PROCESO CONSTRUCTIVO

CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RIO ARIARI PARA MEJORAR LA INTERCOMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LAS VEREDAS DEL MUNICIPIO DE PUERTO RICO, META

MAYO 2026

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 3
2. GENERALIDADES DEL PROYECTO 4
   2.1 ANTECEDENTES 4
   2.2 ALCANCE 4
   2.3 OBJETIVO DEL INFORME 4
   2.4 LOCALIZACIÓN 4
3. DESCRICIÓN GENERAL DEL PROYECTO 5
4. PROCESO CONSTRUCTIVO 7
   4.1 INTRODUCCION 7
   4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR 7
      4.2.1 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO 7
      4.2.2 DESCAPOTE 8
      4.2.3 CERRAMIENTO DE PROTECCIÓN AL LECHO DEL RIO 8
      4.2.4 EXCAVACIONES 9
      4.2.5 CIMENTACIÓN 9
      4.2.6 SUB- ESTRUCTURA 12
      4.2.7 SUPER- ESTRUCTURA 13
      4.2.8 CONSTRUCCIÓN LOSAS DE APROXIMACIÓN 17
      4.2.9 BARANDAS METALICAS Y ANDEN PEATONAL 17
      4.2.10 ACCESOS 17

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento hace parte del proyecto con BPIN 20211301010926, denominado “CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RIO ARIARI, PARA MEJORAR LA INTERCOMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LAS VEREDAS DEL MUNICIPIO DE PUERTO RICO, META”.

El objetivo de este proyecto es la construcción de un puente en el departamento del Meta, que permitirá mejorar el desarrollo económico de la región, mejorando la intercomunicación terrestre entre las veredas del municipio de Puerto Rico Meta.

Este componente contiene una descripción general del proyecto “CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RIO ARIARI, PARA MEJORAR LA INTERCOMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LAS VEREDAS DEL MUNICIPIO DE PUERTO RICO, META”, en lo relacionado con su estructura técnica y especificaciones constructivas.

Se hace referencia a los procesos constructivos necesarios para la ejecución del proyecto, con el fin de identificar y determinar las condiciones adecuadas de construcción para cada una de las fases requeridas en la edificación del puente. Esto garantiza un adecuado funcionamiento de la estructura durante su periodo de servicio.

En consecuencia, el presente informe está dirigido principalmente al constructor, como una guía que define los parámetros técnicos y normativos aplicables para ejecutar las actividades de manera eficiente y conforme a los estándares de calidad establecidos.

Por tal motivo, se describe el procedimiento constructivo paso a paso, de acuerdo con las especificaciones del INVIAS, para el desarrollo de cada una de las actividades que componen la ejecución del proyecto: preparación de la cimentación, construcción de la estructura y superestructura, adecuación de la subrasante, instalación de la base y subbase.

2. GENERALIDADES DEL PROYECTO

2.1 ANTECEDENTES

Este proyecto nace principalmente por la necesidad de los habitantes de las veredas del municipio de Puerto Rico que se encuentran ubicadas sobre la margen derecha del río Ariari, es decir al otro costado del casco urbano de este municipio. En la actualidad los habitantes de este sector del municipio tienen que cruzar el río por ferri o planchón ubicado en el sector de Puerto Olivo, ubicado a unos 6 Km. aguas abajo del casco urbano, aumentando considerablemente los tiempos de desplazamientos y enfrentándose constantemente al peligro que esto genera.

2.2 ALCANCE

El alcance de este documento es darle herramientas al constructor del proyecto: CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RÍO ARIARI PARA MEJORAR LA INTERCOMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LAS VEREDAS DEL MUNICIPIO DE PUERTO RICO META, para realizar una obra segura, funcional tanto para el personal de la obra como de los usuarios, vecinos, población rural, durante el proceso constructivo y entrega final.

2.3 OBJETIVO DEL INFORME

El objetivo de este documento es precisar la información recopilada durante el proceso constructivo, asegurando el adecuado control y seguimiento de las actividades del corredor vial, con el fin de garantizar la calidad técnica en la ejecución del proyecto.

2.4 LOCALIZACIÓN

Este proyecto se localiza hacia el Sur del casco urbano del municipio de Villavicencio, en el Municipio de Puerto Rico, Departamento del Meta, con este puente la Agencia para la Infraestructura de Meta mejorara la infraestructura vial para facilitar la integración de las veredas con su casco urbano, con el departamento y el país.

Las veredas que se encuentra en la margen derecha del rio Ariari beneficiadas con la construcción de este puente son: 30 de la zona de recuperación agropecuaria, 16 de la zona de reserva del Parque nacional Natural de la macarena y otras como El Corralazo, El

Reposo, Cebolleros, Gorgona (Datos suministrados por la Secretaria de Planificación Municipal)



Ilustración 1. Localización del Puente

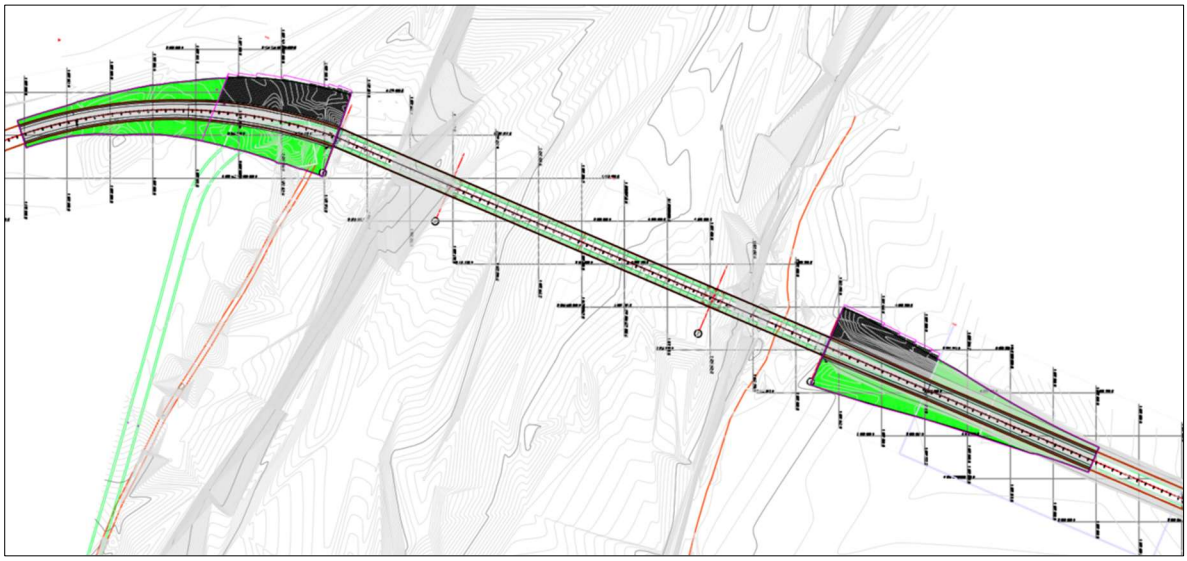


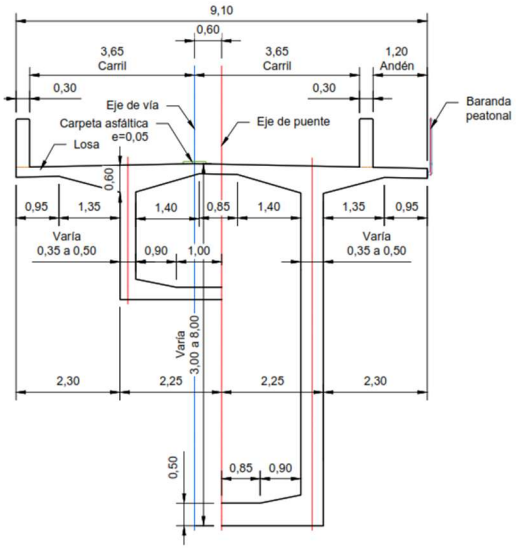
Ilustración 2. Ubicación del puente sobre el rio ariari

3. DESCRICIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto “CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RÍO ARIARI, PARA MEJORAR LA INTERCOMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LAS VEREDAS DEL MUNICIPIO DE PUERTO RICO, META” contempla la construcción de un puente vehicular de 297 metros de longitud total.

La estructura está diseñada bajo el sistema de voladizos sucesivos descompensados, conformada por tres luces: dos laterales de 68.5 metros y una luz central de 160 metros. Este tipo de configuración estructural permite salvar grandes luces, reduciendo el número de apoyos dentro del cauce y, por tanto, minimizando la afectación hidráulica.

El puente contará con cuatro apoyos principales, de los cuales dos se ubican dentro del río Ariari. La sección transversal de la estructura presenta un ancho total de calzada de 9.10 metros, distribuidos en dos carriles de 3.65 metros cada uno y un andén peatonal de 1.20 metros de ancho, garantizando la seguridad y funcionalidad tanto para el tránsito vehicular como peatonal.



SECCIÓN TRASVERSAL

Ilustración 3. Sección transversal Puente Puerto Rico

La cimentación se proyecta mediante pilotes de concreto reforzado de 1.60 metros de diámetro, con profundidades aproximadas de 28.00 metros en los estribos y 46.2 metros en los apoyos centrales. De acuerdo con los estudios hidráulicos y geotécnicos, y con el fin de mitigar los riesgos de socavación, se construirán dados elevados sobre el cauce en los apoyos centrales. Sobre estos dados se levantarán columnas intermedias, encargadas de transmitir las cargas provenientes del voladizo hacia la cimentación profunda.

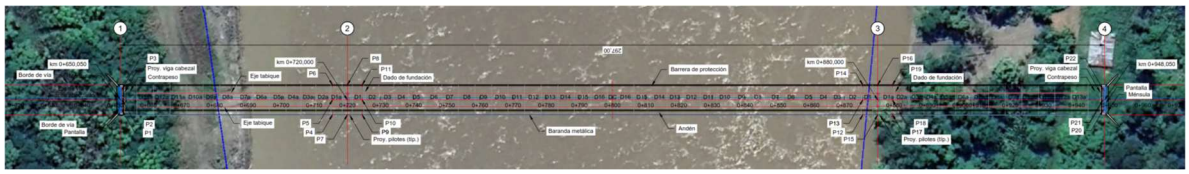


Ilustración 4. Planta del puente sobre el rio Ariari

Esta obra de conectividad permitirá impulsar el desarrollo regional al fortalecer la infraestructura vial del municipio de Puerto Rico y sus zonas rurales, facilitando la integración entre las regiones y promoviendo el aumento de la producción agroindustrial y turística. El nuevo puente suplirá la necesidad de contar con una vía segura y eficiente que garantice la comunicación entre productores, distribuidores y consumidores dentro del departamento del Meta.

Actualmente, la deficiente comunicación terrestre en el municipio de Puerto Rico y en gran parte del sector rural del departamento ha generado efectos negativos en el desarrollo económico y la competitividad regional. La población depende en muchos casos de medios de transporte informales, lo que incrementa el riesgo de accidentalidad y los costos logísticos, además de generar mayores tiempos de desplazamiento debido a la ausencia de infraestructuras adecuadas como puentes y viaductos.

Cabe resaltar que, en el alcance del presente proyecto, solo se contempla la construcción del puente y sus accesos inmediatos, sin incluir las vías de conexión o prolongación hacia los corredores viales existentes.

4. PROCESO CONSTRUCTIVO

4.1 INTRODUCCION

La construcción de puentes está determinada principalmente por factores económicos, buscando la reducción de tiempos, procesos y costos constructivos. El método y los procesos de construcción dependen de aspectos como el tipo de puente, su ubicación, la función que desempeña y los recursos disponibles.

Asimismo, para lograr estructuras seguras y funcionales que cumplan con los requerimientos de los usuarios, es necesario llevar un estricto control de calidad en todos los procesos y actividades que conforman el proyecto. Dicho control debe ejercerse tanto durante la ejecución de la obra como en las etapas de seguimiento y supervisión, en las cuales participan el contratista, la interventoría y el supervisor de la entidad contratante.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR

4.2.1 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO

En primera instancia, se dará inicio a los trabajos de localización y replanteo, tomando como referencia los diseños del puente a construir y la colocación de puntos de control y referencias topográficas. En esta etapa se establecerá la red de nivelación, mediante la cual se realizará el control topográfico durante la construcción de la estructura del puente y del corredor vial.

Para el desarrollo de esta actividad se requiere una comisión topográfica encargada de ejecutar y verificar que la información contenida en los diseños corresponda con las condiciones reales del terreno, garantizando así la precisión del trazado.

Una vez se haya verificado toda la información de diseño como anchos, ubicación de pilotes, niveles y ejes principales, se procederá con la ubicación del eje del puente, señalando los bordes y chaflanes del terraplén, de acuerdo con los taludes definidos en los diseños estructurales, hidráulicos y geométricos. De esta manera, se determinará con exactitud el área total a intervenir.

4.2.2 DESCAPOTE

Previo al inicio de las actividades de cimentación, se realiza el descapote mecánico del terreno con el fin de adecuar el área de excavación correspondiente a los estribos y apoyos del puente.

Las labores comprenden el desmonte y limpieza de las zonas a intervenir en las márgenes del río, incluyendo los puntos donde se ubicarán los estribos, accesos inmediatos y áreas destinadas a las operaciones constructivas. De igual forma, se habilita el área para campamento y maniobras de equipos, garantizando las condiciones adecuadas de estabilidad y acceso para el desarrollo seguro y eficiente de las actividades posteriores.

4.2.3 CERRAMIENTO DE PROTECCIÓN AL LECHO DEL RIO

Con el fin de proteger los lechos del río y evitar la contaminación del cuerpo de agua durante la ejecución del proyecto, se deberá implementar un sistema de aislamiento perimetral en las zonas de trabajo próximas a los estribos del puente, abarcando un ancho aproximado de 11 metros en cada margen.

Esta protección podrá ejecutarse mediante la instalación de postes de madera u otro material resistente, colocados cada 2 metros y con una altura mínima de 1.5 metros.

4.2.4 EXCAVACIONES

Esta actividad corresponde al movimiento de material por debajo del nivel de descapote, con el propósito de alcanzar los niveles establecidos en los diseños.

Las excavaciones deberán ejecutarse conforme a las dimensiones, formas y profundidades especificadas, garantizando las condiciones adecuadas para la construcción de las estructuras proyectadas. El fondo de las excavaciones debe quedar correctamente nivelado, compactado y limpio, libre de escombros, agua o material suelto, antes de proceder con el vaciado del concreto.

Los materiales no reutilizables o sobrantes deberán ser retirados y dispuestos en sitios de botadero debidamente autorizados o con licencia ambiental vigente, conforme a la normativa aplicable.

4.2.5 CIMENTACIÓN

- **PILOTE PREEXCAVADO**

Los pilotes son elementos estructurales de cimentación profunda que transmiten las cargas de la superestructura hacia el subsuelo, garantizando la estabilidad del puente. Su diámetro, profundidad y resistencia a la compresión se definen a partir del diseño estructural y de las condiciones geotécnicas del terreno.

En este proyecto, y considerando las características geológicas del sitio, se emplearán pilotes preexcavados con encamisados metálicos no recuperables a lo largo de toda su longitud, con el fin de mantener la estabilidad de las perforaciones durante la ejecución.

La construcción de los pilotes se realizará mediante perforación mecánica, utilizando una máquina hidráulica con sistema de perforación tipo Kelly y una grúa móvil equipada con winches. Dependiendo del material encontrado, se emplearán herramientas específicas: barrenas o brocas para estratos de arcillolita o roca blanda, y buckets o cucharas para suelos de depósitos aluviales (arenas, gravas y arcillas compactas).

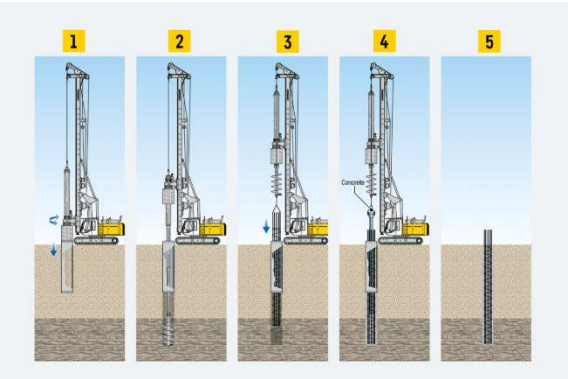


Ilustración 5. Maquina hidráulica con sistema de perforación tipo Kelly

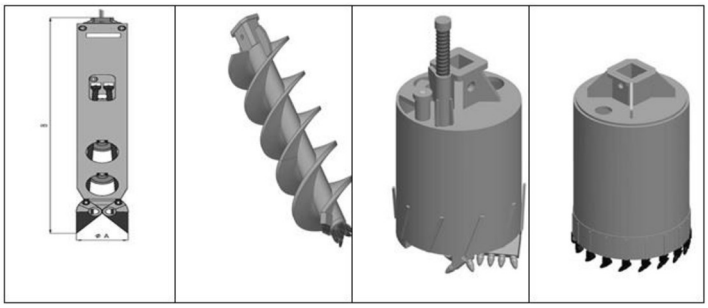


Ilustración 6. Útiles de perforación: Cuchara, hélice, bucket y corona

Antes de iniciar la construcción de la cimentación, se debe realizar una verificación geotécnica para confirmar la profundidad de perforación, la estratigrafía del terreno y la posible presencia de agua subterránea.

Con esta información validada, se procede a la perforación con la piloteadora, hincando simultáneamente la camisa metálica no recuperable, que cumple la función de contener el terreno lateral y estabilizar las paredes de la excavación.

En caso de existir presencia de agua, se debe implementar un control de lodos utilizando bentonita o mezclas estabilizadoras que mantengan la estabilidad del talud y eviten el colapso de las paredes de la perforación.

Posteriormente, se inician los trabajos de armado y colocación de la armadura de refuerzo, cuyas características, espaciamiento y amarres se encuentran definidos en los diseños estructurales.

Una vez alcanzada la profundidad de diseño y colocadas las camisas metálicas, se procede a introducir la armadura o canasta de refuerzo de acero hasta el fondo del pilote, garantizando su alineación, verticalidad y recubrimiento conforme a las especificaciones estructurales del proyecto.

Durante este proceso, la armadura se sostiene desde la parte superior mediante vigas o perfiles de acero, dejando una holgura aproximada de 30 centímetros sobre el fondo de la excavación, con el fin de asegurar su correcta posición durante el vaciado del concreto.

Posteriormente, se realiza el vaciado del concreto empleando el método tremie o concreto con aditivo antideslavado, en caso de existir presencia de agua en la perforación. Si el terreno se encuentra seco, el colado puede efectuarse de manera directa.

Durante este proceso, se debe evitar la segregación del material, controlar la temperatura del concreto y garantizar un flujo continuo hasta completar el llenado total del pilote. La tubería tremie se mantiene sumergida entre 2 y 4 metros dentro del concreto fresco, y su extremo inferior se lleva aproximadamente 30 centímetros por encima de la cota de cimentación.

El vaciado debe desarrollarse de forma continua y uniforme, asegurando la expulsión del concreto contaminado del inicio del colado. Finalmente, el concreto deberá ser vibrado con una varilla hasta una profundidad mínima de 50 centímetros por debajo de la superficie del terreno, con el fin de garantizar su adecuada compactación y homogeneidad.

Dadas las condiciones particulares del proyecto y la dificultad de acceso a los ejes ubicados dentro del cauce del río, se emplean barcazas de apoyo para el transporte y operación de la maquinaria necesaria en la perforación de los pilotes. Estas barcazas permiten estabilizar, posicionar y desplazar los equipos hasta el punto de trabajo, garantizando la seguridad y continuidad de las labores dentro del cauce.

Finalmente, se ejecuta el curado del concreto y la verificación del elemento, mediante pruebas de integridad (PIT o Sonic) y, cuando sea necesario, la realización de ensayos de carga estática o dinámica, a fin de comprobar la capacidad portante y homogeneidad del pilote.

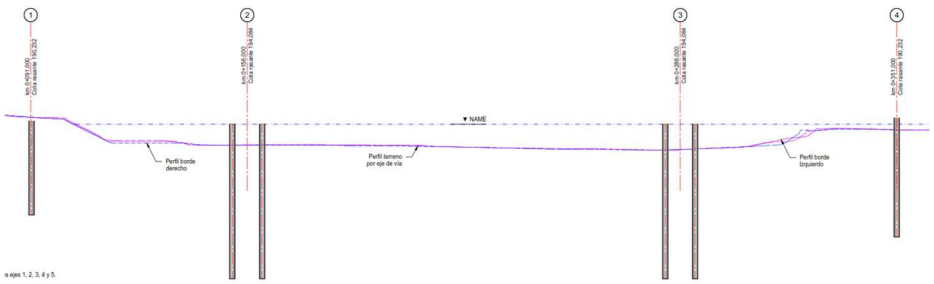


Ilustración 7. Cimentación

4.2.6 SUB- ESTRUCTURA

La construcción de la subestructura del puente comprende la ejecución de estribos, pilas intermedias y apoyos, desarrollados sobre cimentaciones profundas previamente ejecutadas mediante pilotes. Esta fase incluye la conformación de los elementos de transición entre la superestructura y la cimentación, encargados de recibir y transmitir las cargas verticales y horizontales del tablero hacia el terreno.

- **Estribos (Ejes 1 y 4)**

El proceso inicia con el replanteo topográfico y la preparación del área de fundación. Posteriormente, se realiza el armado del acero de refuerzo de los elementos estructurales que conforman el estribo, como la viga cabezal, pantalla posterior, ménsulas y talón.

Se procede al vaciado del solado de limpieza en concreto simple para proporcionar una base nivelada y libre de impurezas. Luego, se instalan las formaletas de acuerdo con el diseño geométrico especificado y, una vez verificado su montaje, se realiza el vaciado del concreto estructural, garantizando la adecuada vibración y compactación del material.

Tras alcanzar la resistencia mínima de diseño, se retiran las formaletas y se ejecuta el curado controlado del concreto, asegurando la calidad estructural del elemento.

- **Apoyos en los Ejes 2 y 3 (en agua)**

Estos apoyos se construyen sobre pilotes ubicados dentro del cauce del río. El proceso inicia con el armado del acero de refuerzo para el dado y la columna. Paralelamente, sobre los pilotes se instala la obra falsa que actúa como formaleta para el vaciado del concreto de la zapata.

Una vez alineado el acero conforme a los planos estructurales y verificadas las uniones y amarres, se procede al vaciado del concreto. Debido al gran volumen de los elementos, el vaciado se ejecuta por fases, dejando una junta de construcción (junta ecológica) que garantiza la continuidad estructural y la adecuada adherencia entre capas.

Dado que el acceso a estos ejes se encuentra en el lecho del río, se emplean barcazas de apoyo para posicionar y estabilizar la maquinaria, así como para transportar las mezcladoras de concreto (mixer) desde la planta hasta el punto de vaciado.

Finalmente, se realiza el curado del concreto durante el tiempo especificado y se efectúa el desencofrado una vez alcanzada la resistencia mínima de diseño.

Posteriormente, se instala la formaleta de la columna del voladizo y se programa el vaciado del elemento, considerando que el acero de refuerzo de la columna queda embebido y anclado al dado previamente construido.

- **Apoyos elastoméricos**

Previo a la construcción de la subestructura se debe realizar la instalación de los apoyos en neopreno (elastoméricos), los cuales tienen la función de transmitir las cargas verticales y horizontales de la superestructura hacia la subestructura, permitiendo a su vez pequeños desplazamientos y rotaciones que compensan las deformaciones estructurales y las variaciones térmicas.

Estos elementos deben ser colocados sobre la superficie del cabezal o losa de apoyo previamente nivelada y limpia, garantizando el alineamiento, nivelación y posición exacta conforme a los planos estructurales. La instalación debe verificarse antes del montaje de las vigas o cerchas metálicas para asegurar el contacto uniforme y la correcta distribución de las cargas.

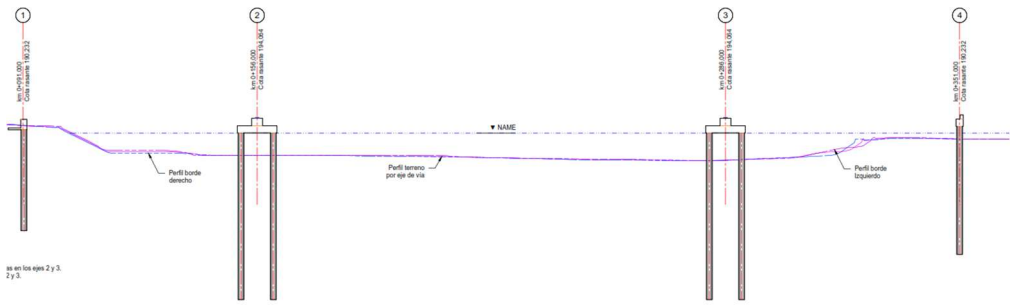


Ilustración 8. Sub-estructura

4.2.7 SUPER- ESTRUCTURA

La superestructura del puente está conformada por un sistema de voladizos sucesivos, cuya construcción inicia con la ejecución de las dovelas de arranque sobre las pilas ubicadas en los ejes 2 y 3. Posteriormente, se continúa con la construcción progresiva de las dovelas en voladizo, siguiendo la secuencia establecida en el diseño estructural y garantizando el equilibrio y alineamiento durante cada etapa del proceso constructivo.

- **Dovela sobre pila**

Las dovelas iniciales constituyen la base del sistema de voladizos y se construyen de manera paralela sobre las pilas principales. El proceso inicia con el armado del acero de refuerzo, teniendo en cuenta la instalación de barras adicionales en la parte inferior de la dovela, las cuales actúan como elementos de apoyo y estabilización durante las primeras etapas del voladizo.

Estas barras permiten compensar los desequilibrios de carga generados a medida que el voladizo se extiende, asegurando el control de esfuerzos y deformaciones en el conjunto estructural.

Una vez finalizado el armado y amarre del refuerzo, se procede a la instalación de la obra falsa, que actúa como formaleta temporal para el vaciado del concreto. Posteriormente, se realiza el vaciado del elemento, utilizando un teleférico de carga dispuesto sobre la parte superior del voladizo, garantizando la colocación continua y uniforme del concreto conforme a las especificaciones estructurales.

- **Voladizo**

Una vez finalizadas las dovelas sobre pila, se procede con la instalación de los carros de avance, los cuales permiten la construcción secuencial de las dovelas en voladizo, iniciando con la dovela D1.

En cada etapa se ejecutan de manera controlada las siguientes actividades:

1. Armado del acero de refuerzo, conforme a los planos estructurales.
2. Instalación de los ductos y cables de postensado (cables negativos o de trabajo), garantizando su alineación, limpieza y fijación.
3. Ajuste y nivelación del encofrado del carro de avance para mantener la geometría y pendiente del voladizo.
4. Vaciado del concreto estructural, con control de temperatura, revenimiento y homogeneidad del material.

El concreto empleado presenta una resistencia característica de 42 MPa; se utiliza acelerante de fraguado en las almas para optimizar los tiempos de ciclo, y se adicionan fibras de polipropileno en el tablero con el fin de controlar la fisuración por retracción plástica y variaciones térmicas, cuando las condiciones lo requieran.

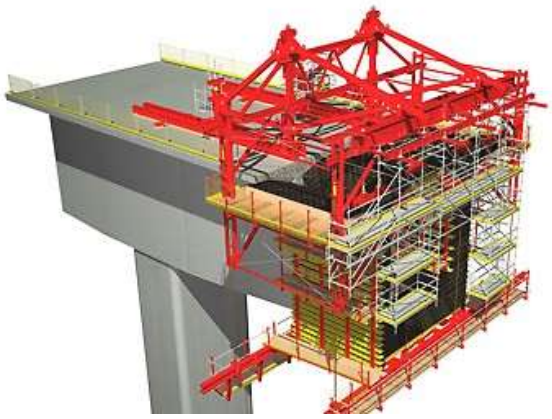


Ilustración 9. Carros de avance- Voladizo

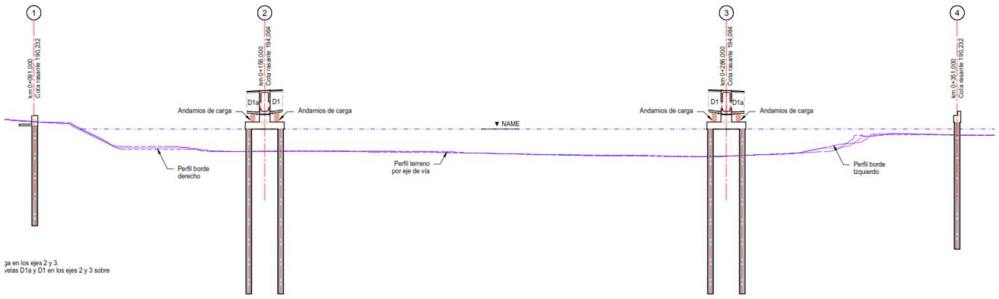


Ilustración 10. Dovela D1

La construcción de las dovelas avanza de forma alternada a ambos lados del eje de pila, con el fin de mantener el equilibrio estructural del voladizo, ejecutando secuencialmente las dovelas D1, D1A, D2, D2A, D3, D3A, y así sucesivamente, hasta completar la longitud total del voladizo.

Al tratarse de un voladizo descompensado, la estructura presenta un mayor número de dovelas hacia la luz central del puente, condición que genera un desequilibrio de masas. Para compensar este efecto, se dispone un contrapeso estructural en el extremo opuesto del voladizo, el cual permite equilibrar las cargas y momentos durante la construcción.

De acuerdo con los planos del proyecto, el voladizo se compone de 16 dovelas hacia el centro y 13 dovelas hacia los costados, configurando así un puente en voladizos descompensado.

Una vez alcanzada la dovela final hacia el centro, se procede a la ejecución de la dovela de cierre, mediante la cual se completan los voladizos provenientes de ambos ejes.

Finalmente, se realiza la instalación y tensado de los cables de postensado definitivos (positivos), concluyendo el proceso estructural del voladizo.



Ilustración 11. Carros de avance



Ilustración 12. Cierre carros de avance



Ilustración 13. Avance del voladizo

4.2.8 CONSTRUCCIÓN LOSAS DE APROXIMACIÓN

Una vez finalizada la estructura principal del puente, se procede con la construcción de las losas de aproximación, las cuales permiten una transición uniforme entre el terraplén y la superestructura, evitando asentamientos diferenciales y garantizando la comodidad y seguridad del tránsito.

La actividad comprende el armado del acero de refuerzo, verificando diámetros, espaciamientos y anclajes conforme a los planos estructurales; la instalación y alineación de la formaleta, asegurando su estabilidad durante el colado; y finalmente, el vaciado del concreto

4.2.9 BARANDAS METALICAS Y ANDEN PEATONAL

Posterior a la ejecución de las losas de aproximación, se procede con la instalación de las barandas vehiculares a lo largo del tablero del puente, las cuales tienen la función de garantizar la seguridad de los usuarios y delimitar el tránsito vehicular y peatonal. Estas barandas deben instalarse conforme a los planos estructurales y las especificaciones técnicas del proyecto, verificando su alineación, nivel y anclaje adecuado al tablero.

Finalmente, se ejecuta la construcción del andén peatonal, conformado por su estructura de soporte, acero de refuerzo y vaciado de concreto, asegurando una superficie uniforme, antideslizante y con el acabado especificado en el diseño.

4.2.10 ACCESOS

Los accesos del puente constituyen la transición entre la estructura principal y el corredor vial existente, permitiendo una circulación continua y segura. El proceso constructivo de estos accesos con carpeta asfáltica se desarrolla en varias etapas, conforme a las especificaciones técnicas del proyecto y a los lineamientos del INVIAS (Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, 2013).

- Preparación y adecuación del terreno

Se inicia con la limpieza, desmonte y descapote del área a intervenir, retirando material vegetal, escombros y suelos no aptos. Posteriormente, se realiza la nivelación y conformación de la subrasante, compactándola al 95 % del Proctor Modificado o al valor

establecido en los diseños geotécnicos. La superficie resultante debe quedar regular y con las pendientes transversales requeridas para el drenaje.

- Colocación de la subbase granular

Sobre la subrasante preparada se extiende la subbase granular, compuesta por material seleccionado y debidamente graduado, el cual debe cumplir con la granulometría, plasticidad y resistencia especificadas (Subbase Granular Clase C o B, según diseño).

El extendido se realiza en capas no mayores a 20 cm de espesor compactado, asegurando la uniformidad mediante el uso de motoniveladora, vibrocompactador y rodillo liso. La compactación debe alcanzar al menos el 100 % de la densidad seca máxima del Proctor Modificado.

- Colocación de la base granular

Una vez verificada la subbase, se procede a la instalación de la base granular, con materiales pétreos de alta calidad (Base Granular Clase B o A). Se extiende y compacta en capas sucesivas de espesor máximo de 15 a 20 cm compactados, verificando densidades y contenidos de humedad óptimos.

La superficie terminada debe presentar una textura uniforme y libre de segregación o zonas blandas.

- Aplicación del riego de imprimación y liga

Con la base lista, se aplica una imprimación asfáltica con emulsión catiónica de rompimiento lento (tipo ECL-60), para mejorar la adherencia entre la base granular y la carpeta asfáltica.

Una vez curada la imprimación, se realiza el riego de liga (emulsión catiónica de rompimiento rápido, tipo ECR-60 o ECR-65), previo al extendido de la mezcla asfáltica.

- Colocación de la carpeta asfáltica

Se procede a la extensión de la carpeta asfáltica en caliente, compuesta por mezcla densa en caliente tipo MDC-2 o MDC-3, según el tránsito proyectado.

La mezcla se extiende con pavimentadora mecánica en capas de 5 a 7 cm de espesor compactado, garantizando una temperatura adecuada durante el extendido (135–150 °C) y el compactado (mínimo 120 °C). La compactación se efectúa con rodillos tándem y

neumáticos hasta alcanzar el grado de densidad requerido (mínimo 97 % del peso específico máximo teórico).

- Acabados y control de calidad

Finalmente, se ejecutan los acabados de bordes, empalmes con el tablero del puente y señalización horizontal y vertical.

4.2.11 OBRAS ELÉCTRICAS

El proceso constructivo para el suministro e instalación del kit solar con luminaria LED de 100W inicia con la verificación de planos y ubicación, así como la inspección de todos los componentes (panel fotovoltaico de 450W, baterías, luminaria, poste y accesorios). Posteriormente, se realiza el preensamble en sitio del sistema, incluyendo la fijación del panel y la luminaria al poste, junto con la instalación del cableado interno. Luego se ejecuta el izaje y posicionamiento del poste metálico de 12 m sobre los pernos de anclaje, garantizando su plomada, nivelación y correcto ajuste. Seguidamente, se instala el sistema eléctrico, incorporando el controlador de carga y las baterías de litio en compartimientos protegidos, y se realizan las conexiones entre panel, controlador, baterías y luminaria. Finalmente, se ajusta la orientación del panel para optimizar la captación solar, se efectúan pruebas de funcionamiento del sistema (encendido, carga y control), y se realiza la limpieza del área para la entrega en óptimas condiciones de operación.

Durante todo el proceso, se realizan ensayos de control de calidad: densidades in situ, contenido asfáltico, granulometría, estabilidad y flujo Marshall, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

4.2.12 OBRAS DE PROTECCIÓN

La construcción de las obras de protección se realizará en los costados de los terraplenes de acceso y salida del puente, con el fin de proteger estas estructuras frente a futuras crecientes del cauce y mitigar procesos de erosión y socavación lateral. Para la ejecución de los bolsacretos, inicialmente se efectuará la preparación del terreno, mediante la limpieza y conformación de la zona de intervención, retirando material vegetal, escombros y perfilando la superficie de acuerdo con las pendientes y geometrías definidas en diseño. Posteriormente, se instalará un geotextil tejido sobre la superficie preparada, el cual actuará como elemento de separación, filtración y protección, evitando la pérdida de finos y la socavación de la base.

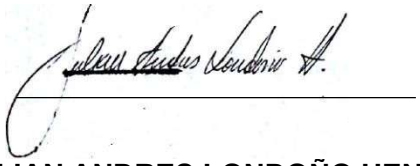
Una vez acondicionada el área, se procederá con la colocación y posicionamiento de los bolsacretos, desplegando las bolsas vacías y acomodándolas conforme a la configuración establecida en diseño para la protección de orillas y taludes. Estas serán unidas entre sí para garantizar la estabilidad del sistema. Adicionalmente, se instalarán barras de anclaje que servirán como soporte y confinamiento de la estructura de bolsacretos.

Posteriormente, mediante equipos de bombeo, se realizará el llenado de las bolsas con una mezcla fluida de concreto o mortero, hasta alcanzar el volumen y forma requeridos. El material textil de los bolsacretos permitirá la salida del agua de amasado, reteniendo la mezcla cementante en el interior. Finalmente, se llevará a cabo el proceso de fraguado y curado del concreto, permitiendo que los elementos se adapten a las irregularidades del terreno y conformen una estructura monolítica flexible, de alta resistencia y adecuada para la protección hidráulica de los terraplenes.

Normativa aplicable:

El presente proyecto se rige por la normativa vigente en Colombia para el diseño y construcción de puentes, en particular por las disposiciones y recomendaciones establecidas en el Código Colombiano de Puentes CCP-14, así como por las demás normas técnicas complementarias que resulten aplicables.

Firma:



JULIAN ANDRES LONDOÑO HENAO

Diseñador Estructural

M.P 05202121289 ANT