
4,4	Acero en barras corrugadas AP420 DN	kg	3700,00	5.701	21.094.107
4,5	Impermeabilizacion de tableros con revestimineto imperm. flexible, dos componentes vase cemento modif c/ polimeros	m2	120,00	57.143	6.857.143
4,6	Ejecucion de sumidero en tablero de puente	ud	8,00	476.190	3.809.524
5	PLATAFORMA				
5,1	Junta de dilatacion para tablero de 50mm de mivimiento maximo, tipo JNA o similar	m	30,00	1.047.619	31.428.572
5,2	Sistema de contencion de concreto, nivel H2, W=0,60m	m	24,00	754.286	18.102.857
5,3	Pieza de abatimiento y transicion pretil de concreto	m	24,00	829.714	19.913.143
5,6	Barrera de defensa metalica flex beam H2	m	36,00	268.339	9.660.200
				Total	2.423.910.919

Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

10. DISEÑO DE INGENIERÍA

10.1. Diseño Geométrico

Las tareas referentes a este ítem consistieron básicamente en el dimensionamiento de las partes visibles de la vía en sus aspectos geométricos, es decir, en la asignación de valores adecuados a los elementos que conformarán el alineamiento de la traza y evolución, tanto en planta como en perfil longitudinal y en las secciones transversales, de acuerdo con las exigencias estipuladas en los parámetros de diseño para la velocidad directriz de 80km/hora.

10.2. Parámetros de Diseño

Se tuvieron en cuenta parámetros conforme a las Normas de Diseño Geométrico para Caminos del “Manual de Carreteras del Paraguay”, en el cuadro adjunto se indican los principales parámetros que fueron asumidos para los diseños efectuados.

Parámetros de Diseños

Velocidad Directriz 80km/h, Radio Mínimo de curvas horizontales 250m, Peralte máximo 6.00%,, Ancho de Franja de dominio Variable según zona,Pendiente máxima de rasante 6%, Ancho de calzada 7,00 m, Bombeo de calzada 2.00% , Ancho de cada Banquina 2.20m, Bombeo de las banquinas 2.5.00% ,Talud en Terraplén (Altura < 2.00m) 1:3· Talud en Terraplén (Altura > 2.00m) 1:3

10.3. Diseño Planimétrico

Los parámetros establecidos para el diseño vial fueron cumplidos a partir de las exigencias de la velocidad directriz, teniendo siempre en cuenta la recomendación de ceñirse en lo posible planimetricamente al camino existente; la planimetría diseñada tiene una evolución funcional, con una sucesión armónica de tangentes y curvas, de acuerdo a las condiciones que presenta la topografía atravesada.

Algunas de las características geométricas de los tramos existentes serán modificadas, siendo así el caso de ampliar los radios de curvaturas de algunas curvas horizontales mediante pequeñas rectificaciones introducidas en el alineamiento, lo cual indica que en la fase de construcción se tendrán que realizar gestiones de negociación con los propietarios de las tierras afectadas por las modificaciones introducidas en las características geométricas, para satisfacer los nuevos parámetros a ser exigidos en las Normas de Diseño.

10.4. Diseño Altimétrico

Dada la topografía plana ondulada del área atravesada, las pendientes asignadas han sido mejoradas en su mayoría, excepto en las inmediaciones de los tramos con cauces pronunciados y obras de arte importantes, lugares en los que se ha tenidos que asignar a la rasante pendientes lindantes con las máximas exigidas para la velocidad de diseño, pero tomando en consideración, donde fue posible, la implantación de pendientes de compensación antes y después de las mismas a manera de descansos.

En términos generales, la solución para la rasante fue tomada en concordancia con las conclusiones y recomendaciones de los Estudios especiales de Geotecnia, Topografía e Hidrología, habiéndose proyectado toda la vía en una altura de rasante que guarda relación directa con la evolución planialtimétrica del camino existente y si se diese el caso, con las medidas de prevención de los efectos de la humedad capilar en las zonas bajas, así como de las posibles erosiones regresivas que podrían ser causadas por reflujos a través de las cunetas y dispositivos de drenajes si no se toman las medidas correctivas necesarias en dichas zonas.

10.1.5. Diseño Transversal

Con todas las precauciones asumidas para el diseño, la capa de sub rasante y el paquete estructural del pavimento quedan aislados y protegidos de la erosión del agua subterránea y/o de los flujos superficiales, quedando asegurada su durabilidad por lo menos en el periodo de diseño, siempre y cuando se consideren y se respeten durante la etapa de construcción las recomendaciones dadas en los Estudios Hidrológicos e Hidráulicos para el drenaje, especialmente para las cotas de desagüe de las obras de arte. Los elementos que conforman el Perfil Transversal revelan información sobre la estructura del pavimento y las soluciones tipo para el movimiento de suelo y las obras de drenajes correspondiente.

10.5. Diseño de Obras de Arte

El proyecto de drenaje comprende el dimensionamiento hidráulico, el establecimiento de las condiciones estructurales y la ubicación de los dispositivos de captación y conducción de las corrientes superficiales y profundas y de transposición de los Talwegs, teniendo en cuenta las particularidades de la región, conforme a los Estudios Hidrológicos, Hidráulicos, Geotécnicos.

En el proyecto de estas obras de artes se definen los elementos que tienen por finalidad dar destino a las aguas interceptadas por el cuerpo de la carretera, provenientes de talwegs naturales que no deben ser obstruidos; corresponden asimismo al detalle y la localización de alcantarillas tubulares y celulares.

10.6. . Método de Cálculo

Se utilizó el Método del Hidrograma Unitario Triangular para las Cuencas X Y Z, obteniéndose así, los Gastos Picos para el dimensionamiento de las obras de drenaje correspondientes.

10.7. Dimensionamiento de Cunetas

Las aguas que, por precipitación, lleguen a la plataforma y a los taludes de la carretera, serán drenadas por medio de cunetas revestidas de hormigón, ubicadas al borde del talud, con pendientes iguales o superiores a 3%.

El dimensionamiento o diseño hidráulico de la cuneta consiste en verificar que la capacidad hidráulica de la estructura, estimada con la expresión de Manning, sea superior al caudal de diseño.

El tiempo de concentración adoptado es de 15 minutos para un tiempo de recurrencia de 5 años, obteniéndose así una intensidad de 134,041 mm/h

10.8. Cálculo del Caudal de Diseño

En primer lugar, se determina el área de drenaje, teniendo presente que la longitud máxima para el diseño de la cuneta es de 100 metros, que el ancho de la media calzada es de 4.50 metros incluyendo banquina, el cálculo correspondiente se desarrolla a continuación

“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

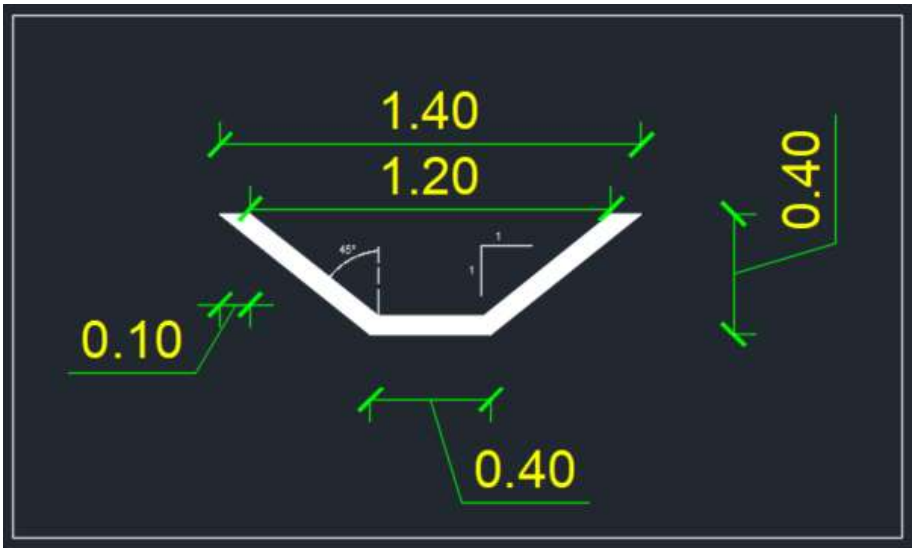
COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO		
A	Ladera	0,2
B	Pavimento	0,7

TRAMO AA´ - 0+000 A 1+100										
Progresiva PK	0+000 a 0+100	0+100 a 0+200	0+200 a 0+300	0+300 a 0+400	0+400 a 0+500	0+500 a 0+600	0+600 a 0+700	0+700 a 0+800	0+800 a 0+900	0+900 a 1+000
Area (m2)	Inter cuenca 1	Inter cuenca 2	Inter cuenca 3	Inter cuenca 4	Inter cuenca 5	Inter cuenca 6	Inter cuenca 7	Inter cuenca 8	Inter cuenca 9	Inter cuenca 10
A	9651,98	12760,5	14716,6	15839,6	16623,6	12437,6	4603,18	8842,6	2965,79	3933,89
B	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
Cp	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21	0,22	0,25	0,23	0,027	0,23
I	0,2	134,041	134,041	134,041	134,041	134,041	134,041	134,041	134,041	134,041
Q	0,0001	0,107	0,122	0,13	0,136	0,105	0,047	0,078	0,034	0,042

TRAMO BB´ - 7+700 A 8+400							
Progresiva PK	7+700 a 7+800	7+800 a 7+900	7+900 a 8+000	8+000 a 8+100	8+100 a 0+200	8+200 a 8+300	8+300 a 8+400
Area (m2)	Inter cuenca 1	Inter cuenca 2	Inter cuenca 3	Inter cuenca 4	Inter cuenca 8	Inter cuenca 9	Inter cuenca 10
A	3440,492	7831,93	644,158	5698,49	5289,35	6003,06	4569,434
B	470	470	470	470	470	470	470
Cp	0,26	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25
I	134,041	134,041	134,041	134,041	134,041	134,041	134,041
Q	0,038	0,071	0,06	0,055	0,052	0,057	0,046

Se elige un caudal de diseño de 0,136 m3 /seg, de ésta forma todas las cunetas longitudinales tendrán la misma sección.

Cálculo de la cuneta



Se escoge una cuneta de sección trapezoidal con las siguientes características:

Ilustración 29 – Cuneta de sección trapezoidal

Para un caudal de 0,136 m3 /seg, una pendiente longitudinal de 5,31% y un coeficiente de rugosidad de Manning de 0,014, se comprueba las características hidráulicas de la obra de drenaje con el software HCanales.

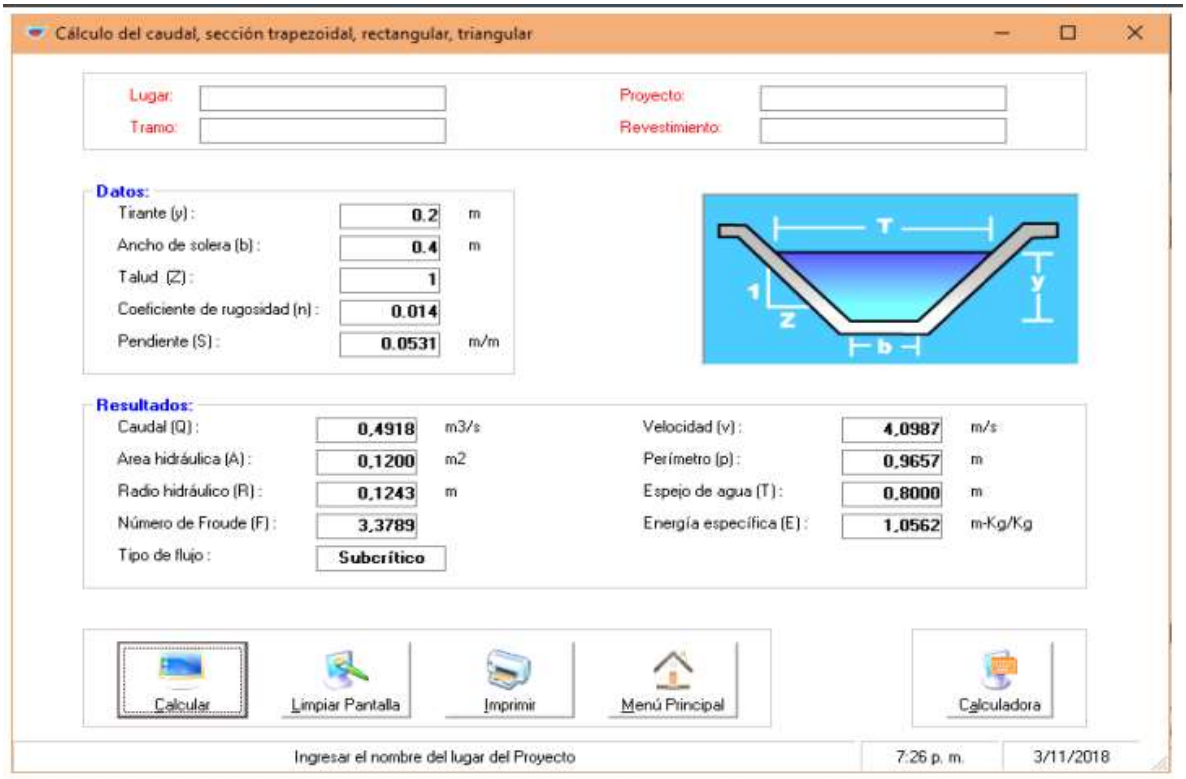


Ilustración 30 – Verificación de las dimensiones de la cuneta elegida

Las cunetas revestidas de hormigón deberán ser localizadas aproximadamente paralelas a las crestas de los taludes, a una distancia mínima de 2,00 m. Su utilización está prevista apenas para aquellos lugares en que se pensó dar continuidad al escurrimiento que normalmente se presenta, para impedir que estos escurrimientos, una vez interrumpidos, lleguen al camino y provoquen erosiones en los taludes.

10.9. 10.1.9. Diseño de Obras Complementarias

El criterio utilizado en la definición de obras complementarias a ser utilizadas fue el de seleccionar de entre ellas las que consideremos necesarias para la sustentabilidad de la estructura del camino, y de la seguridad vial a fin de alcanzar el objetivo propuesto

10.10. Señalización Horizontal

Su causa es delimitar los carriles y los bordes del pavimento, así como limitar los adelantamientos en las regiones de visibilidad limitada tanto en las curvas horizontales como en las verticales.

Los espesores de las bandas horizontales de señalización se han diseñado en función de las necesidades del tipo de calle. Las dimensiones, la frecuencia y la ubicación están orientadas dentro de las tablas contempladas en los planos de producción. Las características de las sustancias se pueden descubrir dentro de las especificaciones técnicas de la tarea. Las categorías esenciales de las marcas longitudinales diseñadas para el segmento abarcan:

Líneas de Borde de pavimento

Líneas centrales

Demarcación de zonas de adelantamiento prohibido

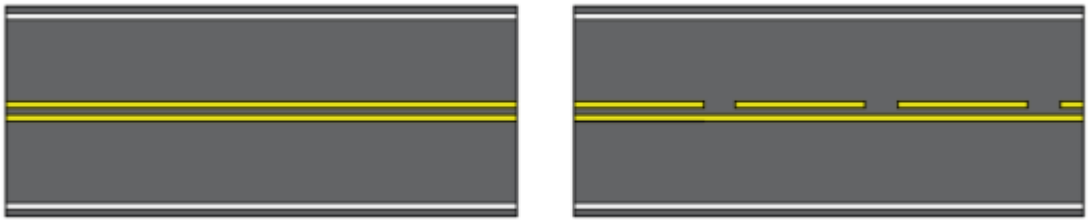


Ilustración 31 – Líneas de Borde y centrales en el Pavimento

11. Señalización Vertical

El proyecto de señalización vertical de la ruta, fue desarrollado mediante el uso de señales convencionales que involucran a las siguientes:

- Señales de Reglamentación

- Señales de Advertencia

- Señales informativas y educativas

Ilustración 32 – Señalización Vertical

Están constituidos por parantes metálicos de acero galvanizado y los tableros de carteles, de chapa plana de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Las placas de señales reglamentarias, así como de advertencia y servicios auxiliares, serán rectangulares, y sus dimensiones se indican en los planos.

Las placas de señalización informativa serán de dimensiones variables y estarán en función del mensaje que se transmita al usuario de la ruta.

11.1. Empastado de Taludes

Los taludes serán protegidos con un recubrimiento vegetal que se adapte y sea de la región, a través de la plantación de pasto. Siempre que sea posible y antes de realizar los trabajos de empastado, se realizará el recubrimiento de estas áreas con material acopiado durante los trabajos de desbroce y limpieza.

11.2. Alambrado a construir o trasladar

En donde existen variantes del trazado existente se construirán alambradas nuevas. En donde no haya variantes, cuando la alambrada existente esté dentro de la franja de dominio, será mudada, si la condición de la alambrada lo permite, o sustituida por una alambrada nueva en caso contrario.

11.3. Traslado de líneas eléctricas

Durante los estudios topográficos se han levantado la ubicación de la columna de las líneas de transmisión de energía eléctrica, propiedad de la ANDE, que deberá ser trasladada.

11.4. Diseño de Pavimento

Se realizó la estimación de tránsito futuro que circulará por el tramo de la carretera alternativa con el propósito de definir la estructura del pavimento a lo largo del tramo. Para ello, se dispone de un estudio de volumen de tránsito, con el objetivo de obtener información para poder establecer un modelo de distribución del tráfico que permitirá conocer la situación de la circulación de vehículos en las condiciones actuales y medir el impacto de las variaciones en el flujo vehicular dentro del Área de Influencia del Estudio.

11.5. Estudios de tránsito realizados

El conteo de vehículos fue realizado durante 4 días, con el fin de obtener el eje equivalente correspondiente para el posterior diseño de la estructura del pavimento

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

ESTIMACION TPDA EN LOS DIFERENTES TRAMOS				
Fechas de relevamiento	14/06/2022	15/06/2022	21/06/2022	22/06/2022
Tramo	**Autos**	**Omnibus**	**Camiones**	**Totales**
Itacurubi de la Cordillera - Coronel Oviedo	4925	268	1406	6599
Coronel Oviedo - Caaguazu	4722	366	2045	7133
Caaguazu - Inicio Tape Pora	4401	339	1524	6264

Tramo	Ejes Simple de Rueda Simple	Ejes Simples de Rueda Dual	Ejes Tandem	Ejes Tridem
Itacurubi de la Cordillera - Coronel Oviedo	1676	1229	743	358
Coronel Oviedo - Caaguazu	2417	1456	1125	881
Caaguazu - Inicio Tape Pora	1868	1115	1026	584

En cuanto al movimiento de camiones el 50% corresponde a traslado de Carga General, consecuencia de la actividad comercial entre las principales ciudades y a los productos que se movilizan entre estos dos nodos. En su mayoría son artículos de importación que

ingresan por los puertos de Asunción y tienen como destino comercios en Ciudad del Este. A su vez, también se observa un flujo de estas mercaderías importadas desde el mercado brasilero hacia la capital del país. También se observa un movimiento significativo de granos por estas rutas.

Planilla de estimación de Ejes Equivalentes

Cálculo de ejes equivalentes

Para la obtención de los ejes equivalentes se procedió al cálculo de los coeficientes de equivalencia (LEF) para cada tipo de eje utilizando los valores promedio de peso por eje de la tabla anterior.

Para pavimentos flexibles se tiene que:

$$W = \frac{W_X}{W_{18}} = \left[\frac{L_{18} + L_{2S}}{L_X + L_{2X}}\right]^{4.79} \left[\frac{10^{G/\beta_X}}{10^{G/\beta_{18}}}\right] [L_{2X}]^{4.33}$$

Donde:

W: Inversa del factor equivalente, =1/LEF

Lx: Eje de carga a ser evaluado (en kips)

L_{18}: Carga equivalente estándar, 18kips

L_{2s}: Código para eje estándar: 1 (eje simple)

L_{2x}: Código de configuración de eje evaluado:

- 1: eje simple
- 2: eje doble
- 3: eje triple

$$G = \log\left[\frac{4.2-\rho_t}{4.2-1.5}\right] \qquad \beta = 0.4 + \left[\frac{0.081(L_X + L_{2X})^{3.23}}{(SN+1)^{5.19} L_{2X}^{3.23}}\right]$$

Donde:

ρ_t: Nivel de servicio al cabo del tiempo t.

Resulta entonces el número de ejes equivalentes simples de 18kips diarios para cada tipo de eje como el producto del coeficiente de equivalencia por la cantidad de ejes totales diarios.

El cálculo se realizó con un número estructural (SN) con valor de 5.

Relación entre ejes equivalentes y coeficiente de equivalencia

Tipo de eje	Pesos Promedios (kg)	Coeficoentes de Equivalencia
Tandem	12.700	0,5
Tandem	15.000	0,98
Tandem	22.700	1,22
Tandem	26.900	2,4

Elaboración propia

CACULO DEL FACTOR DE EJE EQUIVALENTE (Coeficiente de equivalencia efecto destructivo)																					
											Toneladas							Incidencia de Carga			
Tipo de vehiculo	Denominacion	Tipo	Configuracion de Ejes								Tara	Carga	Total	Distribucion de Tn. por eje (Cargados)				FEE (Carga maxima)	FEE (Descarg)	% Carga Maxima	FEE Final
AUTOMOVILES	Livianos	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
CAMIONETAS	Livianos	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
OMNIBUS	Omnibus	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28
SIN ACOPLADO	Camion doble eje	20	1	S	1	D					6,5	10	16,5	5,5	11			4,54	0,36	50%	2,45
	Camion triple eje	31	1	S	2	D					10	14	24	6	18			2,37	0,37	50%	1,37
CON ACOPLADO	Camion Tractor semi acoplado		1		1		1	1										9,52	0,5	50%	5,01
	Camion Tractor semi acoplado	51	1	S	S	D	1	D	2	D	15	30	45	6	10,5	10,5	18	9,53	0,39	50%	5,01
	Camion Tractor semi acoplado	52	1	S	2	D	1	D	1	D			45					9,53	0,39	50%	4,96
SEMI REMOLQUE	Camion Tractor semi acoplado		1		1		1											11,3	0,55	50%	5,91
	Camion Tractor semi acoplado	41	1	S	1	D	1	D					34,5					6,65	0,43	50%	3,53
	Camion Tractor semi acoplado	57	1	S	1	D	1	D			16	26	42	6	10,5	25	-	6,52	0,4	50%	3,46
	Camion Tractor semi acoplado	53	1	S	2	D	1	D					42					10,6	0,42	50%	5,53
	Camion Tractor semi acoplado	69	1	S	2	D	1	D					49,5				-	3,29	0,38	50%	1,84

11.6. Diseño de la Estructura del Pavimento

Método de Cálculo.

Para el presente proyecto se empleó el Método AASTHO 93, obteniéndose así el adecuado dimensionamiento del paquete estructural del pavimento.

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

Datos de Diseño:

- Ejes Equivalentes obtenido en el Estudio de Tránsito acumulados a 10 años

EE = 1.400.000

- Soporte del Suelo CBR de la Zona de Préstamo

CBR = 12%

- Módulo Resiliente Subrasante

MR = 12550 psi

Parámetros Adoptados:

- Nivel de Confiabilidad – Tabla 6

R= 80,0%

- Desviación Normal – Tabla 6

So = 0,44

- Error Estándar

ZR = -0,841

- Índice de Serviciabilidad Inicial

Pi = 4,20

- Índice de Serviciabilidad Final

Pf = 2,00

- Variación Índice de Serviciabilidad

2,2

Para garantizar el resultado del cálculo del número estructural se optó por un programa ejecutable que provee la AASTHO para tal finalidad. La carga de datos y procedimiento se realiza de la siguiente manera:

lustración 33 – Obtención del Número Estructural de la Subrasante

Del resultado de la fórmula precedentemente mencionada se obtiene el Número estructural mínimo requerido en 10 años de operación, cuyo valor es de 2.72.

11.7. Dimensionamiento del Pavimento

La fórmula para dimensionar los espesores de las capas en función al SN, es la siguiente:

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

Se escogieron las siguientes capas:

- Subbase de Suelo Agregado

- Base Granular Estabilizada

- Carpeta Asfáltica en Caliente

Los coeficientes de las capas mencionadas anteriormente fueron adoptados de acuerdo a las Tablas 7, 8, 9, 10, 11 y 12 fueron los siguientes:

Descripcion	Coeficiente Estructural (ai)	Coeficiente de drenaje (mi)
Mezcla Asfaltica en Caliente Estabilidad Marsahll 9.000	0,169	-
Base Granular Estabilizada, CBR minimo 100%	0,055	1,00
Subbase de seulo agregado, CBR minimo 60%	0,051	1,00

11.8. Propuesta planteada

- Carpeta de Concreto Asfáltico de 5,00 cm de espesor.
- Base Granular Estabilizada, CBR mín. 100% de 15 cm de espesor.
- Subbase de Suelo Agregado, CBR mín. 60% de 15 cm de espesor.

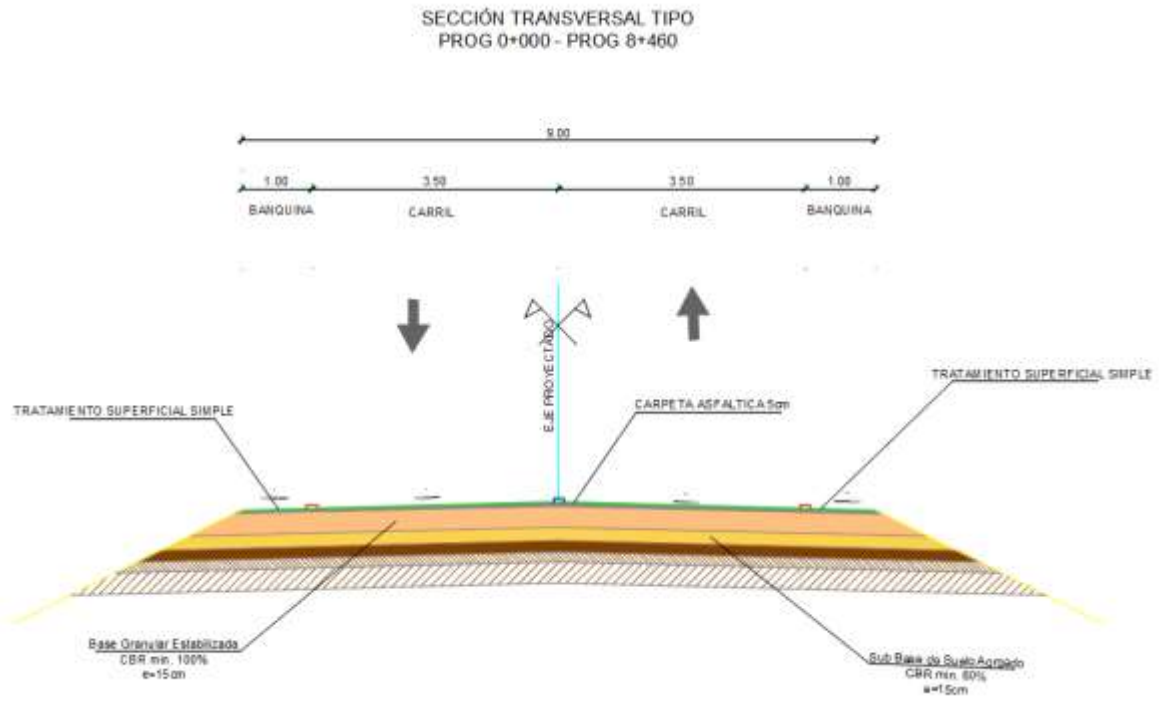


Ilustración 35 - Carpeta de Concreto Asfáltico

Aplicando los espesores y los coeficientes mencionados más arriba, se obtiene el valor SN de cada modelo:

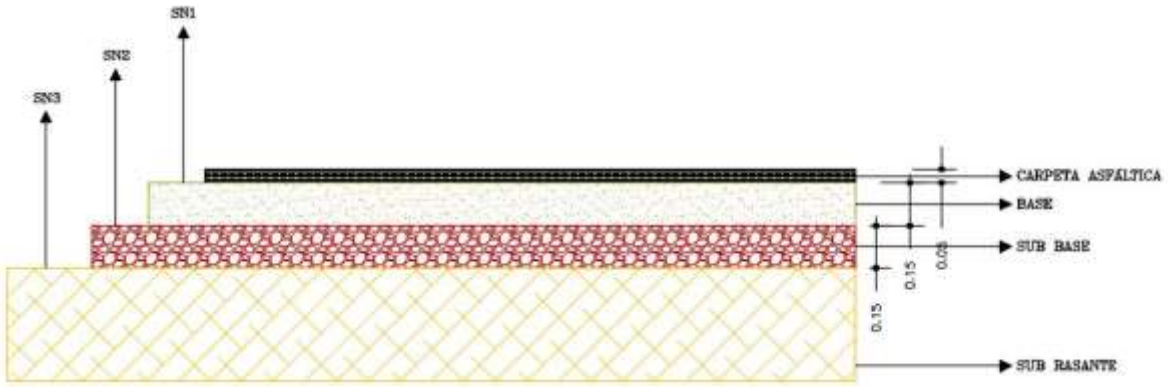
“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

Propuesta de Pavimentación, según los siguientes parámetros.

$SN_1 = D_1 a_1$ $SN_1 = 0{,}845$

$SN_2 = SN_1 + (D_2 a_2 m_2)$ $SN_2 = 1{,}67$

$SN_3 = (SN_1 + SN_2) + (D_3 a_3 m_3)$ $SN_3 = 3.28$



Se observa que la propuesta es superior al mínimo requerido (SN= 2,72), por lo tanto, se puede afirmar que la misma es apta para cumplir las previsiones y solicitaciones del tránsito, destacando que se deben cumplir los mantenimientos correspondientes para alcanzar la eficiencia deseada en función al tiempo.

11.9. Planilla de Obras

Una vez estudiados los planos en sus distintas presentaciones: longitudinal, en planta y en secciones transversales, se ha realizado los cálculos de longitudes, áreas y volúmenes, todos estos procedimientos a través de un trabajo ordenado y sistemático. Para el mismo se utilizaron fórmulas geométricas, como así también los cálculos realizados por los programas utilizados para los distintos ítems del proyecto.

12. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

12.1. Movimiento de suelos

Procedimiento Constructivo

Antes de iniciar la excavación para la calle, el préstamo y los depósitos, el Contratista continuará destroncando y/o facilitando la superficie a excavar, apilando los residuos fuera de las proximidades de las pinturas. Los depósitos de residuos, estén o no destinados a su posterior utilización como capa vegetal para la superficie del talud del terraplén, deberán tener un aspecto ordenado y no razonar daños a 1/3 partes. Los trabajos de limpieza se extenderán a la remoción y retirada de estructuras que se entrometan con las pinturas, o las obstaculicen de cualquier manera. El Contratista construirá, operará y mantendrá los caminos vitales de acarreo y los sistemas de drenaje, además de los cerramientos necesarios para aislar los bienes personales, con la mínima interferencia con los deportes del propietario. La excavación de los desmontes en los lugares indicados en los planos abarcará la excavación del terreno natural hasta la extensión de la subrasante indicada en el emprendimiento. El fondo de la excavación en el interior de los desmontes podrá ser sometido a una "compactación única de la subrasante", debiendo retirarse un espesor mínimo de cero,30 m, o según se indique con la ayuda de la supervisión. Cuando la excavación se realice en roca, se profundizará en toda la anchura de la calzada a través de cero,40 m, por debajo de la subrasante

indicada dentro de los planos, o hasta el nivel determinado a través de la supervisión, y se rellenará la capa indicada con piedra batida. Las excavaciones de cortes en roca deberán realizarse con pre-reducción, para obtener pendientes normales, y con fuego controlado, para evitar el agrietamiento inútil del macizo.

12.2. Excavación de bolsones

Descripción

Este trabajo consistirá en la excavación importante cuando en la construcción de los últimos terraplenes, o dentro de los movimientos de tierra de los existentes, sea necesaria la eliminación y sustitución de todo tejido que a juicio de la Autoridad de Control no sea apropiado como suelo de cimentación o como asiento de terraplén. La excavación de bolsones incluye la eliminación de suelos inestables o anegados, colocados en forma de bolsones o regiones de estero o cualquier otro comparable que por su naturaleza implique el uso de dispositivo y métodos no tradicionales. Los suelos inadecuados son aquellos que contienen un recuento orgánico o que tienen un límite líquido superior al 50.

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

Planillas de movimientos terraceros:

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
0+000	0.93	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020	1.31	1.27	22.37	13.51	22.37	13.51	8.86
0+040	1.72	0.83	30.33	20.97	52.70	34.48	18.22
0+060	2.78	0.00	45.05	8.28	97.74	42.76	54.98
0+080	2.59	0.00	53.75	0.00	151.49	42.76	108.73
0+100	3.69	0.00	62.81	0.00	214.31	42.76	171.55
0+120	3.78	0.00	74.71	0.00	289.02	42.76	246.26
0+140	2.99	0.00	67.70	0.00	356.72	42.76	313.96
0+160	2.73	0.00	57.15	0.00	413.87	42.76	371.10
0+180	3.60	0.00	63.31	0.00	477.17	42.76	434.41
0+200	4.38	0.00	79.80	0.00	556.98	42.76	514.22
0+220	4.16	0.00	85.37	0.00	642.35	42.76	599.59
0+240	4.03	0.00	81.92	0.00	724.27	42.76	681.51
0+260	4.31	0.00	83.43	0.00	807.71	42.76	764.95
0+280	3.71	0.00	80.20	0.00	887.90	42.76	845.14
0+300	3.67	0.00	73.81	0.00	961.71	42.76	918.95
0+320	4.00	0.00	76.71	0.00	1038.42	42.76	995.66
0+340	2.82	0.00	68.20	0.00	1106.62	42.76	1063.86
0+360	2.13	0.00	49.50	0.00	1156.13	42.76	1113.37
0+380	1.85	0.00	39.78	0.00	1195.91	42.76	1153.15

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
0+400	0.63	0.00	24.76	0.03	1220.67	42.79	1177.87
0+420	0.01	0.52	6.36	5.18	1227.03	47.97	1179.05
0+440	0.01	0.65	0.17	11.69	1227.20	59.67	1167.53
0+460	0.58	0.00	5.91	6.58	1233.11	66.24	1166.87
0+480	0.01	0.57	5.88	5.77	1238.99	72.02	1166.97
0+500	1.59	0.00	15.92	5.74	1254.91	77.76	1177.16
0+520	0.00	1.04	15.86	10.40	1270.78	88.15	1182.63
0+540	0.39	0.77	3.88	18.11	1274.66	106.26	1168.40
0+560	0.11	1.52	5.00	22.90	1279.66	129.16	1150.49
0+580	3.81	0.00	39.20	15.19	1318.86	144.35	1174.51
0+600	1.99	0.00	57.94	0.00	1376.80	144.35	1232.44
0+620	2.94	0.00	49.23	0.00	1426.03	144.35	1281.68
0+640	3.72	0.00	66.63	0.00	1492.66	144.35	1348.31
0+660	5.82	0.00	95.43	0.00	1588.10	144.35	1443.74
0+680	6.82	0.00	126.41	0.00	1714.51	144.35	1570.15
0+700	3.61	0.00	104.30	0.00	1818.81	144.36	1674.45
0+720	0.00	2.87	36.08	28.66	1854.89	173.02	1681.87
0+740	2.60	0.00	25.98	28.66	1880.87	201.68	1679.19
0+760	0.00	2.50	25.98	24.99	1906.85	226.67	1680.18
0+780	0.54	0.29	5.41	27.88	1912.27	254.55	1657.72

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
0+800	0.35	2.38	8.87	26.66	1921.13	281.21	1639.92
0+820	0.00	3.60	3.45	59.80	1924.58	341.01	1583.58
0+840	11.55	0.00	115.49	36.02	2040.08	377.03	1663.04
0+860	0.00	3.83	115.49	38.30	2155.57	415.33	1740.24
0+880	0.00	4.85	0.00	86.75	2155.57	502.08	1653.49
0+900	0.00	3.65	0.00	84.92	2155.57	587.01	1568.56
0+920	0.01	2.13	0.07	57.72	2155.64	644.73	1510.91
0+940	0.21	0.48	2.21	26.01	2157.85	670.74	1487.11
0+960	6.08	0.00	62.94	4.76	2220.79	675.50	1545.29
0+980	6.63	0.00	127.08	0.00	2347.87	675.50	1672.37
1+000	7.08	0.00	137.09	0.00	2484.97	675.50	1809.46
1+020	9.33	0.00	164.10	0.00	2649.07	675.50	1973.56
1+040	9.29	0.00	186.21	0.00	2835.28	675.50	2159.78
1+060	9.01	0.00	183.02	0.00	3018.29	675.50	2342.79
1+080	7.20	0.00	162.07	0.00	3180.37	675.50	2504.87
1+100	4.57	0.00	117.71	0.00	3298.08	675.50	2622.58
1+120	0.67	0.01	52.38	0.15	3350.45	675.65	2674.81
1+140	0.00	1.62	6.65	16.35	3357.10	692.00	2665.11
1+160	0.91	0.00	9.10	16.24	3366.20	708.24	2657.96
1+180	0.00	1.13	9.10	11.33	3375.30	719.57	2655.73

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
1+200	0.00	3.41	0.00	45.37	3375.30	764.94	2610.36
1+220	0.00	3.77	0.00	71.76	3375.30	836.70	2538.60
1+240	0.00	1.31	0.01	50.74	3375.31	887.44	2487.87
1+260	2.43	0.00	24.28	13.07	3399.60	900.51	2499.09
1+280	1.43	0.70	38.58	7.01	3438.18	907.52	2530.66
1+300	0.00	3.65	14.31	43.55	3452.49	951.07	2501.41
1+320	1.61	0.00	16.13	36.54	3468.62	987.62	2481.00
1+340	0.00	5.22	16.13	52.16	3484.75	1039.77	2444.98
1+360	0.00	6.78	0.00	119.93	3484.75	1159.70	2325.05
1+380	0.38	2.03	3.72	88.23	3488.47	1247.93	2240.54
1+400	0.00	7.01	3.68	90.89	3492.14	1338.82	2153.32
1+420	0.11	1.82	1.08	88.86	3493.23	1427.68	2065.55
1+440	4.38	0.00	44.59	18.44	3537.81	1446.12	2091.70
1+460	3.78	0.03	81.05	0.32	3618.86	1446.43	2172.43
1+480	5.63	0.30	93.53	3.24	3712.40	1449.68	2262.72
1+500	14.27	0.00	198.27	2.93	3910.67	1452.60	2458.07
1+520	14.74	0.04	289.07	0.40	4199.74	1453.00	2746.74
1+540	15.43	0.03	300.54	0.70	4500.28	1453.70	3046.58
1+560	15.19	0.00	305.00	0.30	4805.28	1454.01	3351.27
1+580	13.91	0.00	289.72	0.00	5095.00	1454.01	3641.00

“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
1+600	11.10	0.00	248.96	0.00	5343.97	1454.01	3889.96
1+620	0.02	11.35	110.70	113.76	5454.67	1567.77	3886.90
1+640	0.09	16.37	1.13	277.99	5455.79	1845.76	3610.03
1+660	0.45	17.36	5.31	338.49	5461.10	2184.25	3276.85
1+680	0.00	42.14	4.39	596.44	5465.49	2780.70	2684.80
1+700	0.00	39.47	0.00	817.77	5465.49	3598.46	1867.03
1+720	0.01	35.03	0.13	747.05	5465.62	4345.51	1120.11
1+740	0.11	27.52	1.21	627.53	5466.83	4973.04	493.80
1+760	0.00	21.36	1.08	489.98	5467.91	5463.02	4.90
1+780	0.05	10.56	0.51	319.27	5468.42	5782.29	-313.87
1+800	0.59	1.24	6.41	118.08	5474.83	5900.37	-425.53
1+820	7.69	0.01	82.78	12.49	5557.62	5912.86	-355.24
1+840	19.27	0.00	269.60	0.06	5827.22	5912.92	-85.70
1+860	31.52	0.00	507.96	0.00	6335.18	5912.92	422.26
1+880	51.28	0.00	828.06	0.00	7163.24	5912.92	1250.32
1+900	53.71	0.00	1049.92	0.00	8213.17	5912.92	2300.25
1+920	60.46	0.00	1141.66	0.00	9354.83	5912.92	3441.91
1+940	61.25	0.00	1217.04	0.00	10571.86	5912.92	4658.94
1+960	50.56	0.00	1118.06	0.00	11689.92	5912.92	5777.01
1+980	39.26	0.00	898.23	0.00	12588.15	5912.92	6675.23

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
2+000	30.67	0.00	699.39	0.00	13287.54	5912.92	7374.62
2+020	25.21	0.00	558.89	0.00	13846.43	5912.92	7933.51
2+040	20.40	0.00	456.13	0.00	14302.56	5912.92	8389.65
2+060	20.66	0.00	410.56	0.00	14713.13	5912.92	8800.21
2+080	24.52	0.00	451.75	0.00	15164.87	5912.92	9251.96
2+100	28.32	0.00	528.37	0.00	15693.25	5912.92	9780.33
2+120	18.89	0.01	472.08	0.10	16165.33	5913.02	10252.31
2+140	16.91	0.00	357.98	0.10	16523.31	5913.12	10610.19
2+160	14.84	0.16	317.48	1.60	16840.79	5914.72	10926.07
2+180	19.15	0.00	339.89	1.60	17180.68	5916.32	11264.36
2+200	17.14	0.00	362.86	0.00	17543.55	5916.32	11627.23
2+220	10.39	0.08	275.29	0.84	17818.83	5917.16	11901.67
2+240	7.28	0.00	176.73	0.84	17995.56	5918.00	12077.56
2+260	9.71	0.00	169.87	0.00	18165.43	5918.00	12247.43
2+280	18.84	0.00	285.51	0.00	18450.93	5918.00	12532.94
2+300	12.03	0.15	308.69	1.50	18759.62	5919.50	12840.12
2+320	11.97	0.00	239.94	1.50	18999.56	5921.00	13078.55
2+340	17.62	0.00	295.92	0.00	19295.48	5921.00	13374.47
2+360	20.28	0.00	379.02	0.00	19674.50	5921.00	13753.50
2+380	13.53	0.06	338.09	0.61	20012.59	5921.61	14090.98

“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
2+400	14.41	0.00	279.41	0.61	20292.00	5922.22	14369.78
2+420	11.34	0.10	257.54	1.00	20549.53	5923.22	14626.31
2+440	15.89	0.00	272.29	1.00	20821.83	5924.22	14897.61
2+460	15.73	0.00	316.15	0.00	21137.98	5924.22	15213.76
2+480	12.75	0.00	284.75	0.00	21422.73	5924.22	15498.51
2+500	13.09	0.00	258.37	0.00	21681.10	5924.22	15756.88
2+520	11.44	0.00	245.36	0.00	21926.47	5924.22	16002.25
2+540	12.63	0.00	240.78	0.00	22167.25	5924.22	16243.03
2+560	12.63	0.00	252.64	0.00	22419.89	5924.22	16495.67
2+580	11.85	0.00	244.81	0.00	22664.69	5924.22	16740.47
2+600	9.27	0.00	211.22	0.00	22875.91	5924.22	16951.69
2+620	9.82	0.00	190.95	0.00	23066.86	5924.22	17142.64
2+640	7.29	0.07	171.11	0.66	23237.97	5924.88	17313.09
2+660	9.43	0.00	167.18	0.66	23405.15	5925.54	17479.61
2+680	6.23	0.03	156.65	0.34	23561.80	5925.88	17635.93
2+700	9.03	0.00	152.62	0.34	23714.43	5926.21	17788.22
2+720	5.08	0.09	141.12	0.90	23855.55	5927.11	17928.44
2+740	7.91	0.00	129.98	0.90	23985.53	5928.01	18057.52
2+760	5.90	0.03	138.13	0.30	24123.65	5928.32	18195.34
2+780	6.29	0.00	121.89	0.30	24245.55	5928.62	18316.93

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
2+800	6.03	0.00	123.15	0.00	24368.70	5928.62	18440.08
2+820	5.22	0.00	112.49	0.00	24481.19	5928.62	18552.57
2+840	2.05	0.01	72.70	0.13	24553.89	5928.75	18625.15
2+860	0.25	0.14	22.92	1.53	24576.81	5930.28	18646.53
2+880	0.00	1.80	2.46	19.36	24579.27	5949.64	18629.63
2+900	0.00	3.31	0.00	51.05	24579.27	6000.69	18578.58
2+920	0.00	5.36	0.00	86.73	24579.27	6087.42	18491.85
2+940	0.00	4.93	0.00	102.95	24579.27	6190.37	18388.90
2+960	0.02	3.74	0.24	86.72	24579.52	6277.09	18302.43
2+980	0.08	0.30	1.08	40.41	24580.60	6317.50	18263.10
3+000	0.29	0.44	3.69	7.36	24584.29	6324.86	18259.44
3+020	2.66	0.00	29.50	4.36	24613.79	6329.21	18284.58
3+040	2.34	0.00	50.08	0.00	24663.87	6329.21	18334.66
3+060	2.58	0.00	49.25	0.00	24713.12	6329.21	18383.91
3+080	1.66	0.00	42.38	0.00	24755.50	6329.21	18426.28
3+100	1.86	0.00	35.20	0.00	24790.70	6329.21	18461.48
3+120	0.86	0.54	27.25	5.40	24817.95	6334.61	18483.34
3+140	0.29	0.55	11.47	10.92	24829.42	6345.53	18483.89
3+160	0.04	1.69	3.27	22.43	24832.69	6367.96	18464.73
3+180	0.00	2.55	0.41	42.45	24833.10	6410.41	18422.69

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
3+200	0.00	5.75	0.00	83.05	24833.10	6493.46	18339.64
3+220	0.00	6.37	0.00	121.24	24833.10	6614.70	18218.40
3+240	0.00	7.59	0.00	139.60	24833.10	6754.30	18078.80
3+260	0.00	8.42	0.00	160.06	24833.10	6914.36	17918.74
3+280	0.00	10.80	0.00	192.23	24833.10	7106.59	17726.51
3+300	0.00	11.42	0.00	222.27	24833.11	7328.87	17504.24
3+320	0.00	12.24	0.00	236.67	24833.11	7565.54	17267.57
3+340	0.00	11.57	0.05	238.15	24833.16	7803.69	17029.47
3+360	0.00	11.85	0.05	234.19	24833.21	8037.88	16795.32
3+380	0.00	11.43	0.00	232.73	24833.21	8270.61	16562.59
3+400	0.00	11.12	0.01	225.47	24833.22	8496.08	16337.14
3+420	0.00	10.50	0.01	216.22	24833.22	8712.30	16120.92
3+440	0.00	10.64	0.00	211.40	24833.22	8923.70	15909.52
3+460	0.00	9.86	0.00	204.99	24833.22	9128.69	15704.54
3+480	0.00	12.43	0.00	222.92	24833.22	9351.61	15481.62
3+500	0.00	12.69	0.01	251.24	24833.23	9602.85	15230.38
3+520	0.00	15.42	0.01	281.14	24833.24	9883.99	14949.26
3+540	0.00	16.36	0.00	317.85	24833.24	10201.83	14631.41
3+560	0.00	17.27	0.00	336.29	24833.24	10538.12	14295.12
3+580	0.00	18.04	0.00	353.10	24833.24	10891.22	13942.02

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
3+600	0.00	17.29	0.00	353.37	24833.24	11244.59	13588.65
3+620	0.00	16.09	0.00	333.87	24833.24	11578.46	13254.78
3+640	0.00	15.85	0.00	319.44	24833.24	11897.90	12935.34
3+660	0.00	17.24	0.00	330.91	24833.24	12228.81	12604.43
3+680	0.00	15.24	0.00	324.85	24833.24	12553.66	12279.58
3+700	0.00	10.11	0.00	253.55	24833.24	12807.21	12026.03
3+720	0.00	10.94	0.00	210.47	24833.24	13017.68	11815.57
3+740	0.00	10.48	0.00	214.12	24833.24	13231.80	11601.45
3+760	0.03	8.27	0.26	187.49	24833.50	13419.29	11414.22
3+780	0.00	7.56	0.26	158.29	24833.76	13577.57	11256.19
3+800	0.00	6.63	0.00	141.91	24833.76	13719.48	11114.28
3+820	2.80	0.19	28.03	68.24	24861.79	13787.71	11074.07
3+840	1.84	0.65	46.43	8.41	24908.21	13796.12	11112.09
3+860	1.64	0.00	34.80	6.52	24943.02	13802.64	11140.38
3+880	3.14	0.00	47.83	0.00	24990.85	13802.64	11188.21
3+900	5.10	0.05	82.47	0.52	25073.32	13803.16	11270.15
3+920	2.16	0.00	72.69	0.52	25146.00	13803.69	11342.32
3+940	9.94	0.00	121.00	0.00	25267.00	13803.69	11463.31
3+960	7.75	0.00	176.84	0.00	25443.84	13803.69	11640.16
3+980	5.62	0.00	133.69	0.00	25577.53	13803.69	11773.85

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
4+000	1.67	0.00	72.89	0.00	25650.43	13803.69	11846.74
4+020	1.25	0.00	29.18	0.01	25679.60	13803.70	11875.91
4+040	0.10	0.71	13.51	7.16	25693.12	13810.85	11882.26
4+060	0.90	0.09	10.03	8.09	25703.15	13818.94	11884.21
4+080	1.41	0.00	23.14	0.94	25726.29	13819.88	11906.41
4+100	2.72	0.00	41.36	0.00	25767.65	13819.88	11947.77
4+120	1.90	0.00	46.19	0.00	25813.84	13819.88	11993.96
4+140	3.51	0.00	54.08	0.00	25867.92	13819.88	12048.04
4+160	1.04	0.00	45.51	0.00	25913.43	13819.88	12093.55
4+180	0.77	0.01	18.06	0.14	25931.50	13820.02	12111.48
4+200	0.85	0.00	16.19	0.14	25947.69	13820.16	12127.53
4+220	1.26	0.00	21.09	0.00	25968.78	13820.16	12148.62
4+240	1.83	0.00	30.85	0.00	25999.62	13820.16	12179.47
4+260	6.25	0.00	80.83	0.00	26080.45	13820.16	12260.30
4+280	5.73	0.00	119.85	0.00	26200.30	13820.16	12380.14
4+300	7.11	0.00	128.36	0.00	26328.67	13820.16	12508.51
4+320	7.21	0.00	143.12	0.00	26471.78	13820.16	12651.63
4+340	7.17	0.00	143.73	0.00	26615.52	13820.16	12795.36
4+360	6.89	0.03	140.60	0.27	26756.12	13820.42	12935.69
4+380	4.26	0.00	111.55	0.27	26867.67	13820.69	13046.98

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
4+400	5.91	0.08	101.75	0.83	26969.41	13821.52	13147.89
4+420	4.15	0.00	100.67	0.83	27070.08	13822.35	13247.73
4+440	5.67	0.00	98.23	0.00	27168.31	13822.35	13345.96
4+460	5.20	0.00	108.74	0.00	27277.05	13822.35	13454.70
4+480	1.79	0.00	69.97	0.00	27347.02	13822.35	13524.67
4+500	1.63	0.61	34.19	6.09	27381.20	13828.44	13552.77
4+520	0.81	1.48	24.35	20.91	27405.55	13849.35	13556.21
4+540	0.55	1.88	13.57	33.57	27419.13	13882.92	13536.21
4+560	0.04	3.91	5.93	57.84	27425.06	13940.76	13484.30
4+580	0.00	5.10	0.44	90.12	27425.50	14030.88	13394.62
4+600	0.00	5.06	0.00	101.65	27425.50	14132.53	13292.96
4+620	0.00	6.41	0.00	114.72	27425.50	14247.25	13178.24
4+640	0.00	5.87	0.00	122.82	27425.50	14370.07	13055.42
4+660	0.00	4.23	0.00	101.04	27425.50	14471.11	12954.38
4+680	0.23	5.24	2.30	94.71	27427.80	14565.82	12861.98
4+700	0.00	6.16	2.30	114.04	27430.10	14679.86	12750.25
4+720	0.00	5.06	0.00	112.28	27430.10	14792.13	12637.97
4+740	0.00	6.06	0.00	111.24	27430.10	14903.37	12526.73
4+760	0.00	5.96	0.00	120.18	27430.10	15023.55	12406.55
4+780	0.00	6.84	0.00	128.02	27430.10	15151.58	12278.53

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
4+800	0.00	5.00	0.00	118.47	27430.10	15270.05	12160.06
4+820	0.00	2.62	0.00	76.19	27430.10	15346.24	12083.87
4+840	0.00	4.03	0.00	66.43	27430.10	15412.67	12017.43
4+860	0.00	3.53	0.00	75.53	27430.10	15488.20	11941.90
4+880	0.00	2.13	0.00	56.61	27430.10	15544.81	11885.30
4+900	0.01	1.61	0.10	37.41	27430.20	15582.22	11847.99
4+920	0.00	1.31	0.10	29.21	27430.30	15611.43	11818.87
4+940	0.83	0.00	8.31	13.14	27438.61	15624.57	11814.04
4+960	0.00	0.78	8.33	7.79	27446.94	15632.35	11814.59
4+980	0.06	1.56	0.60	23.42	27447.54	15655.77	11791.77
5+000	0.00	0.75	0.60	23.15	27448.15	15678.92	11769.22
5+020	0.00	2.01	0.04	27.65	27448.18	15706.57	11741.61
5+040	3.47	0.00	34.76	20.13	27482.94	15726.70	11756.24
5+060	2.35	0.00	58.26	0.00	27541.20	15726.70	11814.50
5+080	1.09	0.35	34.37	3.49	27575.58	15730.19	11845.39
5+100	8.19	0.00	92.74	3.49	27668.31	15733.68	11934.64
5+120	5.84	0.00	140.25	0.00	27808.56	15733.68	12074.88
5+140	0.77	0.33	66.08	3.35	27874.64	15737.03	12137.61
5+160	0.30	0.32	10.66	6.51	27885.30	15743.54	12141.77
5+180	0.31	0.06	6.04	3.78	27891.35	15747.32	12144.03

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
6+400	121.76	1.68	1914.92	56.08	34370.30	30743.69	3626.61
6+420	158.48	0.00	2826.14	14.72	37196.44	30758.41	6438.02
6+440	126.67	0.08	2854.61	0.68	40051.05	30759.10	9291.96
6+460	100.09	0.52	2262.21	5.17	42313.26	30764.26	11549.00
6+480	82.26	0.16	1818.67	5.86	44131.93	30770.13	13361.80
6+500	64.96	0.00	1467.31	1.38	45599.24	30771.51	14827.73
6+520	51.03	0.00	1159.25	0.00	46758.49	30771.51	15986.98
6+540	37.62	0.00	886.48	0.00	47644.97	30771.51	16873.46
6+560	28.29	0.00	659.08	0.00	48304.06	30771.51	17532.55
6+580	25.94	0.00	542.31	0.00	48846.37	30771.51	18074.86
6+600	16.33	0.00	422.68	0.00	49269.05	30771.51	18497.54
6+620	9.39	0.00	257.20	0.00	49526.24	30771.51	18754.73
6+640	0.07	0.31	94.59	3.10	49620.84	30774.61	18846.22
6+660	0.00	3.91	0.70	42.23	49621.53	30816.84	18804.69
6+680	0.00	2.33	0.00	62.38	49621.53	30879.22	18742.31
6+700	0.00	8.08	0.00	104.04	49621.53	30983.26	18638.27
6+720	0.00	4.58	0.00	126.56	49621.53	31109.82	18511.71
6+740	0.00	8.12	0.00	127.00	49621.53	31236.82	18384.71
6+760	0.00	5.73	0.00	138.54	49621.53	31375.36	18246.17
6+780	0.00	7.02	0.00	127.50	49621.53	31502.85	18118.68

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
6+800	0.00	6.10	0.00	131.14	49621.53	31633.99	17987.54
6+820	0.18	3.40	1.82	94.97	49623.35	31728.96	17894.39
6+840	0.12	6.14	2.95	95.38	49626.30	31824.34	17801.96
6+860	0.07	8.23	1.84	143.70	49628.14	31968.05	17660.09
6+880	0.03	6.96	1.01	151.96	49629.15	32120.01	17509.14
6+900	0.00	6.78	0.33	137.44	49629.48	32257.45	17372.03
6+920	0.00	7.21	0.00	139.92	49629.48	32397.37	17232.11
6+940	0.00	7.72	0.04	149.31	49629.51	32546.67	17082.84
6+960	0.06	5.16	0.68	128.84	49630.19	32675.52	16954.68
6+980	0.00	9.16	0.64	143.25	49630.84	32818.77	16812.07
7+000	0.00	11.55	0.00	207.08	49630.84	33025.85	16604.99
7+020	0.18	14.34	1.84	258.84	49632.68	33284.69	16347.99
7+040	0.00	13.70	1.84	280.33	49634.52	33565.02	16069.50
7+060	0.00	16.59	0.00	302.89	49634.52	33867.91	15766.61
7+080	0.08	16.28	0.77	328.74	49635.29	34196.65	15438.64
7+100	0.00	16.90	0.77	331.79	49636.06	34528.44	15107.62
7+120	0.00	12.95	0.00	298.49	49636.06	34826.93	14809.13
7+140	0.05	7.43	0.47	203.84	49636.53	35030.77	14605.76
7+160	0.25	3.12	3.00	105.49	49639.53	35136.25	14503.27
7+180	0.00	12.26	2.53	153.81	49642.05	35290.06	14352.00

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
7+200	1.67	4.58	16.74	168.41	49658.80	35458.47	14200.33
7+220	1.85	0.15	35.27	47.22	49694.06	35505.69	14188.37
7+240	0.35	3.83	22.02	39.78	49716.08	35545.48	14170.60
7+260	0.00	4.48	3.50	83.14	49719.58	35628.62	14090.96
7+280	0.07	0.99	0.75	54.68	49720.33	35683.30	14037.03
7+300	2.85	0.00	29.25	9.86	49749.58	35693.15	14056.42
7+320	4.47	0.16	73.22	1.64	49822.80	35694.79	14128.01
7+340	0.36	1.45	48.31	16.15	49871.10	35710.94	14160.16
7+360	3.74	1.33	41.00	27.82	49912.10	35738.77	14173.34
7+380	0.66	3.63	44.03	49.56	49956.13	35788.33	14167.81
7+400	4.26	3.64	49.25	72.64	50005.38	35860.96	14144.42
7+420	2.71	3.76	69.74	74.01	50075.12	35934.98	14140.14
7+440	0.41	3.33	31.23	70.91	50106.36	36005.89	14100.47
7+460	0.15	3.84	5.58	71.68	50111.94	36077.57	14034.37
7+480	0.00	3.77	1.46	76.10	50113.40	36153.66	13959.74
7+500	0.00	1.43	0.00	52.02	50113.40	36205.68	13907.72
7+520	0.54	0.01	5.42	14.47	50118.82	36220.15	13898.67
7+540	0.41	0.45	9.51	4.62	50128.33	36224.77	13903.55
7+560	0.01	0.50	4.18	9.45	50132.51	36234.22	13898.29
7+580	0.04	0.81	0.50	13.08	50133.01	36247.30	13885.71

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
7+600	3.71	0.00	37.53	8.11	50170.54	36255.41	13915.13
7+620	8.69	0.00	124.02	0.00	50294.56	36255.41	14039.15
7+640	3.52	0.15	122.14	1.45	50416.70	36256.86	14159.84
7+660	1.03	3.16	45.50	33.01	50462.20	36289.88	14172.33
7+680	0.57	5.50	16.01	86.57	50478.21	36376.44	14101.77
7+700	0.00	11.20	5.74	166.98	50483.95	36543.42	13940.53
7+720	0.05	7.93	0.49	191.25	50484.44	36734.67	13749.77
7+740	0.00	13.25	0.49	211.73	50484.94	36946.40	13538.54
7+760	0.00	10.34	0.00	235.83	50484.94	37182.23	13302.70
7+780	0.00	8.00	0.00	183.36	50484.94	37365.59	13119.34
7+800	0.00	3.15	0.00	111.51	50484.94	37477.11	13007.83
7+820	0.00	4.44	0.00	75.95	50484.94	37553.06	12931.88
7+840	0.59	1.84	5.88	62.84	50490.82	37615.90	12874.92
7+860	5.56	0.00	61.49	18.43	50552.31	37634.33	12917.98
7+880	1.99	0.00	75.46	0.00	50627.78	37634.33	12993.45
7+900	1.14	3.32	31.25	33.24	50659.03	37667.57	12991.46
7+920	0.28	7.80	14.18	111.21	50673.21	37778.78	12894.43
7+940	0.18	12.56	4.47	205.54	50677.68	37984.32	12693.36
7+960	0.23	14.12	3.99	269.98	50681.67	38254.29	12427.37
7+980	0.42	10.46	6.35	248.62	50688.02	38502.91	12185.11

"PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO"

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
8+000	0.13	16.04	5.39	267.18	50693.41	38770.09	11923.32
8+020	0.72	10.62	8.28	268.31	50701.69	39038.41	11663.29
8+040	0.00	27.64	6.98	383.94	50708.67	39422.34	11286.33
8+060	1.65	10.39	15.97	381.60	50724.65	39803.94	10920.70
8+080	0.36	21.99	19.42	325.15	50744.06	40129.09	10614.98
8+100	0.00	28.36	3.50	504.88	50747.56	40633.97	10113.59
8+120	0.45	24.76	4.54	531.20	50752.10	41165.16	9586.94
8+140	0.40	35.88	8.59	606.44	50760.69	41771.61	8989.08
8+160	0.18	49.52	5.80	853.96	50766.48	42625.57	8140.92
8+180	0.01	56.99	1.83	1068.05	50768.32	43693.62	7074.70
8+200	0.06	48.23	0.71	1054.59	50769.03	44748.21	6020.82
8+220	1.24	50.57	12.61	990.02	50781.64	45738.23	5043.42
8+240	0.05	56.91	12.46	1077.45	50794.10	46815.68	3978.42
8+260	0.04	50.72	0.85	1078.53	50794.96	47894.21	2900.75
8+280	1.10	27.69	11.12	786.39	50806.08	48680.60	2125.48
8+300	0.86	27.24	19.59	549.26	50825.67	49229.85	1595.82
8+320	0.02	29.43	8.81	566.69	50834.48	49796.54	1037.94
8+340	0.00	32.11	0.22	615.41	50834.70	50411.96	422.74
8+360	0.00	29.84	0.03	619.50	50834.73	51031.45	-196.72
8+380	0.00	27.24	0.03	570.76	50834.76	51602.22	-767.45

“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROG.	Área C. m^2	Área R. m^2	Vol. C.m^3	Vol. R.m^3	Vol. C. Acum. m^3	Vol. R. Acum. m^3	Vol. Neto m^3
8+400	0.00	23.51	0.00	507.45	50834.76	52109.67	-1274.91
8+420	0.02	15.55	0.23	390.55	50834.99	52500.22	-1665.24
8+440	0.00	12.71	0.23	282.59	50835.21	52782.82	-1947.60
8+460	0.00	13.05	0.00	257.65	50835.21	53040.46	-2205.25

Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

Requisitos para la Construcción

Previo al desarrollo de nuevos terraplenes o al movimiento de tierras de los actuales, el Contratista deberá localizar la presencia de regiones lisas o riesgosas que indiquen la vida de sustancias erróneas, saturadas o no, para el acuerdo del terraplén. Para el motivo de la delimitación de tales regiones, el Contratista también puede utilizar equipos y/o enfoques que, a juicio del Interventor, sean adecuados. En los casos en que se demuestre la presencia de tales carteras, éstas deberán ser excavadas y eliminadas a las medidas y profundidad acreditadas con la ayuda del Interventor, como especial en este apartado. Las cavidades resultantes se rellenarán y compactarán, en capas de un espesor máximo de compactación de cero,15 m hasta alcanzar la densidad especificada, de acuerdo con las especificaciones del objeto "Terraplén".

a) Limpieza Preliminar:

Antes de proceder a la colocación del material de terraplén, en cualquier región de pinturas, todas las pinturas de limpieza deberán ser completadas según lo especificado anteriormente en el segmento correspondiente.

b) Preparación del lecho del terraplén:

Tanto en los terraplenes existentes como en los que se vayan a construir, se eliminará cualquier paño que a juicio del Interventor se considere erróneo como asiento de base y/o tierra vegetal. Cuando la excavación se realice por el sistema y procedimientos generales, se tomará en consideración y se pagará como Excavación No Clasificada. Cuando las características del suelo, la intensidad de la excavación, el uso de los equipos y el sistema de explotación sean los previstos dentro de la partida de Excavación de bolsillos, se tomarán en consideración y se abonarán como tales. Previo a cualquier excavación, se harán las nivelaciones y mediciones necesarias para determinar los volúmenes excavados y la dificultad a cobrar.

c) Preparación del asentamiento de los taludes existentes:

En los ensanches de terraplén, el talud actual, cuando sea superior a 2,1 (horizontal, uno vertical), se reducirá en escalones espaciados verticalmente ahora no más de 0,20 m de distancia a medida que se vaya elevando el ensanche con la ayuda de sucesivas capas horizontales. El suelo horizontal del lugar de corte, así como el tejido de corte y el tejido de agregado, se compactarán hasta la densidad requerida. Para ahorrarle la tendencia al desplazamiento de los macizos de ensanche del terraplén, se ararán surcos de una intensidad de 0,30 m dentro de la zona de lecho entre el pie del talud actual del terraplén y el pie del talud de ensanche proyectado.

d) Colocación del Material:

Los materiales para el terraplén se colocarán en capas horizontales sucesivas de no más de cero,25 m de espesor sin apretar, ni excederán de espesores tales que una vez compactados superen los 0,20 m. Este espesor máximo se reducirá al estipulado principalmente para ubicaciones especiales. Las capas se extenderán en toda su anchura, incluidas las bermas si las hubiera, además de en el caso de los terraplenes en los que se deberá trabajar en la mitad de la anchura de la plataforma para mantener el flujo del tráfico. El desplazamiento del sistema de entrega y distribución del material deberá ser regulado de tal manera que se utilice el ancho completo de cada capa de tela localizada. Cada capa será nivelada y alisada a través de una motoniveladora y compactada como se indica a continuación. Las pinturas, los materiales, así como otros precios para las operaciones extras de nivelación de taludes y compactación de la capa de pináculo de los terraplenes existentes, cuando sean necesarios, se considerarán suplementarios, subsidiarios y protegidos en las pinturas definidas en este segmento y cubiertos a través de la respectiva tarifa unitaria del convenio.

Compactación

a) Proceso Constructivo:

Excepto cuando se especifique de otra manera, el terraplén será construido en capas horizontales a todo lo ancho de la sección y en longitudes que hagan factibles los procesos de homogeneización, riego o secado, perfilado y compactación. Cada capa de material suelto será regada hasta alcanzar la humedad requerida para su compactación. El material luego de humedecido será homogeneizado por medio de motoniveladoras, rastra, discos u otros equipos que sean aprobados por la Fiscalización.

b) Alternativa:

En los casos de ensanchamiento de terraplenes sobre superficies inclinadas del terraplén existente, y siempre que el ancho de ensanche sea insuficiente para ejecutar la colocación y la compactación por capas en la forma anteriormente prescrita, el Contratista podrá proceder a la colocación y compactación por capas inclinadas siempre que el talud del terraplén existente sea menor que 4:1 (cuatro horizontal, uno vertical) después de la escarificación y regularización del talud existente.

La elección del tipo de equipo a ser empleado de acuerdo con su practicabilidad será de la entera responsabilidad del Contratista, a los fines de obtener tanto la perfecta ligación del material existente con el nuevo, como las densidades requeridas en esta Especificación.

Suelos plásticos deberán ser compactados con la energía de compactación del T-99 Suelos no plásticos NP, o de muy baja plasticidad menor que 3, deberán ser compactados con la energía de compactación del T-180.

En suelos plásticos para terraplenes menores a 2,00 m de altura, la base de asiento deberá compactarse con una densidad no menor al 90% del ensayo correspondiente (AASHTO T- 99 Standard), y la humedad estará entre ± 2% de la humedad óptima. El cuerpo del terraplén se deberá compactar hasta la cota - 0,30 m con un grado de compactación mayor al 95% de la densidad máxima del ensayo correspondiente (AASHTO T-99 Standard). Los últimos 0,30 m se deberán compactar con un grado de compactación igual o mayor al 98% de la densidad máxima del ensayo correspondiente (AASHTO T-99 Standard), y con una humedad del ± 2% de la humedad óptima. Los ensayos de compactación y de humedad se realizarán cada 60 m.

Suelos NP, misma metodología, pero con energía de compactación del T-180. Para terraplenes mayores a 2,00 m de altura se deberá realizar el terraplén en capas de 20 cm, y la compactación se podrá ejecutar una vez

esparcido el material con motoniveladora y compactada la capa con cualquier tipo de compactador, debiendo ser el grado de compactación no menor a 90% de la densidad máxima del ensayo correspondiente (AASHTO T-99 Standard) para suelos plásticos y del AASHTO T-180 para suelos NP o de bajo IP, y la humedad deberá estar entre ± 3% de la humedad óptima, con control de compactación cada tres capas de terraplén cada 60 m. Para los últimos 1,50 m del terraplén el procedimiento será igual al caso de los terraplenes menores a 2,00 m.

c) Compactación de áreas junto a estructuras:

No será permitido el uso de equipo pesado de compactación o de movimiento de tierra a distancias menores de 1,20 m de los tubos de las alcantarillas. Debiendo utilizarse en estas áreas equipos livianos especiales.

12.3. Relleno granular

Descripción

Este trabajo consiste en la colocación en obra, de una capa de material granular cuya función será la de servir como base de asiento de alcantarillas tubulares y alcantarillas celulares, así como en obras accesorias de drenaje, cuando el material sobre el que se apoyará el lecho de asiento presente condiciones desfavorables de resistencia, sea por mala calidad del suelo o por exceso de humedad. Se podrá emplear además en los desmontes en roca, sectores en los que conformará una capa de transición permeable (e=0,40m) entre la roca y el paquete estructural del pavimento. Será ejecutado donde se lo requiera durante el período de construcción, y deberá ser autorizado previamente por la Fiscalización

Materiales

En la conformación del relleno granular, dependiendo de la necesidad, en obra, se podrá utilizar juntos o separados, los siguientes materiales cuyas características predominantes son las siguientes:

a) Piedra, cuyo diámetro máximo será de 30 cm., proveniente de roca sana, dura y durable, extraída de la cantera seleccionada, con pérdida a la abrasión en el ensayo de "los Ángeles", inferior al 50%.

b) Piedra triturada, también proveniente de la cantera seleccionada, y con las mismas características de la especificada en el punto “a” con respecto a durabilidad y desgaste. La granulometría exigida para este tipo de piedra será la siguiente:

Tamiz	% en peso que pasa
$1\frac{1"}{2}$	100
3/4"	35-50
3/8"	15-30
N° 4	0-15

Equipo

Para la ejecución del “Relleno Granular” se usarán: retroexcavadoras, camiones volcadores para el transporte y colocación de la piedra grande, y herramientas manuales para la colocación de las piedras.

Ejecución

La excavación se realizará hasta una intensidad indicada por la Fiscalización a lo largo de la urbanización. Una vez ejecutadas las excavaciones de la cimentación y tras regularizar el fondo y los tabiques de la misma, se podrá completar lo siguiente:

1. Colocación de la piedra con ayuda del volteo directo desde los furgones.
2. Disposición manual de las piedras como forma de las capas horizontales.
3. Compactación manual de las capas con mazos cuyo peso y tamaño pueden ser constantes mediante el uso de la Autoridad de Control.
4. Repetición de las operaciones indicadas en los puntos 1, 2 y tres, hasta llegar a 10 cm por debajo del fondo de asiento de las estructuras.
5. Rellenar la última capa de 10 cm con piedra batida de la clase autorizada por el Interventor, cuidando de nivelar y compactar bien el paño según el tamaño indicado en los planos.

Control

1. La piedra de una longitud máxima igual a 0,30 m. se gestionará mediante apreciación visible en cuanto a su calidad, forma y dimensiones, y la Autoridad de Control restablecerá las tolerancias para los acabados de acuerdo con los planos del Proyecto.
2. El manejo geométrico del relleno granular se hará teniendo en cuenta que las dimensiones transversales de las terminaciones no fluctúen ahora en más del 10% de la escala del desafío en factores remotos.

Método de Medición

El relleno granular utilizado como colchón de lecho en sectores con presencia de cortes de roca, se medirá en metros cúbicos, a causa de la escala cuyas longitudes se medirán en el eje. No se medirá el relleno granular utilizado como lecho de las alcantarillas tubulares y las alcantarillas móviles.

13. PAQUETE ESTRUCTURAL

13.1. Subbase de Suelo Agregado

Generalidades

Esta Especificación se aplica a la ejecución de sub-base, junto con capas de suelos, combinaciones de suelos y materiales batidos, o el total de la mercancía triturada en una parte de suelos y materiales triturados para que se pueda alcanzar un CBR = 60 %.

Materiales

La sub-base estará constituida por un mínimo de 70% de material triturado y será ejecutada con materiales que cumplan los siguientes requisitos:

a -Deberán poseer composición granulométrica encuadrada en una de las fajas del cuadro a continuación:

Tamiz		% en peso que pasa
	mm	C
2"	50,8	-
1"	25,4	100
3/8"	9,5	50-85
N° 4	4,8	35-65
N° 10	2,0	25-50
N° 40	0,42	15-30
N° 200	0,074	5-15

b- la fracción que pasa en el tamiz Nº 40 deberá presentar límite de líquido inferior o igual al 25% e índice de plasticidad inferior o igual al 6%; cuando esos límites sean excedidos, el equivalente de arena deberá ser superior al 30%.

c- el porcentaje del material que pasa por el tamiz Nº 200 no debe exceder los 2/3 del porcentaje que pasa por el tamiz Nº 40.

d- el índice de soporte California no deberá ser inferior al 80% y la expansión máxima será del 0,5%, determinados según el método AASHTO T-193, y con la energía del método AASHTO T-180.

e- el agregado retenido por el tamiz Nº10 debe ser constituido de partículas duras y durables, libre de fragmentos blandos, alargados o chatos, libres de materia vegetal u otra sustancia perjudicial. Cuando sometido al ensayo de Los Ángeles, no deberá presentar desgaste superior al 40%.

Equipamiento

Son indicados los siguientes tipos de equipamiento para la ejecución de la base:

- Motoniveladora;
- Camión regador de agua;
- Vibro compactadores tipo liso-vibratorio y neumático;
- Tractor con rastra;
- Camión volquete

Además de esos, podrán ser usados otros equipamientos aceptados por la Fiscalización.

Ejecución

Consiste en las operaciones de dispersión, mezcla y pulverización, humectación o secado, compactación y retoque final de las sustancias importadas, terminadas en el borde, debidamente preparadas dentro de la anchura deseada, dentro de las porciones que permiten, después de la compactación, alcanzar el espesor proyectado. Las sustancias base pueden ser extraídas, organizadas y lanzadas de acuerdo con sus propias especificaciones. Cuando sea indispensable la ejecución de capas base con un espesor final superior a 15 cm, éstas pueden subdividirse en capas parciales, de forma que ninguna de ellas supere el espesor de 15 cm. El espesor mínimo de cualquier capa base será de 10 cm después de la compactación. El grado de compactación será como mínimo del 100%, con apreciación de la máxima masa seca aparente exacta adquirida en la comprobación AASHTO T-ciento ochenta, y el tejido de contenido de humedad será el tejido de material de contenido de humedad más adecuado de dicha toma de ±2%.

Control Tecnológico

a) Ensayos

Serán procedidos:

– Determinaciones de masa única evidente, "in situ", con un espaciamiento máximo de 100 m de sintonía, en los factores en los que se acumularon las muestras para los ensayos de compactación;
– Una determinación del contenido de humedad del material, cada cien m, inmediatamente antes de la compactación;
– Exámenes de caracterización (límite de liquidez, restricción de plasticidad y granulometría, respectivamente en línea con las estrategias AASHTO T-89, AASHTO T90 y AASHTO T-27 y T-eleven), con un espaciamiento máximo

de 150 m de sintonía y, como mínimo, dos corporaciones de comprobaciones en función del día;

- Una comprobación del índice de rodamiento de California, con la electricidad de compactación del método AASHTO T-193, con un espaciamiento máximo de 300 m de sintonía y, como mínimo, una comprobación cada día.
- Una prueba de compactación, según el método AASHTO T-ciento ochenta, para la fuerza de voluntad de la masa lisa precisa, seca, la mayor parte de 100 m de sintonía, con muestras acumuladas en puntos siempre obedeciendo el orden: lado propio, eje, zona izquierda, eje, aspecto propio, y muchos otros., a 60 cm del umbral. - El número de pruebas de compactación puede disminuirse siempre que se compruebe la homogeneidad del tejido. - una dedicación de la arena igual, con una separación de 100 m, en caso de sustancias con un índice de plasticidad superior al 6% y un límite de liquidez superior al 25%.

Control Geométrico

Tras la ejecución del fondo, se procederá a la reubicación y nivelación del eje y de los bordes, permitiéndose las siguientes tolerancias: = 10 cm, en cuanto a la anchura de la plataforma; hasta un veinte por ciento, en extra, para la deflexión del talud, sin tolerancia de fallo.

En la verificación de la mejora longitudinal del piso, no se tolerarán deflexiones superiores a 1,5 cm, mientras se determinen mediante normas de 3,00 m.

- No se tolerará ningún coste de espesor de hombre o mujer que no esté siempre cubierto dentro de la lengua c de ± 2 cm, con reconocimiento del espesor del proyecto.
- En el caso de que sea frecuente una capa de fondo con un espesor medio inferior al del trazado, en consonancia con las tolerancias establecidas, el

revestimiento se incrementará hasta un espesor estructuralmente igual a la distinción descubierta.

– Si la capa de fondo es habitual, de acuerdo con las tolerancias, con un espesor medio mejor que el del trazado, la distinción no se deducirá ahora del espesor del revestimiento.

Medición

Las cantidades de subbase de suelo de mezcla, una vez autorizadas por medio de la inspección, se medirán en cantidad a través de la cantidad de metros cúbicos de subbase compactada colectivamente con el total de mezcla fina entregada, decidida por medio de la misma elaborada a partir de la longitud de la sección completa y genérica, medida a lo largo del eje, con la ayuda del ancho y espesor común, indicado en los Planos.

13.2. Base Granular Estabilizada

Esta pintura abarcará la disponibilidad y el emplazamiento de las capas de piedra abrumadora estabilizada granulométricamente, de acuerdo completamente con este Pliego de Condiciones y de conformidad con las alineaciones, la nivelación y las secciones de movimiento normales indicadas en los Planos..

Materiales

a. **Agregado pétreo**

Abarcará piedra abrumada colectivamente con partículas difíciles, sanas, duras y robustas, libres de exceso de sustancias deletéreas, incluidos restos blandos o desintegrables, grumos de arcilla y todas las numerosas sustancias identificadas como deletéreas, para ofrecer una combinación uniforme que cumpla con las necesidades de esta Especificación en cuanto a tamaño de grano, índices corporales y potencial de carga para ser compactada en una Base densa y estable. El árido pétreo se fabricará a partir de roca batida, sin signos de desintegración o

descomposición que puedan hacer dudar de su robustez en situaciones de transporte. Para garantizar este requisito de calidad, la Autoridad de Control también puede disponer que se realicen pruebas previas en la roca antes de la trituración y/o en la mezcla de piedra abrumada (por ejemplo, examen petrográfico).

b. Requisito de Granulometría

Para la capa de sub-base de piedra triturada de 20 cm de espesor el material llenará los requisitos de granulometría según la tabla siguiente, empleando los métodos de AASHTO T- 11 y T-27

Tamiz	Porcentaje que pasa
1"	100
2/8"	50-85
N° 4	35-65
N° 10	25-50
N° 40	15-30
N° 200	5-15

La fracción de la tela, junto con los componentes en el agregado, que pase el tamiz nº 40 deberá tener una restricción de líquido no superior a 25 y un índice de plasticidad idéntico a 0 (NP) cuando se ensaye con los métodos AASHTO T 89 y T-ninety.

El coste de la ayuda CBR en el patrón empotrado no será inferior al 100% y el crecimiento no será superior al 0,5% cuando se ensaye con el método AASHTO T-193 con el uso del 100% de la densidad máxima correspondiente al ensayo AASHTO T-180. La mezcla sometida a la prueba de abrasión "Los Ángeles", AASHTO T-ninety six no deberá presentar una puesta superior al 25% en 500 revoluciones.

c. Finos Añadidos en Mezcla

Si para cumplir con los requisitos de longitud de las partículas se necesitan finos, además de los que se encuentran en el material de la sub-base, se mezclarán

uniformemente con el tejido de la sub-base en un porcentaje que no supere el 10% en peso, tanto en la planta de clasificación como por medio de otros métodos aprobados por la Autoridad de Control. La primera clase traída será tela arenosa (de río, movimiento o embalse) acreditada por el Controlador y ya no incorporará más del 15% de tela que sea retenida dentro del tamiz No. Cuarenta y liberada de plasticidad.

d. Acopio de Material

Si es vital acopiar el material de la sub-base antes de colocarlo en la plataforma, debe ser acopiado de la siguiente manera:

- Se seleccionará una página no expuesta a inundaciones.
- El material transportado en camiones de descarga puede ser descargado en capas uniformes sobre un suelo ordinario y definido que tomará una forma de cuerpo también descrito y adecuado para eventuales mediciones.
- Las pendientes de aspecto no serán superiores a 2:1 para disminuir al máximo los motivos de segregación.
- No se permitirá el acopio de tejido a través de una cinta transportadora y con el fin de evitar la segregación de las numerosas medidas en cada acopio, la mezcla podrá depositarse en capas uniformes o en pasadas que no superen 1,25 m de espesor.

Forma de Ejecución

El tejido de la sub-base, después de ser desembolsado en la carretera, debe ser uniforme y sin segregación. Para garantizar un grado de compactación uniforme, el tejido que se trabaje debe presentar un material con un contenido de humedad suficientemente bueno, de acuerdo con las pruebas de laboratorio o según lo distinga la Autoridad de Control. La compactación deberá orientarse de tal manera que se obtenga una superficie nivelada, un grado de compactación, un espesor y un final que cumplan los requisitos de esta Especificación. La capa

compactada no deberá presentar ahora segregación de tela en el suelo o en la profundidad.

A. Mezcla

El mezclado, la uniformidad y la adición de agua para obtener el contenido de humedad más seguro del tejido de la subbase se realizará en el acopio con equipos y técnicas adecuadas autorizadas por el Interventor.

B. Colocación y distribución

Toda la tela de la capa base podrá ser colocada en el suelo de la subbase terminada y compactada en capas de no más de 15 cm de espesor compactado. Cuando se requiera una capa múltiple, se aplicará el proceso de construcción descrito a continuación para cada capa.

C. Compactación

Inmediatamente después del extendido y el fratasado final, cada capa colocada se compactará en todo el ancho de la calle mediante rodillos lisos vibratorios y rodillos lisos autopropulsados, con un peso mínimo de 8 toneladas, o rodillos neumáticos múltiples con un peso mínimo de 12 lotes, u otro dispositivo que pueda proporcionar la densidad requerida. Las irregularidades o depresiones que se produzcan después de la rodadura deben corregirse mediante el vaciado de la tela en los lugares señalados y la inclusión o eliminación de material hasta que el pavimento sea escénico y uniforme. En las zonas donde se vaya a colocar el recubrimiento asfáltico, las desviaciones que superen las tolerancias indicadas se corregirán mediante nivelación o escarificación y adición de materiales autorizados y recompactación mediante rodillo y riego. La explanación y nivelación se ejecutará según se requiera o se indique, para preservar una superficie escalonada, uniforme y compactada uniformemente hasta que se ubique sobre ella cualquier camino de rodadura o suelo. A lo largo de los bordes, muros de contención y tabiques, y en todos los lugares que no estén al alcance de los rodillos, el material de la capa subyacente se compactará muy bien con pisón mecánico vibratorio.

Control

a. Control tecnológico:

a.1 Ensayo de Densidad

Las pruebas de compactación se harán de acuerdo con los métodos AASHTO T-99 y T-180. La densidad de la sub-base de piedra triturada no será inferior al 100% de la densidad máxima lograda con el ensayo AASHTO T-180, control que se efectuará cada 60 m, alternando centro y bordes, o como lo fuere ordenado por la Fiscalización.

a.2 Determinación de Humedad

Una determinación del contenido de humedad cada 100 m antes del inicio de la compactación.

a.3 Ensayos Granulométricos y Límites Físicos

Serán ejecutados según se indica a continuación:

• Granulometría	1 ensayo c/100 m.-AASHTO T-27 y T-11
• Límite líquido	1 ensayo c/200 m.- AASHTO T-89
• LP e IP	1 ensayo c/200 m.- AASHTO T-90
• CBR	1 ensayo c/500 m.- AASHTO T-193

b. Control Geométrico

b.1 Espesor

El espesor de la base de agregado de piedra compactada no deberá variar ahora en más de 1 cm. del espesor indicado en los Planos. Inmediatamente después de la última compactación de la base de piedra, se medirá el espesor por uno o más elementos de acuerdo con cien metros lineales de base. Las mediciones se harán con el recurso útil de fosas de comentarios o diferentes estrategias respetables. Los factores para las mediciones se seleccionarán con la ayuda del controlador en lugares aleatorios dentro de cada fase de cien metros para evitar una distribución ordinaria de puntos. Se cubrirán varios factores de la sección de marcha. A medida que la base de piedra continúa sin modelo en el espesor más allá de la tolerancia permitida, este período de lenguaje del sistema c entre las evaluaciones puede extenderse, a discreción del controlador, a un máximo de 250 metros con exámenes ocasionales en duraciones más cortas.

Cuando una medición muestre una variación mayor que la aprobada con respecto al espesor indicado en los Planos, se harán mediciones adicionales a intervalos de 10 metros hasta que las mediciones impliquen que el espesor está dentro de la tolerancia permitida. Las zonas que no se ajusten a la tolerancia permitida se corregirán mediante la eliminación o inclusión de tejido, según sea imprescindible, y la conformación y compactación según se indique. Los pozos de prueba utilizados para determinar la densidad de la capa base de piedra pueden utilizarse para medir el espesor de la base de piedra compactada. La perforación de las fosas de comprobación y su relleno con materiales definitivamente compactados se realizará por medio del Contratista bajo la manipulación del Interventor.

13.3. Carpeta de Concreto Asfáltico en Caliente

Descripción

La “Carpeta de concreto asfáltico”, mezcla caliente en planta, se construirá en los espesores compactados marcados en los Planos sobre una base imprimada, en el ancho indicado en los planos y cumpliendo todos los detalles de la presente especificación y órdenes de la Fiscalización.

Materiales

a. Agregado Pétreo Grueso (retenido en el Tamiz Nº 10)

El agregado grueso provendrá exclusivamente de la trituración de roca sana aprobada por la Fiscalización. Deberá acusar un desgaste en el ensayo “Los Ángeles” (AASHTO T96-70) inferior a 25%. Sus partículas estarán exentas de polvo y no contendrán materias extrañas, debiendo presentar buena adhesividad. Sometido al ensayo de durabilidad con sulfato de sodio, no deberá presentar pérdidas superiores al 12%, en 5 ciclos. El índice de cubicidad no deberá ser inferior a 0,5. La piedra utilizada en la trituración será sana y durable, libre de terrones de arcilla o materias extrañas.

b. Agregado Pétreo Fino (pasa por Tamiz Nº 10)

El agregado fino puede ser arena proveniente de la trituración de roca o arena silícea natural proveniente de ríos o yacimientos, o mezcla de ambas. Sus partículas serán limpias, duras, sanas y libres de arcilla, polvo, álcalis, materias orgánicas o cualquier otra sustancia perjudicial y su índice de plasticidad será nulo. El ensayo de equivalente de arena deberá ser igual o superior al 45% para las bases y 55% para la carpeta

c. Relleno Mineral (filler) Calcáreo (solo para Carpeta)

Consistirá en polvo de piedra caliza pura con un mínimo de 70% de carbonatos de calcio, o bien será cal hidratada o cemento portland. Estará libre de grumos, terrones o materiales orgánicos, debiendo cumplir la siguiente granulometría al ser ensayado por tamices de malla cuadrada, siguiendo el método de ensayo AASHTO T37-70.

• Pasa tamiz Nº 30 100%
• Pasa tamiz Nº 50 95 – 100%
• Pasa tamiz Nº 200 70 – 100%

d. Mezcla de los Agregados Pétreos y Relleno Mineral

La composición del concreto bituminoso deberá satisfacer los requisitos del cuadro siguiente:

Tamiz	Porcentaje que pasa	
	Carpeta	Base
3/8"	70-90	60-80
N° 4	50-70	48-65
N° 8	35-50	35-50
N° 30	18-29	19-30
N° 50	13-23	13-23
N° 100	8-16	7-15
N° 200	4-10	1-8

La fracción de granulometría total indicada en el cuadro anterior que pasa el tamiz Nº 40 tendrá índice de plasticidad nulo. El contenido de humedad de la mezcla en seco de los agregados pétreos exclusivamente será inferior al medio por ciento (0,50%) una vez que han pasado por el dispositivo secador.

e. Materiales Bituminosos Sólidos (Cementos Asfálticos)

Serán homogéneos, libres de agua y no formarán espuma al ser calentados a 175º C. y cumplirán con las siguientes exigencias cuando se ensayen de acuerdo a los métodos aquí señalados.

CARACTERISTICA	MINIMO	MAXIMO	METODO DE ENSAYO
Penetracion (25°c. 100g. 5 seg.)	50	60	AASHTO T49-89
Ductibilidad (25°c. 5cm/min)(cm)	100	-	AASHTO T51-89
Punto de inflamacion (Cleveland, vaso abierto) (°c)	232	-	AASHTO T51-89
Ensayo en pelicula delgada: perdida por calentamiento a 163°c durante 5hs (%)	-	0,8	AASHTO T110-82
Penetracion retenida (25°c. 100g. 5 seg.) % del original	50	-	AASHTO T49-89
Ductibilidad del residuo (25°c. 5cm/min)	75	-	AASHTO T51-89
Solubilidad en cc. 14 (%)	99	-	AASHTO T44-89
Cenizas (%)	-	1,0	-
Ensayo de Oliensis	Negat.		AASHTO T102-68
Temperatura de aplicación (Grados Centigrados)	135	155	

f. Aditivo Mejorador de Adherencia

De no haber buena adhesividad entre el material bituminoso y el agregado, deberá ser empleado un mejorador de adherencia. En este caso, el Contratista proveerá un agente mejorador de adherencia que se usará como aditivo al material bituminoso para prevenir la separación del asfalto del agregado. El aditivo deberá ser utilizado según las recomendaciones del fabricante, pero no menos que 0,5% ni más del 1,5% en peso del ligante asfáltico total. El costo del aditivo mejorador de la adherencia será incluido en el costo del material asfáltico, ya que no se hará pago adicional por el aditivo.

g. Materiales Pétreos y Relleno Mineral a Emplear

Antes de comenzar los trabajos y con suficiente anticipación el Contratista propondrá a la Fiscalización los agregados pétreos y relleno mineral a emplear adjuntando a tal efecto las muestras correspondientes y los resultados obtenidos con las mismas en los ensayos físicos y granulométricos realizados para someterlos a su aprobación.

h. Cantidad de Materiales a Emplear

Los agregados pétreos y relleno mineral se utilizarán en cantidades comprendidas dentro de los siguientes límites:

• Agregados pétreos, grueso y relleno mineral por m2 y centímetros de carpeta compactada: 20 a 24 kg

• Agregados pétreos, grueso y relleno mineral por m2 y centímetros de carpeta compactada: 20 a 24 kg

• El material bituminoso será empleado en porcentaje en peso con respecto al peso total de la mezcla, en cantidades comprendidas cumpliendo la siguiente limitación:

• Para mezcla bituminosa C.A. (50-60), porcentaje en peso con respecto al peso total de la mezcla

- Carpeta 4,5 % - 6,5 %
- Base 2,5 % - 4,5 %

i. Características de la Mezcla Bituminosa

Ensayada la mezcla por el método Marshall ASTM D-1559 acusará los siguientes valores:

CARACTERISTICAS	CARPETA	BASE
Numero de golpes por cara de probeta	75	75
Estabilidad a 60°c (kg); igual o superior a	800	500
Fluencia (mm)	2,0-4,5	2,0-4,5
Vacios totales (%) 1/calculado sobre la base del peso especifico de la mezcla de aridos (Metodo de Rice) (AASHTO T-209)	3-5	3-8
Relacion "Betun - Vacios" (%)	70-80	65-75
Estabilidad remanente, despues de 24hs de inmersion en agua a 60° con respecto a la estabilidad. Marshall (%)	80	80
Relacion estabilidad - fluencia (kg/cm)	2.100/3.500	1.900/3.000

j. Composición de la mezcla

Para la preparación de la mezcla bituminosa el Contratista solicitará de la Fiscalización con suficiente anticipo a la iniciación de los trabajos, aprobación de su “Fórmula para la mezcla en obra”.

Forma de Ejecución

a. Limpieza de la Superficie a Cubrir

Como tarea previa a la ejecución de la base o carpeta de concreto asfáltico se procederá a barrer la superficie existente que debe presentarse totalmente limpia, seca y desprovista de material suelto para poder iniciar las tareas.

b. Ejecución de un Riego de Liga

Una vez terminada la operación de limpieza, se recubrirá la superficie ganadora con emulsión asfáltica de rotura rápida, dentro de las porciones anteriormente montadas. Además, se repetirá el riego en el suelo de cada capa al comienzo de la siguiente.

Las pinturas se completarán tomando estrictas precauciones, específicamente con referencia a la temperatura del proveedor, la uniformidad dentro de los riegos y la ubicación de las capas al comienzo y al final de los riegos, cubriendo todo el ancho de la utilidad en este tipo de longitudes como para mantener lejos de la superposición de la tela.

Se dejará que el material bituminoso terminado expanda sus casas de unión antes de que se despache la mezcla bituminosa. La duración de este periodo se determinará a través de la Autoridad de Control y se mantendrá con el resto de las operaciones de mejora. La irrigación del aglutinante no debe ejecutarse ahora una cantidad excesiva antes, ni demasiado cerca de la distribución del agregado bituminoso para evitar inconvenientes en cada caso grave. Todas las zonas de contacto de la mezcla bituminosa, que incluyen los bordes, las crestas, etc., deben ser regadas.

c. Preparación de la Mezcla Bituminosa

La tela asfáltica se calentará uniformemente en el curso de su masa, y se mantendrá con una versión más de 10 ºC durante todo su uso. La humedad dentro de los agregados pétreos se reducirá para no superar ahora el cero,5% y su temperatura estará entre 155ºC y 185ºC en el momento de la mezcla. Las sustancias de emisión del agregado bituminoso serán entregadas dentro del siguiente orden: los agregados pétreos ya calentados y medidos a través del peso o volumen serán introducidos primero, procediendo a mezclarlos en seco por un corto tiempo para hacerlos uniformes; subsecuentemente, se agregará el relleno mineral, continuando la mezcla en seco, cuyo período total no será ahora mucho menos de 15 (quince) segundos. Por último, se integra el nuevo material bituminoso previamente medido en peso o volumen, perseverando en la mezcla global; este tramo final e imprescindible de la misma tendrá una duración no inferior a 30 (treinta) segundos. La temperatura de la combinación en la salida de la mezcladora no será superior a 149 °C.

d. Transporte de la Mezcla Bituminosa

Se llevará a cabo en camiones volquetes.

e. Distribución de la Mezcla

Esta operación no se realizará más en algún momento de lluvia; si llueve inesperadamente, se debe esperar a que el suelo se haya secado. La temperatura mínima para la distribución del árido será de ciento veinte ºC. La distribución del árido se completará en capas como se indica en los Planos, que deberán observar las situaciones de lisura y conformación precisas por debajo. Para llevar a cabo la distribución, el árido se verterá en la tolva de la herramienta de terminación, de forma que se despliegue tarde o temprano dentro del espesor suelto importante para conseguir el espesor compactado deseado.

Esta operación no se realizará mientras dure la lluvia; si llueve de repente, se debe esperar a que el suelo se haya secado. La temperatura mínima de distribución del árido será de ciento veinte ºC. La distribución de la combinación se realizará en capas como se indica en los Planos, que deberán seguir las condiciones de lisura y conformación que se detallan a continuación. Para realizar la distribución, la combinación se verterá en la tolva del dispositivo de terminación que le permita ser eventualmente desplegada en el espesor libre imprescindible para adquirir el espesor compactado deseado.

f. Cilindrado de la Mezcla

El agregado asfáltico debe ser uniformado con un rodillo neumático y un rizador mecánico de avenidas, comenzando tan pronto como la temperatura de la mezcla le permita soportar la carga del dispositivo sin desplazamientos excesivos.

El rizador neumático múltiple puede comenzar a compactar inmediatamente en la parte trasera de la pavimentadora, variando el esfuerzo de sus ruedas de menor a mayor, hasta que el suelo esté preparado.

Detrás, se compactará con el rizador mecánico, por lo que se podrá rodar longitudinalmente, sucesivamente a partir de la mitad de la anchura de la rueda trasera. El rodado se mantendrá hasta que se hayan eliminado todas las marcas de la llana. Para evitar que la mezcla se adhiera a las ruedas de la aplanadora, se mojarán sus rodillos con agua, pero sin dejar que el agua suelta caiga sobre el ligante.

La compactación se considerará terminada cuando se obtenga un porcentaje de densidad no inferior al noventa y tres por ciento de la densidad de setenta y cinco golpes según la cara.

Las depresiones que surjan durante la rodadura se corregirán mediante la escarificación o el aflojamiento de la mezcla dispensada y la inclusión de nueva mezcla hasta que se eliminen las irregularidades.

g. Librado al Tránsito de la Carpeta

Terminadas las operaciones constructivas de la carpeta podrá librarse el pavimento al tránsito después de transcurrido un período de 24 horas de haberse finalizado aquellas: si se produjeran desprendimientos por el tránsito se volverá a cerrar temporalmente para hacer actuar nuevamente la aplanadora, aprovechando las horas de mayor calor.

h. Limitaciones Impuestas por el Clima

Los trabajos detallados de carpeta asfáltica y base no podrán llevarse a cabo cuando la temperatura a la sombra sea inferior a 10º C o durante días lluviosos.

13.4. Tratamiento Superficial Simple en Banquina

Descripción

Este trabajo incluirá una utilidad de tela bituminosa y distribución de áridos, sobre arcenes previamente imprimados, de acuerdo con dichas especificaciones y dentro del ancho similar al tipo de perfil de obra indicado en los planos. Cantidades según metro rectangular: Las porciones aproximadas de sustancias según el metro cuadrado y el conjunto de aplicación y distribución, deberán responder a las necesidades de enganche para el tipo de remedio indicado a continuación.

AGREGADO "C"	13 a 15 kg/m2
Material Bituminoso	1.1 a 1.4 lts/m2

Los pesos indicados en la tabla son para los áridos que tienen una gravedad única de masa de 2,65 tn/m3 según lo decidido a través de los ensayos AASHTO-T-ochenta y AASHTO T85. Se realizarán las correcciones oportunas con los áridos suministrados en el lugar de la actividad, cuando éstos tengan una gravedad particular de masa superior a 2, Setenta y cinco tn/m3 o mucho menos de 2,55 tn/m3. Las porciones de material bituminoso en línea con el metro cuadrado pueden ser variadas, a través de la Autoridad de Control, para dar forma a las condiciones que prevalecen en el sitio, sin embargo la cantidad total de agregados consistente con el metro cuadrado (m2), después de la corrección para el peso único, ya no se modificará, a menos que se ordene lo contrario por medio de la Autoridad de Control.

Materiales

Los materiales deberán ser del tipo y clase tal que satisfagan las exigencias especificadas a continuación:

a) Agregados

Los agregados empleados para el tratamiento bituminoso superficial simple, se compondrán de gravas o piedras trituradas, debiendo llenar las exigencias fijadas en la gradación “C”.

Requisitos de gradacion del agregado petreo % en peso,que pasa por los tamices de malla cuadrada metodo AASHTO T -27	
TAMIZ	**Grad. "C"**
1/2"	100
3/8"	85-100
N°4	40-70
N°8	0-10

Las gravas o piedras trituradas serán formadas por partículas limpias, duras y durables, carentes de suciedades y otras materias objetables y no deberán poseer un porcentaje de desgaste mayor de 25% a 500 revoluciones, al ser sometidas al ensayo por el método AASHTO - T-96. Cuando sean sometidas al ensayo de resistencia con sulfato de sodio, en cinco variaciones, tal como lo determina el método AASHTO T-104, estos materiales no deberán acusar una pérdida de peso mayor al 12%. Cuando se usa grava triturada, no menos del 80% en peso tendrá que componerse de partículas que tengan por lo menos una cara fracturada.

b) Materiales Bituminosos

El material bituminoso será del tipo y clase indicado por este pliego y tendrá que llenar las exigencias de las especificaciones y referencias más abajo indicadas. El tipo del material será el siguiente: Asfalto disuelto de curado medio MC-800 y MC-3000 (AASHTO M-82) Cuando no exista suficiente adherencia entre el material bituminoso y los agregados, deberá emplearse un aditivo de adherencia aprobado por la Fiscalización previo al ensayo AASHTO T-182.

14. IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA

Descripción

Este trabajo consistirá en la cuidadosa limpieza de la superficie a imprimar indicados en los planos y de la aplicación de un riego de imprimación con material asfáltico, conforme se describe en esta especificación y en el ancho establecido en los Planos y/u Órdenes de la Fiscalización

Control Tecnológico

a) Calidad de Asfalto

De cada partida de material asfáltico o cuando la fiscalización juzgue conveniente, se practicará la toma de muestra para ejecutar los ensayos previstos en las especificaciones de las normas mencionadas. El control a realizar constará de:

• para asfaltos diluidos:

o 1 ensayo de viscosidad Saybolt - Furol, para toda carga que llegue a obra

o 1 ensayo de punto de inflamación por cada 100 toneladas.

o 1 ensayo de destilación por cada 100 toneladas.

• para emulsiones asfálticas:

o 1 ensayo de viscosidad Saybolt - Furol, para toda carga que llegue a obra.

o 1 ensayo de residuo por evaporación, para toda carga que llegue a obra.

o 1 ensayo de tamizado para toda carga que llegue a obra.

o 1 ensayo de sedimentación por cada 100 toneladas.

14.1. OBRAS DE ARTE Y DREANAJE

Descripción

Este trabajo incluirá la excavación para el uso de alcantarillas o sistemas diferentes, para los cuales el objeto particular no especifica ahora tales excavaciones. También incluye el relleno de los cimientos terminados y la eliminación y/o desecho del material excavado restante, de acuerdo con esta especificación, los planos o las órdenes del controlador.

a. Obras de Arte que no sean Alcantarillas Tubulares:

Todo el material duro para los cimientos se limpiará de tela suelta para que tenga un piso de compañía. La excavación hasta la elevación final se realizará mejor mientras se coloca la inspiración. Cuando la tela de inspiración sea suave, fangosa o de otra manera impropia, a juicio del Interventor, el Contratista se deshará de dicho material y rellenará con material granular acreditado.

b. Alcantarillas Tubulares:

Como se indica dentro de la fase de "Terraplén", la excavación para el desarrollo de alcantarillas tubulares tiene alternativas. Puede situarse antes o después del desarrollo del terraplén. En el primer caso, la creación de la alcantarilla antes del terraplén, la superficie de asiento puede ser fácil y bien apisonada. Las tuberías pueden colocarse en la cantidad indicada en los planos, se calzarán con tierra y, eventualmente, pueden cubrirse mediante la construcción de capas de cero,20 m con el mismo material que los terraplenes y con las mismas necesidades de compactación. Cuando la alcantarilla se ubique después de la construcción del terraplén, la excavación de la zanja hasta la ubicación de la tubería deberá ser suficiente para permitir el empalme agradable de la tubería y el apisonamiento suficiente de la tela que sirve de lecho debajo y alrededor de las tuberías. Si se encuentra grava, o una tela de agencia diferente, se retirará bajo el segmento de lecho de la tubería hasta una profundidad de al menos 30 cm. La anchura de la excavación será al menos 1,00 m mayor que el diámetro exterior de la tubería. La excavación podrá rellenarse con material decidido, suavemente compactado en capas que no superen los 15 cm de espesor..

Relleno de Estructuras

El relleno detrás de cualquier encofrado se terminará, dentro de los límites ensayados dentro de los Planos, con las sustancias autorizadas que se determinen. Fuera de dichos límites, los materiales de relleno podrán ser de tierra no habitual. En todos los casos la restricción más alta del relleno será el plano de la subrasante. Todos los rellenos se ubicarán según lo designado en el objeto "Terraplén" de esta Planilla.

14.2. Hormigón Estructural

Descripción

Esta especificación incluye la ejecución del hormigón estructural que se utilizará en las alcantarillas tubulares, alcantarillas móviles, cunetas incluidas y algún otro hormigonado necesario e imprescindible para el acabado de las pinturas según el proyecto. En este apartado se especifica además el encofrado de tablero o contrachapado de 1" (una pulgada) necesario para las estructuras o elementos de hormigón y el apuntalamiento y la cimbra. Las pinturas se terminarán de acuerdo con los Planos y/o Notas de Servicio, y las órdenes escritas del Interventor, en total cumplimiento de estas y diferentes Secciones del Pliego, contemplando la siguiente recomendación popular:

• Es de primordial importancia, entre otros propósitos, adquirir y verificar el correcto agradable del concreto en cuanto a sus parámetros de energía, deformabilidad, uniformidad y durabilidad.

• El Contratista es el único responsable de la calidad del hormigón, de la adecuada ejecución de las obras y del cumplimiento de las situaciones establecidas en los planos y en los diferentes expedientes de la obra.

• Para la formación, el uso y la comprobación del hormigón y de sus materiales, así como para la supervisión de todas las operaciones relativas al uso de los materiales y a la ejecución de los sistemas, alquilará únicamente personal adecuado, que posea los conocimientos técnicos, la capacidad y la revelación, y que haya participado previamente en obras de características comparables y de importancia similar.

• Todos los sistemas y equipos que se utilizarán en los distintos niveles de ejecución de las estructuras, así como los aparatos necesarios para la comprobación y el control satisfactorio de las sustancias y los sistemas, deberán ser demostrados y contrastados de forma segura por el Contratista, en presencia del Interventor, con suficiente antelación a la fecha de inicio de las operaciones de pintura y, además, periódicamente a partir de entonces, de forma que se pueda asegurar su funcionamiento ecológico y preciso. Los equipos y unidades que no hayan sido previamente verificados no podrán ser utilizados para la ejecución de la Obra.

• La aprobación, por parte de la Fiscalización, de los materiales, proporciones del hormigón, y demás aspectos relacionados con la ejecución de las estructuras, no eximen al Contratista de las responsabilidades a que se hace referencia en los incisos anteriores. • Para las superficies que no queden a la vista podrá usarse madera sin revestimiento.

Materiales para Hormigón

1. General

Antes de ser acopiados en obra, los materiales deberán contar con la aprobación de la Fiscalización. El Contratista con una anticipación de 60 días a la fecha de empleo prevista entregará a la Fiscalización los antecedentes y resultados de los ensayos que realizó para juzgar la calidad de los materiales que propone utilizar en la obra, como también las muestras de los mismos, y toda otra información necesaria para su análisis y aprobación. El Contratista es responsable por el necesario mantenimiento de la uniformidad en las características de los materiales. La toma de muestras se hará de acuerdo a normas, según la sección referente a “Control de Calidad del Hormigón”.

2. Cemento Portland

• El cemento Portland a usar en la obra deberá ser - exigencia mínima un cemento de marca oficialmente aprobada por la Fiscalización.

• El cemento Portland de alta resistencia inicial solamente podrá emplearse para casos especiales y con autorización previa escrita por la Fiscalización. Su empleo no se permitirá para elementos estructurales cuya menor dimensión exceda de 75 (setenta y cinco) centímetros.

• Es responsabilidad del Contratista la provisión de un cemento Portland que permita obtener hormigones con las características exigidas por las estructuras, asegurando además su durabilidad, y el cumplimiento de éstas especificaciones.

• En un mismo elemento de la estructura no se permitirá el empleo de cementos de distintas marcas. En particular para superestructura y mesoestructura será requisito importante la conservación de la uniformidad de las características del cemento. Pero es responsabilidad del Contratista mantener la calidad y uniformidad de los materiales aprobados.

• Podrá usarse cemento en bolsas o cemento a granel

3. Agregado Fino

• El agregado fino estará constituido por arena natural de partículas redondeadas, o bien por una mezcla adecuada de arena natural y arena de trituración.

• La arena de partículas angulosas se obtendrá por trituración de gravas (canto rodado) o de rocas sanas y durables, que cumplan los requisitos de calidad especificados para los áridos gruesos.

• El árido fino estará constituido por partículas limpias, duras, estables, libres de películas superficiales y de raíces y restos vegetales, yeso, anhidrita, pirita y escorias. Además, no contendrá otras substancias nocivas que puedan perjudicar el hormigón o las armaduras.

• En ningún caso se emplearán áridos finos que hayan estado en contacto con aguas que contengan sales solubles o que contengan restos de cloruros o sulfatos, sin antes haber determinado el contenido de las mencionadas sales en el árido fino.

• La cantidad de sales solubles aportadas al hormigón por el árido fino no incrementará el contenido de cloruro y sulfatos del agua de mezclado más allá de lo establecido en el Ítem “e” adelante. La presente disposición será especialmente observada en el caso de la estructura de hormigón armado y de hormigón pretensado, y en todos los casos en que en el hormigón queden incluidas piezas o elementos de aluminio o galvanizadas.

• El árido fino que no cumpla la disposición anterior, será sometido a un lavado adecuado, con agua que conste de las características necesarias. Por ésta tarea no se reconocerá compensación alguna.

• En el momento de la medición para su introducción en la hormigonera, el contenido de humedad superficial de la arena será uniforme y menor del ocho (8) por ciento referido al peso de la arena secada a estufa.

4. Granulometría

El árido fino podrá obtenerse por mezcla de dos o más arenas, que se almacenarán y medirán separadamente, y tendrá una curva granulométrica comprendida dentro de los límites que determinan las curvas A y B del siguiente cuadro.

TAMICES DE MALAS CUADRADAS	% MAXIMO QUE PASA, ACUMULADO, EN PESO		
	Curva A	Curva B	Curva C
(3/8")	100	100	100
N°4	95	100	100
N°8	80	100	100
N°16	50	85	100
N°30	25	60	95
N°50	10	30	50
N°100	2	10	10

15. COSTOS Y PRESUPUESTOS

15.1. Planilla de Cómputo

El cómputo métrico es realizado para cada uno de los ítems que integran la lista de los rubros que conforman el “Presupuesto de la Obra”. Se adopta este criterio de separación para lograr una mejor elaboración del presupuesto como así también para facilitar la revisión, modificación y corrección de cada uno de los ítems de trabajo.

NIVEL	Código Actividad	Actividad	Und.	FECHA DE ELABORACION: 03/11/2022		
				Metrado	P.U.	Costo
NIVEL 0	01	CALLE MOREIRA [0+000 a 8+460]				35.921.297.950
NIVEL 1	01.01	PRELIMINARES				823.395.727
PARTIDA	1	DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS	m2	101.089,47	8.145,22	823.395.727
NIVEL 1	01.02	MOVIMIENTO DE SUELOS				21.165.072.811
PARTIDA	1	EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL	m3	50.544,74	15.861,59	801.719.658
PARTIDA	2	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TRANSITO CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS	m3	113.220,21	17.183,78	1.945.551.312
PARTIDA	3	TERRAPLÉN O PEDRAPLÉN O RELLENO TODO-UNO CON MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN	m3	688.958,60	26.180,00	18.036.936.475
PARTIDA	4	EXTENSIÓN DE TIERRA VEGETAL DE LA PROPIA OBRA EN TALUDES	m3	23.862,71	15.960,69	380.865.366
NIVEL 1	01.03	PAVIMENTOS				9.441.823.685
PARTIDA	1	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO CALIENTE MAC-1	m3	3.828,15	1.071.562,14	4.102.100.617
PARTIDA	2	BASE GRANULAR DE CBR 100%	m3	23.886,85	222.965,81	5.325.950.881
PARTIDA	3	EMULSIÓN CRS-1 EN RIEGO DE LIGA O CURADO	l	1.200,00	4.308,74	5.170.485
PARTIDA	4	EMULSIÓN CSS-1 O CRS-1 EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN	l	1.200,00	7.168,08	8.601.702
NIVEL 1	01.04	DRENAJE				3.091.114.081
NIVEL 2	04.01	ALCANTARILLAS				1.152.574.357
PARTIDA	1	EXCAVACIÓN MECÁNICA DE ZANJAS, POZOS O CIMIENTOS EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO	m3	1.256,00	37.402,96	46.978.112
PARTIDA	2	ALCANTARILLA TIPO CELULAR 1,00X1,50M, f'c >= 15 Mpa	un	13,00	1.245.267,65	16.188.479
PARTIDA	3	ALCANTARILLA TIPO CELULAR 1,00X1,00M, f'c >= 15 Mpa	un	11,00	1.517.285,49	16.690.140
PARTIDA	4	HORMIGÓN DE LIMPIEZA Y NIVELACIÓN CLASE E, f'c >= 15 MPa	m3	152,00	1.052.582,65	159.992.563
PARTIDA	5	HORMIGÓN ARMADO HA-25 EN FORMACIÓN DE ARQUETAS Y POZOS DE REGISTRO CON UNA CUANTÍA MÍNIMA DE ACERO DE 40	m3	256,00	2.055.692,15	526.257.191
PARTIDA	6	HORMIGÓN CICLÓPEO TIPO G-21 MPA EN FORMACIÓN EMBOCADURAS (CABECERAS)	m3	255,00	1.401.648,05	357.420.252
PARTIDA	7	RELLENO LOCALIZADO EN ZANJAS, POZOS Y CIMIENTOS CON MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN DE LA TRAZA	m3	1.525,00	19.047,62	29.047.621
NIVEL 2	04.02	DRENAJE LONGITUDINAL				1.938.539.724
PARTIDA	1	FORMACIÓN DE CUNETA TRAPECIAL DE 1.20 M DE BASE MAYOR, ALTURA 0.4 M, TALUDES 1:1	m	16.936,00	30.683,74	519.659.855
PARTIDA	2	HORMIGÓN EN MASA HM-20 EN FORMACIÓN DE CUNETA I/ ENCOFRADO, FRATASADO, ACABADOS Y JUNTAS	m3	223,00	1.027.339,22	229.096.646
PARTIDA	3	HORMIGÓN ARMADO HA-25 EN FORMACIÓN DE ARQUETA SUMIDERO	m3	112,00	1.794.153,17	200.945.155
PARTIDA	4	RELLENO LOCALIZADO EN ZANJAS, POZOS Y CIMIENTOS CON MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN DE LA TRAZA	m3	525,00	19.047,62	10.000.001
PARTIDA	5	HORMIGÓN ARMADO HA-25 EN FORMACIÓN DE ARQUETAS Y POZOS DE REGISTRO CON UNA CUANTÍA MÍNIMA DE ACERO DE 40	m3	85,00	2.055.692,15	174.733.833
PARTIDA	6	ESCOLLERA DE 400/800 kg EN DRENAJE O PROTECCION FLUVIAL	m3	65,00	214.133,39	13.918.671
PARTIDA	7	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO TIPO 4 COMO FILTRO	m2	1.856,00	9.086,67	16.864.860
PARTIDA	8	TERRAPLÉN O PEDRAPLÉN O RELLENO TODO-UNO CON MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN	m3	2.565,00	26.180,00	67.151.701
PARTIDA	9	HORMIGÓN DE LIMPIEZA Y NIVELACIÓN CLASE E, f'c >= 15 MPa	m3	369,00	1.052.582,65	388.402.998
PARTIDA	10	HORMIGÓN CICLÓPEO TIPO G-21 MPA EN FORMACIÓN EMBOCADURAS (CABECERAS)	m3	125,00	1.401.648,05	175.206.006
PARTIDA	11	SISTEMA DE CONTENCIÓN DE CONCRETO, NIVEL H2, W <= 0.60 m	m	189,00	754.285,71	142.559.999
NIVEL 1	01.05	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y BARRERAS				1.399.891.645
NIVEL 2	05.01	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL				351.247.860
PARTIDA	1	MARCA VIAL BLANCA REFLECTANTE, TERMOPLÁSTICA EN CALIENTE, ANCHO 15 cm	m	16.936,18	12.305,72	208.411.911
PARTIDA	2	MARCA VIAL BLANCA REFLECTANTE, TERMOPLÁSTICA EN CALIENTE, ANCHO 20 cm	m	8.569,00	13.282,86	113.820.827
PARTIDA	3	MARCA VIAL BLANCA REFLECTANTE, TERMOPLÁSTICA EN CALIENTE, EN SÍMBOLOS Y CEBREADOS	m2	55,00	129.308,52	7.111.968
PARTIDA	4	MARCA VIAL AMARILLA REFLECTANTE, TERMOPLÁSTICA EN CALIENTE, EN SÍMBOLOS Y CEBREADOS	m2	55,00	130.105,87	7.155.823
PARTIDA	5	TACHAS REFLECTIVAS	ud	706,00	20.888,57	14.747.330
NIVEL 2	05.02	SEÑALIZACIÓN VERTICAL				692.000.419
PARTIDA	1	SEÑAL CIRCULAR DE 120 cm DE DIÁMETRO Y RETRORREFLECTANCIA DE CLASE RA3	ud	17,00	822.727,27	91.322.727
PARTIDA	2	SEÑAL TRIANGULAR DE 120 cm DE LADO Y RETRORREFLECTANCIA DE CLASE RA3	ud	75,00	822.727,27	17.277.273
PARTIDA	3	SEÑAL CUADRADA DE 120 cm DE LADO Y RETRORREFLECTANCIA DE CLASE RA3	ud	5,00	822.727,27	41.959.091
PARTIDA	4	SEÑAL RECTANGULAR DE 90X75 cm DE LADO Y RETRORREFLECTANCIA DE CLASE RA3	ud	75,00	1.014.116,19	1.014.116
PARTIDA	5	SEÑAL RECTANGULAR DE 80X40 cm DE LADO Y RETRORREFLECTANCIA DE CLASE RA3	ud	52,00	480.765,71	4.807.657
PARTIDA	6	CARTEL DE CHAPA DE ACERO GALVANIZADO, RA3	m2	65,00	704.545,45	146.355.226
PARTIDA	7	CARTEL DE CHAPA GALVANIZADA, EN PORTICOS O BANDEROLAS	m2	36,00	704.545,45	35.688.045
PARTIDA	8	PORTICO ACERO GALVANIZADO, 11Z HASTA 14,00 M Y HASTA 40 M2 DE CARTELERÍA (NO INCLUIDA)	ud	2,00	50.347.632,38	352.433.427
PARTIDA	9	MOJON KILOMÉTRICO 110X26X13 cm REFLECTANTE TIPO III	ud	8,00	142.857,14	1.142.857
NIVEL 2	05.03	DEFENSAS				356.643.366
PARTIDA	1	BARRERA SEMIRRIGIDA METALICA SIMPLE TIPO PERFIL W, POSTES ACERO, ALTURA 0.820	m	1.811,14	196.916,29	356.643.366

15.2. Costo Total de la Obra

El Costo Total de la Obra seria es de 35.921.297.949Gs IVA incluido, es decir, 4.276.344.994 Gs/km.

16. CONCLUSIONES

Se concluye que con el diseño vial de la alternativa planteada mejorará la circulación del tránsito, haciéndolo más fluido permitiendo reducir costos en concepto de tiempo y combustible, de igual manera mitigará el riesgo de los accidentes de tránsito, así como daños a la integridad física y patrimonial de los pobladores cercanos al cruce.

Se ha optado por utilizar la estructura del pavimento con Carpeta de Concreto Asfáltico en Caliente por poseer una mejor capacidad estructural y funcional. Por lo tanto, el Paquete Estructural tendrá la siguiente configuración:

- Carpeta de Concreto Asfáltico en Caliente de 5cm de espesor
- Base de Granular Estabilizada (CBR>100%) de 15cm de espesor
- Subbase de Suelo Agregado (CBR>60%) de 15cm de espesor.

Se afirma que, el paquete estructural del pavimento adoptado, soportará sin mayores inconvenientes los rigores del periodo de 10 años de vida para los que fue diseñado.

17. RECOMENDACIONES

Se recomienda la construcción de carreteras alternativas y/o circunvalaciones, en centros semiurbanos para desviar el tráfico y así hacerlo más fluido y seguro. En zonas con precipitaciones del orden correspondiente a la Región Oriental se recomienda la utilización de la Carpeta Asfáltica debido a su mejor desempeño frente a las lluvias, además del aporte estructural que ofrece al camino.

18. BIBLIOGRAFÍA

[1] «Vias, Carreteras y otras calzadas. Historia,» [En línea]. Available: http://www.citop.es/publicaciones/documentos/Cimbra376_04.pdf. [Último acceso: 3 septiembre 2018].

[2] «Conceptos sobre ASSHTO y ASTM,» [En línea]. Available: https://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPSO14/enright_spso14.html .

[3] «Manual de Carreteras del Paraguay,» de Tomo 2 Norma para la Estructura del Pavimento Volumen 1 Guía Para Diseño Estructural de pavimentos, pp. 9-88.

[4] «Manual de Carreteras del Paraguay,» de Tomo 6 Normas para Materiales y Ensayo de Materiales Volumen 1 Suelos, pp. 87-198.

[5] «Manual de Carreteras del Paraguay,» de Tomo 3 Normas para Obras de Drenaje Vial , pp. 17-68.

[6] «Civilgeeks,» [En línea]. Available: https://civilgeeks.com/2011/09/23/conceptos-basicos-del-hidrogramaunitario/. [Último acceso: 2 octubre 2018].

[7] I. N. d. Vias, «Manual de Drenaje para Carreteras,» 2009.

[8] «Manual de Carreteras del Paraguay,» de Tomo 8 Medio Ambiente y Fizcalización de Obras Volumen 1 Especificaciones Técnicas Ambientales, p. 22.

[9] «Manual de Carreteras del Paraguay,» de Tomo 1 Normas para la Evaluacion de Proyectos y Geometría Vial Volumen 2 Diseño Geométrico, pp. 80-85.

[10] «Manual de Carreteras,» de Diseño de Carreteras, 2018, pp. 125-183.

[11] «Manual de Carreteras del Paraguay,» de Tomo 2 Norma para la Estructura del Pavimento Volumen 2 Especificaciones para la Construcción del Paviemento, p. 392.

[12] «Hidrograma Unitario,» [En línea]. Available: https://ivandamianvega.files.wordpress.com/2016/03/ejercicios-resueltosde-hidrologia.pdf

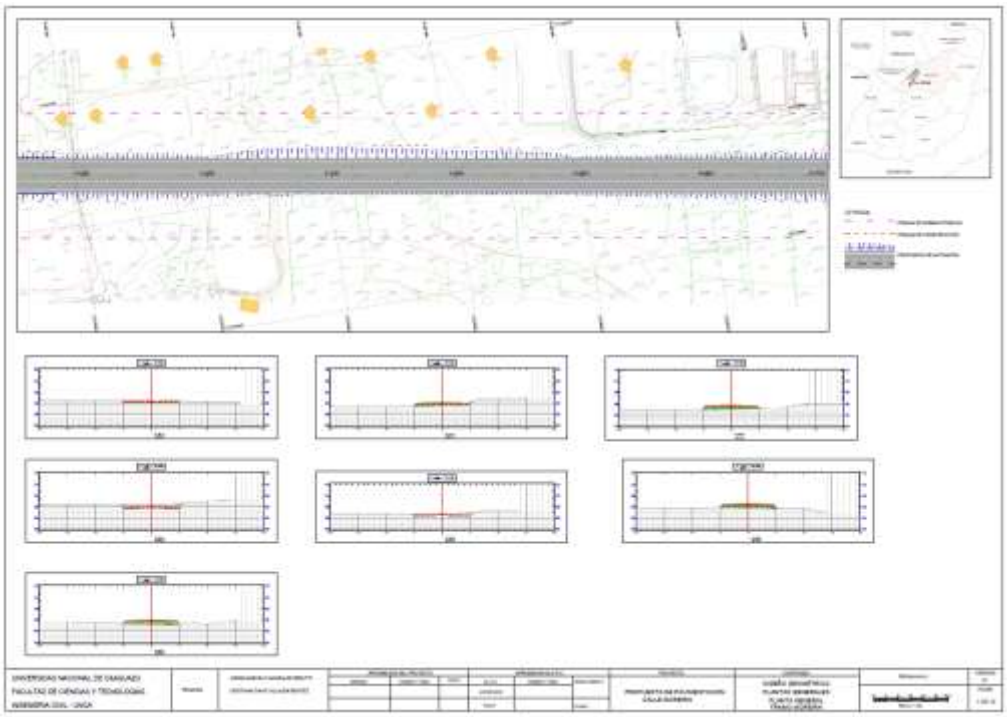
[13] C.P. «Contrataciones Públicas Paraguay,» 2003. [En línea]. Available: https://www.contrataciones.gov.py/documentos/download/convocatoria/kTzTbL6nIeE%253D

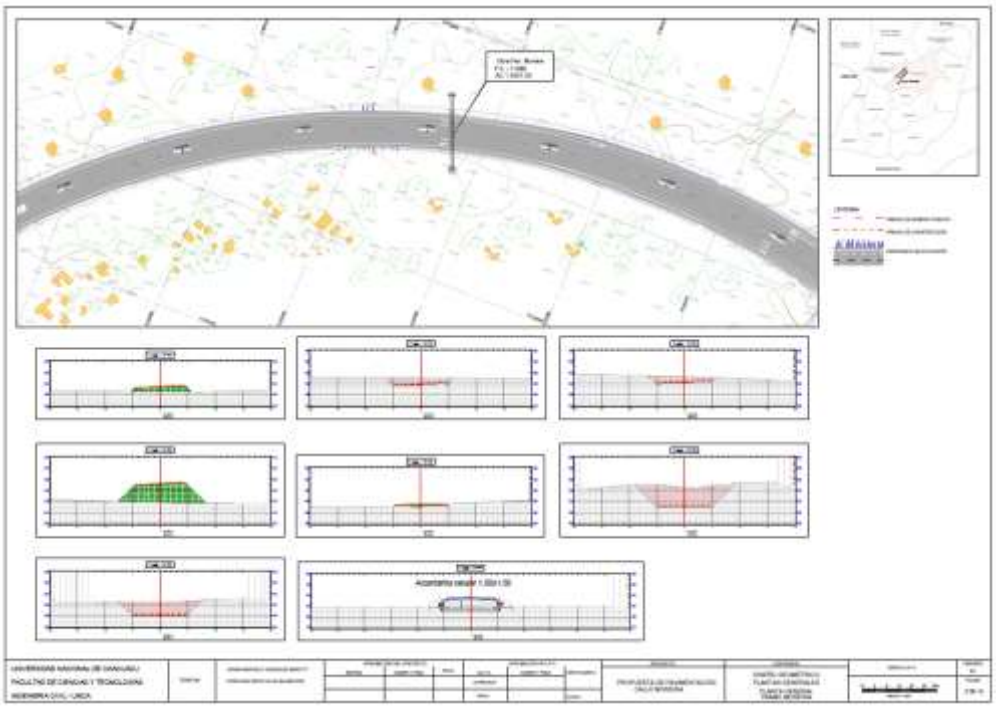
“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

ANEXO – PLANOS

Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

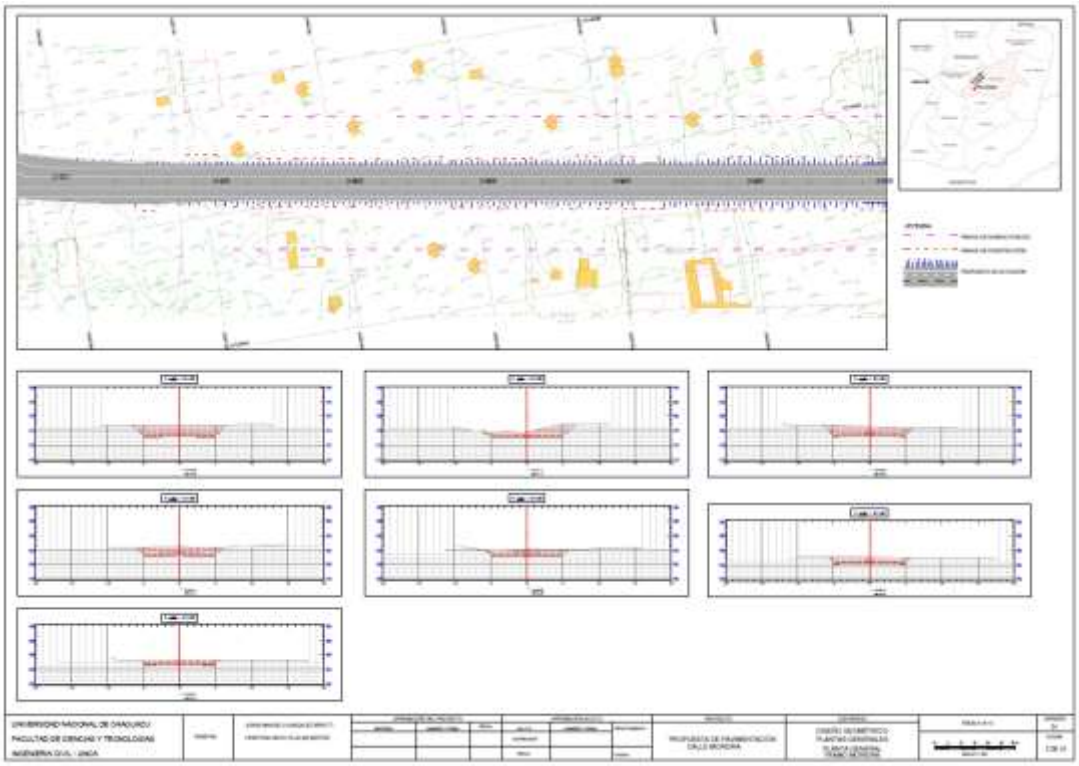
“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

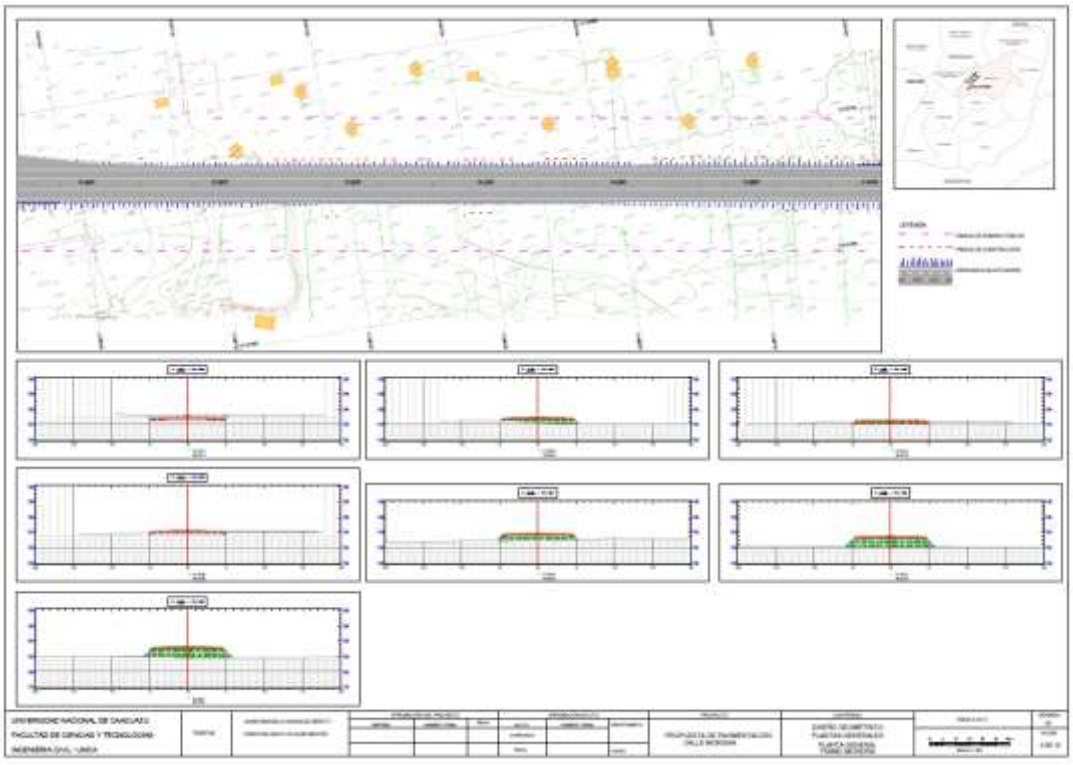




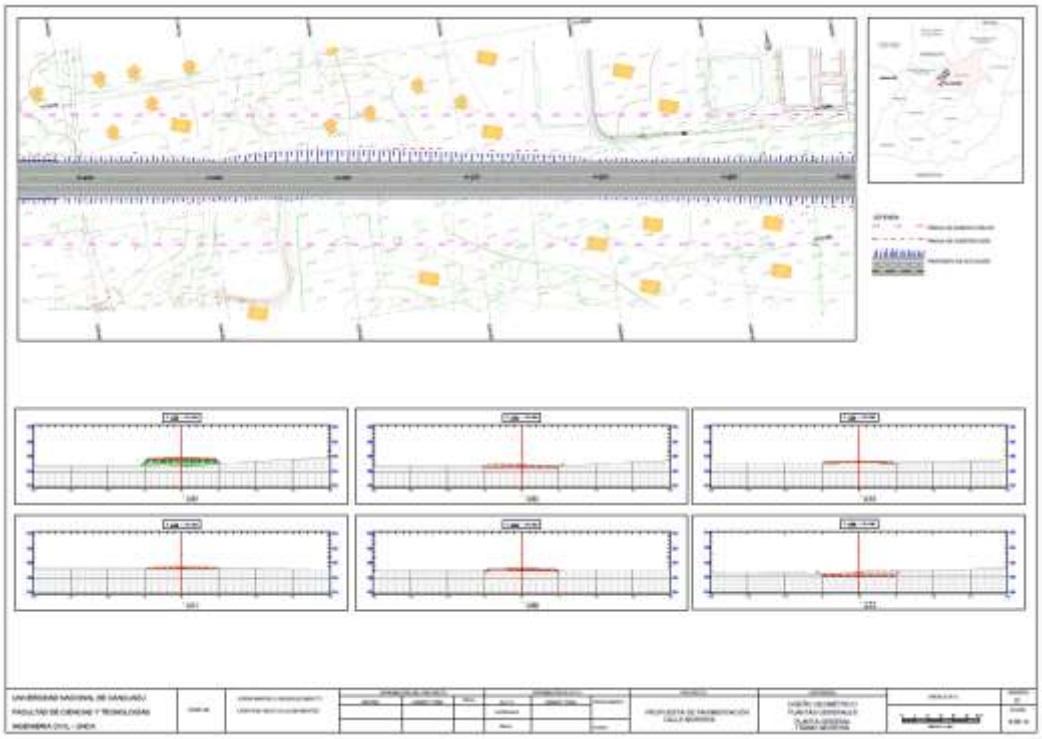
Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

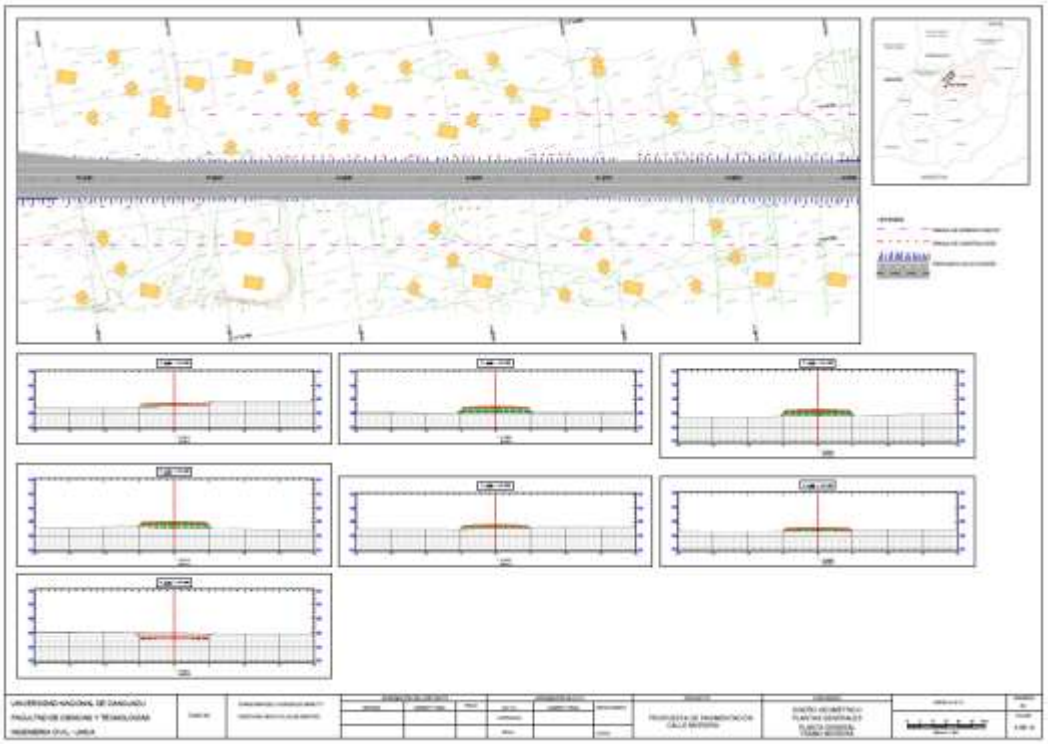
“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”





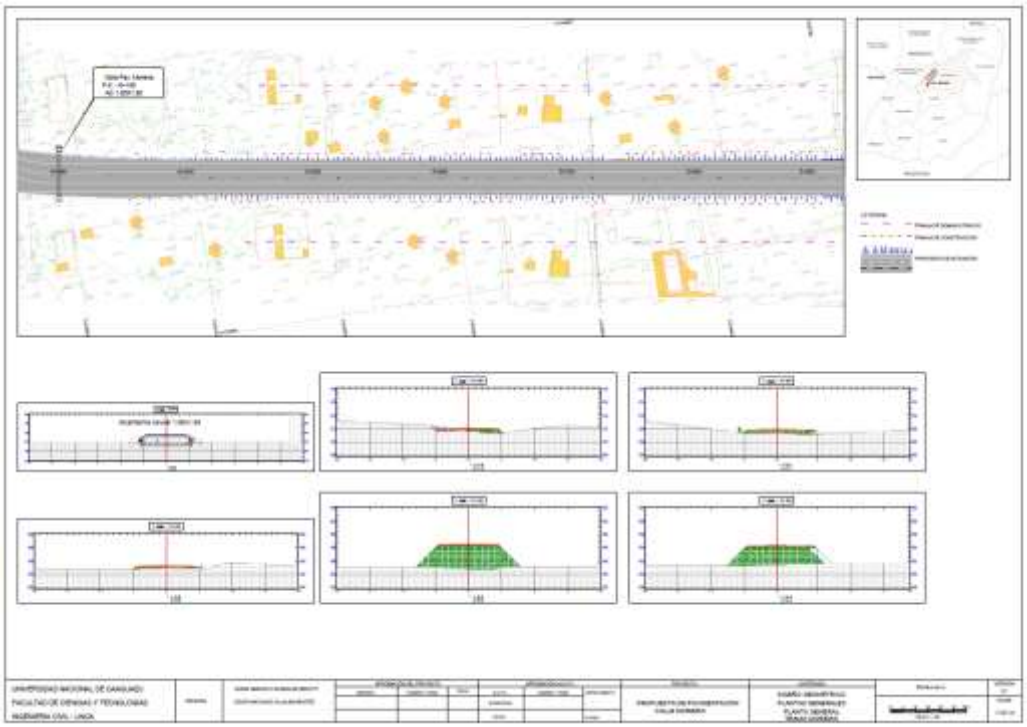
“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

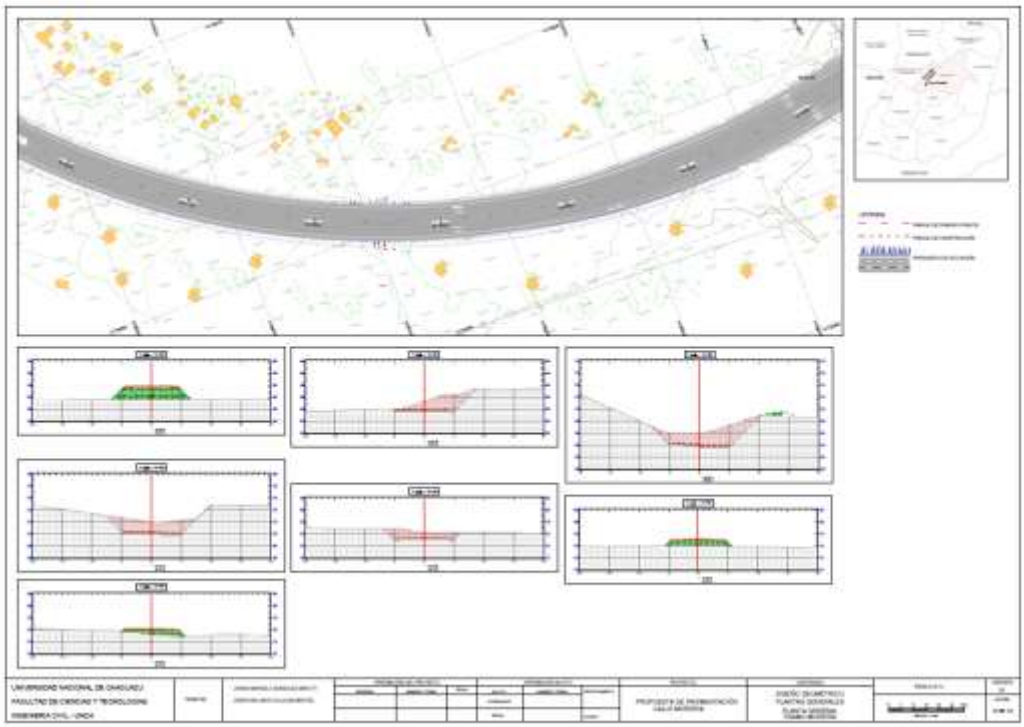




Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

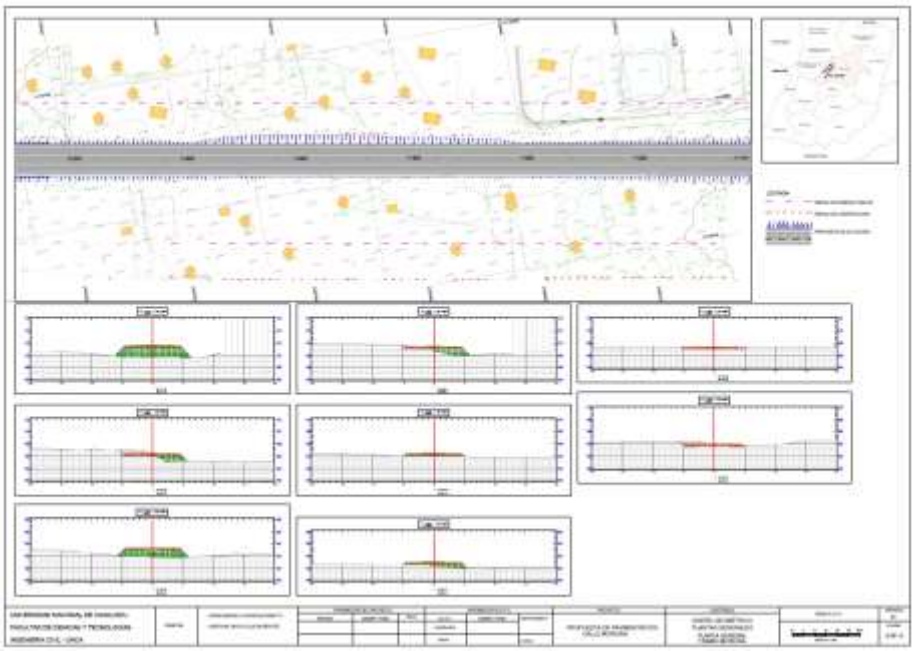
“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”

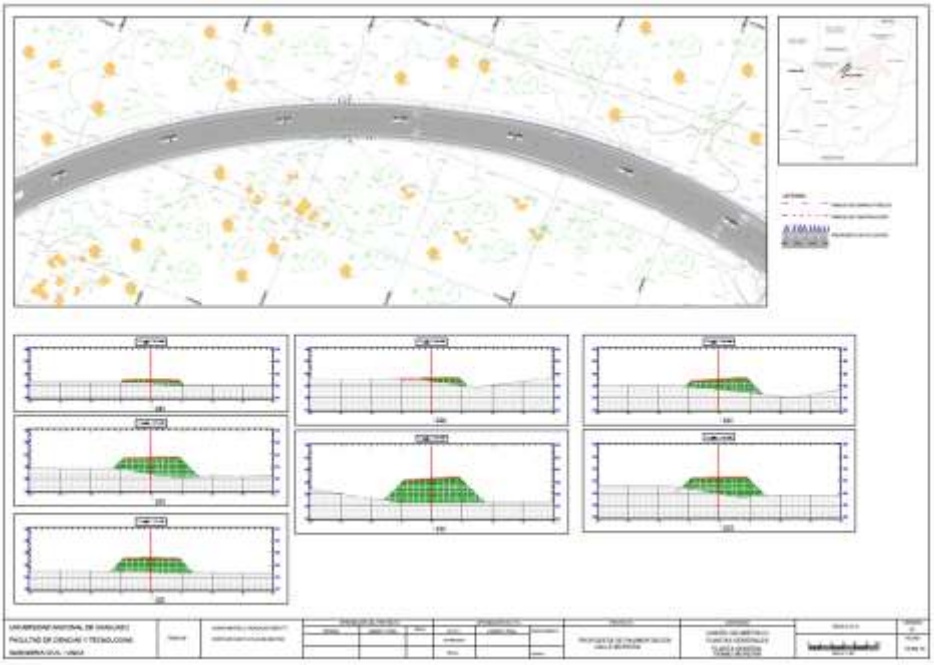




Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez

“PROPUESTA DE PAVIMENTACION ASFALTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”





Jorge Marcelo González Berutti
Cristhian David Villalba Benítez