

**AUXILIAR EN LA SUPERVISIÓN TÉCNICA ESTRUCTURAL Y CONTROL DE CALIDAD EN LA  
CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RÍO CAUCA EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN**



**GLORIA CECILIA SOLARTE MORENO**

**Informa Final de Práctica Profesional (Pasantía) para optar por el título de  
Ingeniera Civil**

**Director de pasantía:  
Ing. GERARDO ANTONIO RIVERA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA  
POPAYÁN  
2015**



## 1. INTRODUCCIÓN

La Unión Temporal Puentes del Cauca tiene como objetivo la construcción del puente vehicular sobre el río Cauca, este proyecto surge en respuesta a la necesidad que tiene el municipio de sustituir el puente histórico en arco ubicado en la calle 46 norte con carrera 6ª en el sector de lácteos, con el propósito de mejorar la movilidad entre el centro y norte de la ciudad, además de facilitar el paso de vehículos de carga pesada; todo como parte del plan de acción del Sistema Estratégico de Transporte Público a cargo de la entidad Movilidad Futura S.A.S en coordinación con la Alcaldía de Popayán y la Secretaria de Planeación Municipal.

Para cumplir con su objetivo la Unión Temporal Puentes del Cauca dispone de un conjunto de profesionales y personal capacitado; además ha implementado un sistema de pasantías por medio del cual estudiantes de ingeniería civil tienen la posibilidad de desarrollar su práctica profesional; desempeñando labores de supervisión técnica en calidad de obra y en general realizando tareas afines a un auxiliar de ingeniería de residencia de obra.

Dado el alcance y la magnitud del proyecto, durante la práctica profesional se generaron nuevos conocimientos, colocando en práctica la base teórica adquirida durante la etapa académica. En el presente documento se describen las labores realizadas durante el transcurso de la pasantía, información sustentada mediante registros fotográficos de las actividades constructivas ejecutadas.



## 2. ANTECEDENTES

En la práctica profesional que se realizó con La Unión Temporal Puentes del Cauca se tuvo como finalidad brindar apoyo técnico a dicha entidad en el campo de la ingeniería civil en cuanto a la supervisión técnica estructural y gestión de calidad de la obra, con base en la recopilación de información en la construcción para llevar el adecuado seguimiento del presupuesto, control y uso de materiales y equipos, entrega de actas parciales e informes mensuales sobre el proyecto.

Para la correcta ejecución del proyecto y para cumplir con las funciones delegadas dentro del mismo fue necesario conocer lo estipulado en el capítulo I de la NSR-10, el plan de inspección y ensayos elaborado por la residente de Calidad de la Unión Temporal con base a las especificaciones de INVIAS, y aplicar los conocimientos aprendidos durante la formación académica.

Este proyecto financiado con recursos de la Nación y del Municipio de Popayán, a través de Movilidad Futura S.A.S., tiene como actividades principales: la construcción de un puente vehicular de 100m de longitud además con sus accesos en estructura para pavimento rígido, adecuación de espacio público, señalización y demarcación vial, además de incluir los componentes ambiental y social.



### 3. JUSTIFICACION

En la formación del ingeniero civil se debe tener cuenta que además de la sólida base teórica adquirida durante la etapa académica, es también importante la práctica, el ejercicio serio y responsable de la actividad profesional, dado que permite formar y comprobar el criterio del ingeniero.

El objetivo del profesional en ingeniería civil es modificar el entorno de manera favorable para suplir necesidades esenciales en términos de infraestructura; es por ello que cualquier rama seleccionada dentro de esta área, debe ser ejercida en un contexto social, cultural y económico.

La Universidad del Cauca por medio del artículo tercero del acuerdo número 27 de 2012 reglamenta la pasantía como modalidad de trabajo de grado para optar por el título de profesional; en esta modalidad se desarrollaron actividades prácticas y teóricas que contribuyeron en la formación del ámbito profesional, expuestas en la supervisión técnica de la construcción del puente vehicular sobre el río Cauca, en razón al aporte y la importancia de la obra para el sistema estratégico de transporte público a implementar en la ciudad de Popayán. Con el desarrollo de esta pasantía se logró ampliar la capacidad para planear, dirigir, organizar y controlar cada uno de los procesos constructivos que constituyen la obra.



## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL.**

- Efectuar una supervisión técnica estructural y de calidad de los materiales y de la obra, que garantice la correcta construcción de la obra civil del Puente Vehicular sobre el Rio Cauca.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

#### **4.2.1 De acuerdo con el Título I de Supervisión Técnica:**

- Realizar controles exigidos para los materiales estructurales empleados, (Normas técnicas, ensayo de materiales).
- Inspeccionar que la obra se ejecute de acuerdo a los planos y diseños.
- Llevar un registro fotográfico de la construcción.
- Informar a la empresa oportunamente acerca de daños, falta de suministros, posibles deficiencias en materiales estructurales, procesos constructivos, equipos, mano de obra o cualquier otro factor que pueda afectar la construcción, y vigilar que se tomen los debidos correctivos.
- Llevar un registro donde se establezca que la construcción accesos y cimentaciones para la estructura metálica, se realizó de acuerdo a los requisitos exigidos por las especificaciones de la norma INVIAS-07.
- Elaborar informes mensuales acerca del avance en la ejecución de las actividades constructivas contempladas según el cronograma de obra.
- Verificar la existencia de todas las indicaciones dadas en los planos del proyecto.



#### **4.2.2 De acuerdo con el control de calidad en la obra:**

- Elaboración de Análisis de Precios Unitarios (APU).
- Llevar el registro de las compras diarias en la obra y en seguridad industrial.
- Llevar el control de materiales en obra y almacén, tanto en cantidad como en calidad.
- Llevar el control de acarreo de materiales
- Llevar inventario de materiales y equipos, además del tiempo de permanencia en la obra.
- Apoyo en cálculo de cantidades de obra ejecutada y presupuesto



## 5. INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO

### 5.1 CONTRATISTA DE OBRA



Unión Temporal Puentes del Cauca

NIT: 900695988-8

#### MISIÓN

Contribuir al bienestar y desarrollo de la comunidad a través de la planeación, diseño y construcción de obras civiles que apoyen su ordenamiento social, garantizando la seguridad de las obras, la satisfacción de nuestros clientes y el cumplimiento de presupuestos y especificaciones técnicas, como a los requerimientos del Ente Gestor del sistema de transporte público de la ciudad de Popayán; contando con mano de obra calificada y haciendo el mejor uso de la tecnología, para generar rentabilidad y bienestar a las zonas de influencia del proyecto, bajo un marco de respeto y preservación del medio ambiente .

#### VISIÓN

Consolidarnos como la Unión Temporal, de mayor proyección en el mercado; excediendo las expectativas de nuestros clientes y del Ente Gestor del sistema de transporte público de la ciudad de Popayán, en cuanto a calidad de las obras, aplicación de alta tecnología, en armonía con el medio ambiente y el eficaz desarrollo de los procedimientos.

#### POLÍTICA DE CALIDAD

La UT Puentes del cauca, garantiza un equipo de trabajo comprometido y calificado con una alta vocación de servicio que actúa con transparencia y oportunidad; logrando altos estándares de desempeño, cumpliendo las especificaciones técnicas, los requisitos legales, reglamentarios y de calidad que le apliquen al objeto de este proyecto, que promulga el respeto entre todos, el entorno que lo rodea y la lealtad a sus clientes, proveedores, inversionistas y la comunidad en general.



## 5.2 DETALLES DEL CONTRATO

### 5.2.1 Contrato de obra pública No. 49 – 2014

**5.2.2 Entidad contratante:** Sistema Estratégico de Transporte Público de Pasajeros de Popayán “Movilidad Futura S.A.S”.

**5.2.3 Objeto del contrato:** Construcción del puente vehicular sobre el río Cauca, los accesos y el espacio público, en la Carrera 6, a partir de la Calle 46N.

**5.2.4 Cuantía del contrato:** El valor de inversión para la ejecución del contrato inicialmente fue de \$7.857.311.388 pesos colombianos.

**5.2.5 Adición del contrato:** Por el mayor peso de la estructura metálica que resultó al elaborar los planos de taller y las mayores cantidades de obra de algunos ítems como el cable, las excavaciones y el acero de refuerzo para los concretos, que no fueron debidamente evaluados en el presupuesto original, se debe adicionar el valor del contrato en la suma de \$695.890.836 para poder alcanzar las metas físicas de construir el puente con sus accesos.

**5.2.6 Fecha de inicio:** Acta de inicio: 18 de marzo de 2014.

**5.2.7 Plazo del contrato:** Doce (12) meses desde la suscripción del acta de inicio, previa legalización del contrato. Debido a la adición en el presupuesto a razón de las mayores cantidades de obra se justificó una prórroga del plazo. Mientras se hacían los trámites necesarios para la consecución de los recursos adicionales, se acordó una prórroga del plazo por 45 días. El día 28 de abril de 2015 la Junta Directiva dio la autorización para la adición en presupuesto del contrato y mientras se adelantaba este trámite fue necesario realizar una prórroga más por diez (10) días para evitar su vencimiento. En consecuencia se genera una nueva prórroga del plazo por 92 días, dando como fecha para la terminación del contrato de obra el 11 de agosto del 2015.

## 5.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Para la construcción del puente vehicular, accesos y espacio público, las principales actividades a ejecutar son las siguientes:



- Localización y replanteo.
- Demolición de andén, sardinel, sumideros y pavimento flexible existente.
- Excavación de material granular.
- Conformación y compactación de la sub-rasante.
- Sub-base granular.
- Pavimento de concreto hidráulico  $MR=4.2MPa$ .
- Relleno con material seleccionado para base de andén.
- Construcción de andenes.
- Cimentación e infraestructura puente.
- Superestructura puente
- Línea de demarcación y marca vial con pintura termoplástica.
- Poste, anclajes, pedestal para equipos de control de la red de semaforización.

### 5.3.1 Características técnicas del proyecto:

El proyecto contempla la construcción de un puente en estructura metálica sobre el río Cauca que va a reemplazar el puente histórico en arco existente en Popayán desde hace más de 230 años, el nuevo puente contará con doble carril y una longitud de 100m, diseñado para todo tipo de vehículos, que permitirá la movilidad entre el centro y norte de la ciudad de una manera más rápida. La superestructura del puente principal es un arco metálico, mientras que para el puente menor se usaran vigas metálicas. El puente contara con una calzada de 9,3m y 2 andenes de 1,5m para un ancho total de tablero 12,3m.

Las condiciones geométricas proyectadas para cada uno de los tramos después de la intervención se presentan en la siguiente tabla.

TRAMO	LONGITUD PRELIMINAR (m)	ANCHO PROMEDIO CALZADA (m)	ANCHO PROMEDIO ANDEN (m)
K0+000 AL K0+065	65	9,3	1,5
K0+065 AL K0+165	100	9,3	1,5
K0+165 AL K0+200	35	9,3	1,5

Tabla 1. Características geométricas del proyecto

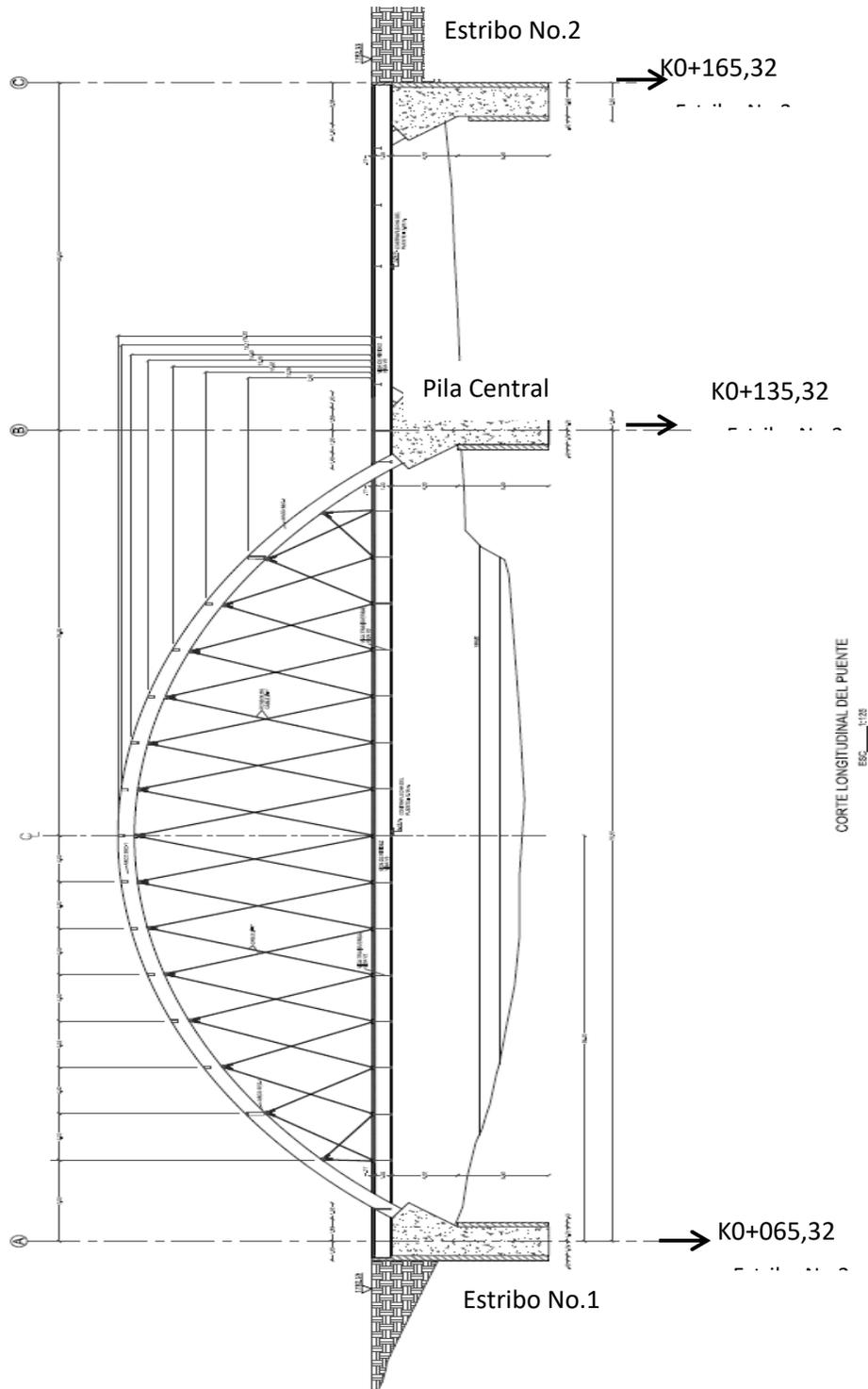


Figura 1. Corte longitudinal del puente.

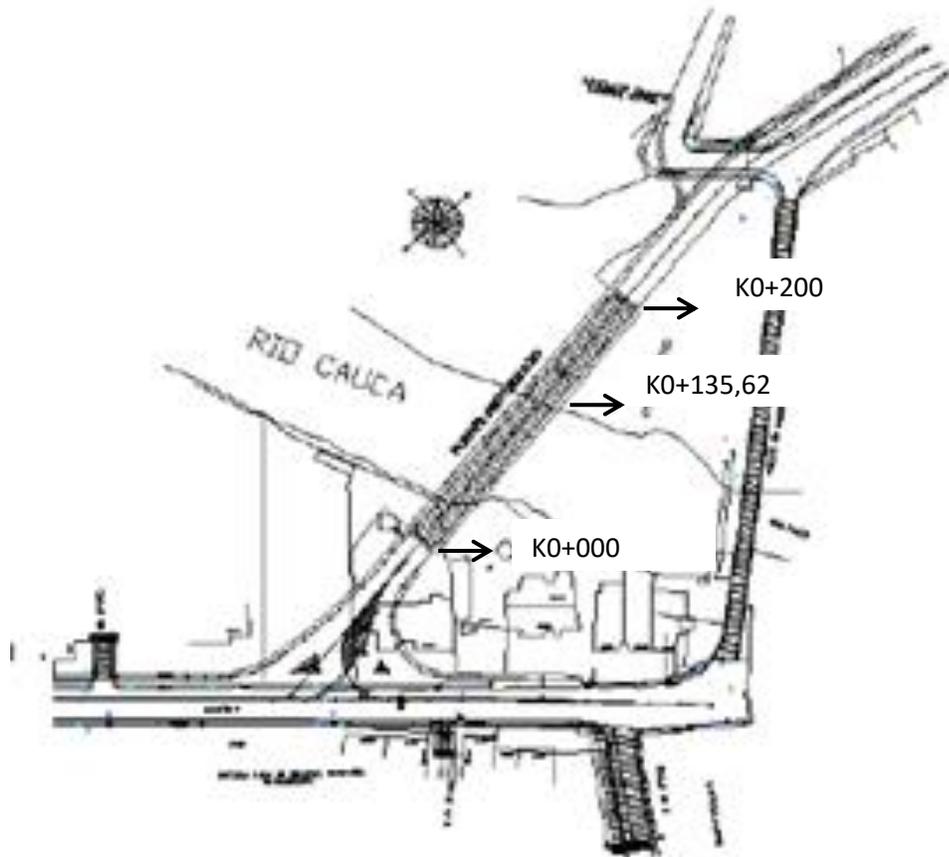


Figura 2. Vista en planta

### 5.3.2 Localización general del proyecto:

El proyecto se ejecutará en la carrera 6 a partir de la calle 46 Norte de la ciudad de Popayán, capital del Departamento del Cauca y se encuentra localizada en el Valle de Pubenza entre las cordilleras Central y Occidental.

El proyecto permitirá mejorar el tráfico de vehículos en los dos sentidos norte y sur de la ciudad, además el mismo hace parte del sistema estratégico de transporte público a implementarse en el marco de mejorar la movilidad en toda la ciudad



En la siguiente figura se muestra la localización general del proyecto en la ciudad de Popayán.



Figura 3. Localización general



## **6. DESARROLLO DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EJECUTADOS BAJO LA SUPERVISIÓN TÉCNICA**

Cuando se dio inicio a la pasantía, el 19 de febrero de 2015 la obra llevaba un avance considerable en cuanto a cimentaciones e infraestructura, ya que la etapa de construcción empezó el 18 de mayo de 2014.

Durante el desarrollo de la práctica profesional las actividades constructivas se centraron en la terminación de los capítulos mencionados anteriormente, con la construcción de:

- Aleta derecha del estribo No. 2
- Aleta izquierda del estribo No.1
- Cajón derecho del estribo No.1
- Vástago derecho del estribo No.1

También se participó en el proceso constructivo del terraplén de acceso de la margen derecha con suelo adecuado, y en la construcción de la losa del puente secundario.



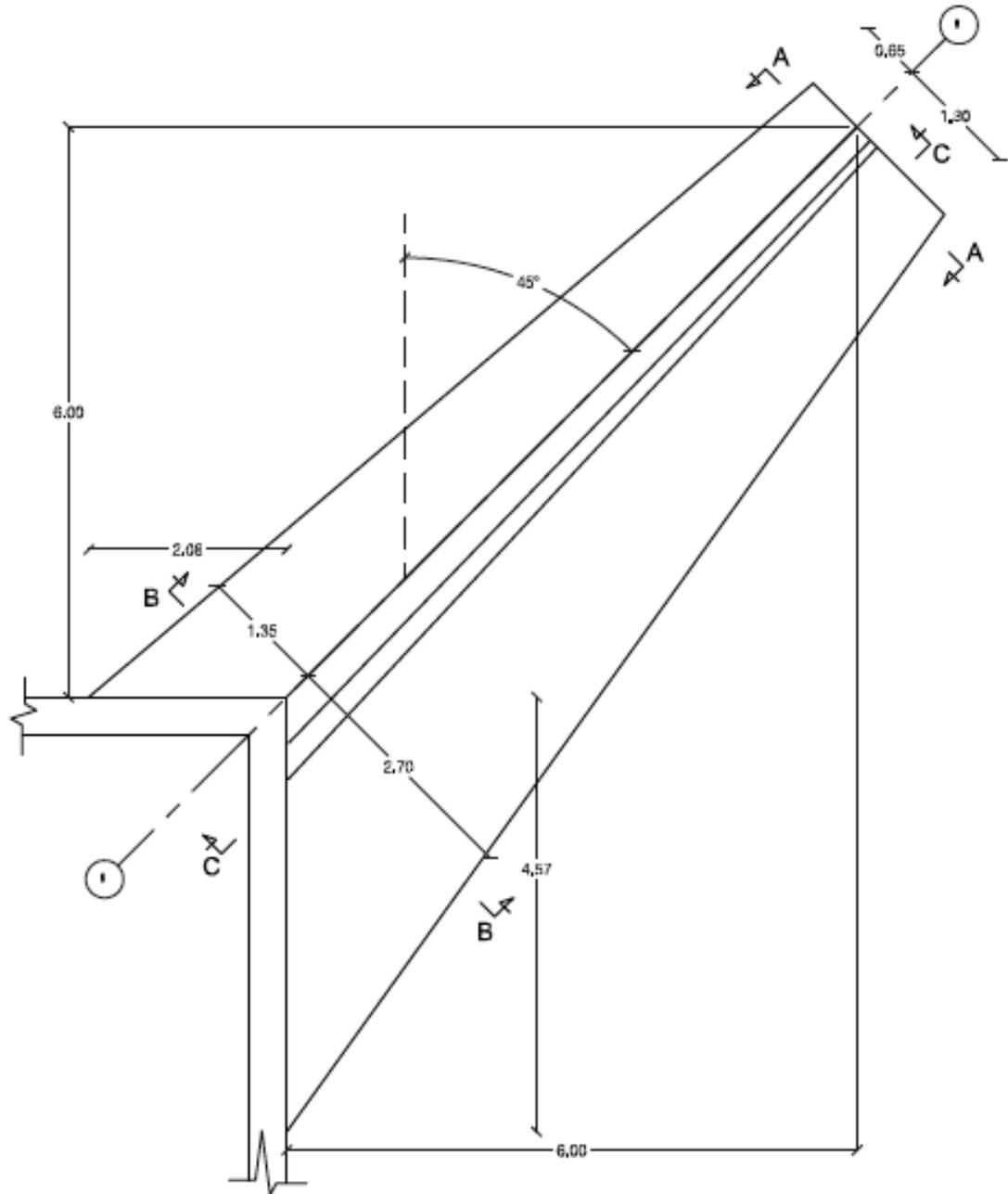


Figura 5. Vista en planta de aleta

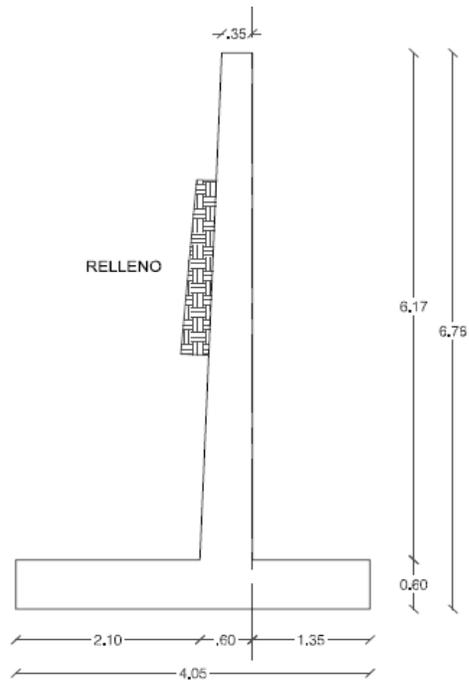


Figura 6. Corte aleta H: 6.17 m

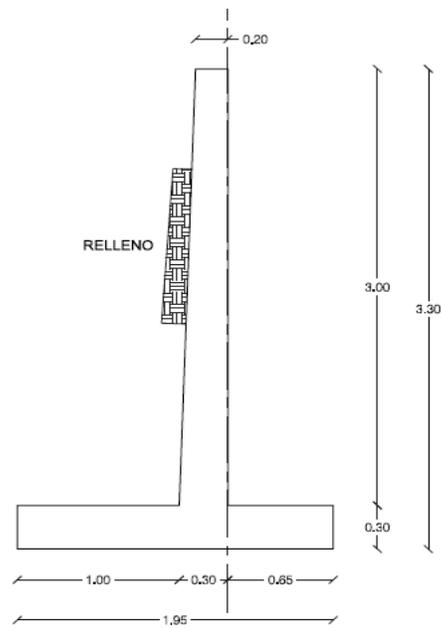


Figura 7. Corte aleta H: 3 m

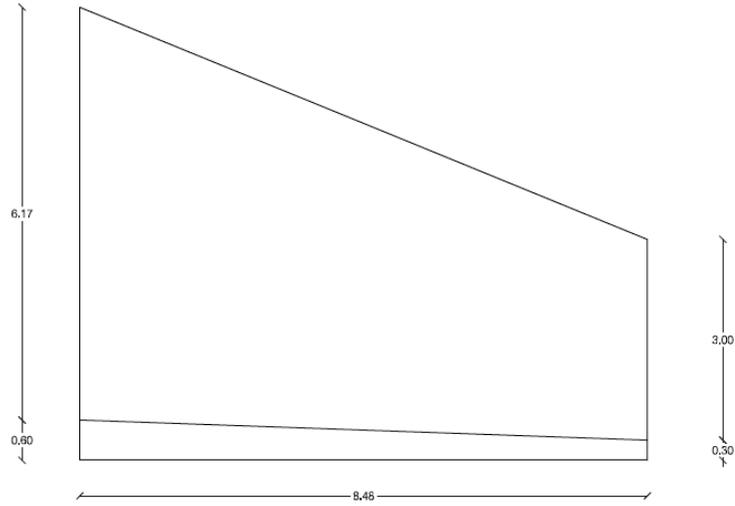
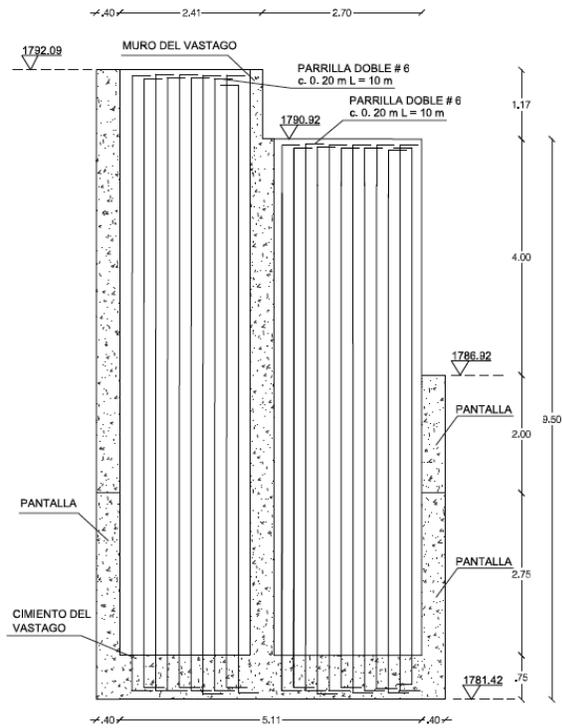


Figura 8. Vista longitudinal de la aleta



CORTE DEL CONTRAFUERTE CAJÓN

Figura 9. Corte del contrafuerte cajón



## 6.1 PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE CIMENTACIONES E INFRAESTRUCTURA DEL PUENTE

Para las cimentaciones y la infraestructura del puente se desarrolló el proceso constructivo que se menciona a continuación, el cual se aplicó en los dos estribos y en la pila central a excepción de la cimentación, cajón y vástago derecho del estribo No.1.

Durante la práctica profesional este proceso se aplicó en la construcción de la aleta derecha del estribo No.2 y la aleta izquierda del estribo N.1 utilizando un concreto de 21 Mpa (3000 PSI).

### 6.1.1 Actividades previas a la fundición

**6.1.1.1 Replanteo:** el topógrafo fue la persona encargada de colocar los puntos sobre los cuales se localizaba la estructura a construir y eran verificados por la interventoría.

**6.1.1.2 Fundición del solado de limpieza:** Se verificó la adecuada instalación de la formaleta y el control de los niveles de la fundición así como el control de la resistencia del concreto de 10.5 Mpa (1500 PSI).

Para la fundición se usó concreto bombeado, y se complementó con el trabajo de los obreros que se encargaron de distribuir el concreto de 10.5 Mpa uniformemente. Se muestra a continuación el trabajo realizado en una de las estructuras (Fig. 10):



Figura 10. Fundición solado de limpieza de la aleta izquierda del estribo No.1



**6.1.1.3 Amarre de acero de refuerzo:** se realizó la supervisión del corte, figuración y la instalación de las barras de acero para la estructura de acuerdo a lo establecido en el diseño estructural. Se chequearon los diámetros y las longitudes de traslape, las distancias establecidas para la separación entre varillas, y las cantidades de acero instaladas; además se revisó que se estuvieran colocando los apoyos que garantizan el recubrimiento mínimo del acero; acciones realizadas en conjunto con la interventoría.

La calidad del acero de refuerzo se verificó mediante el protocolo del acero entregado por el fabricante.

Evidencia del proceso de amarre de acero en una de las estructuras (Fig. 12 y 13):



Figura 12. Amarre de acero de refuerzo aleta izquierda estribo No.1



Figura 13. Amarre de acero de refuerzo aleta derecha estribo No.2

6.1.1.3.1 Diseño estructural de las aletas: (Fig.14 y 15)

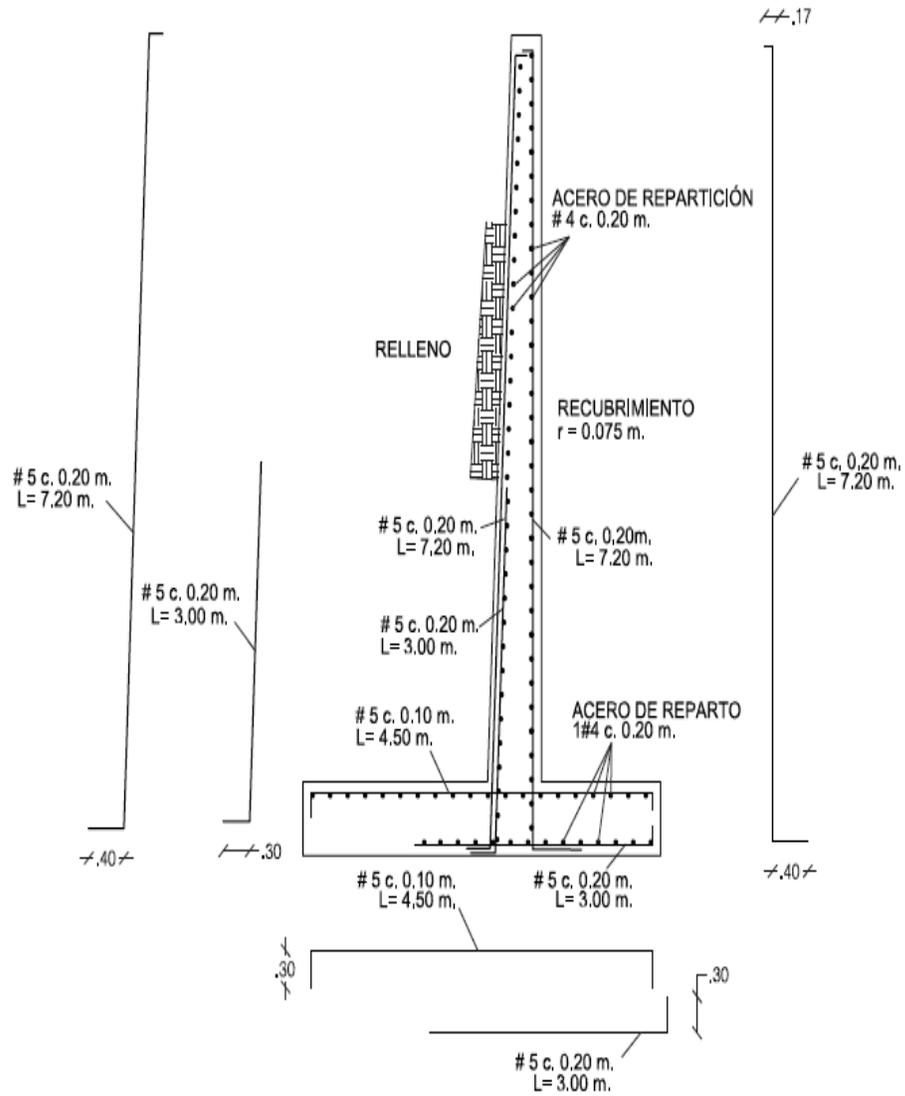


Figura 14. Refuerzo aleta. H:6.17 m

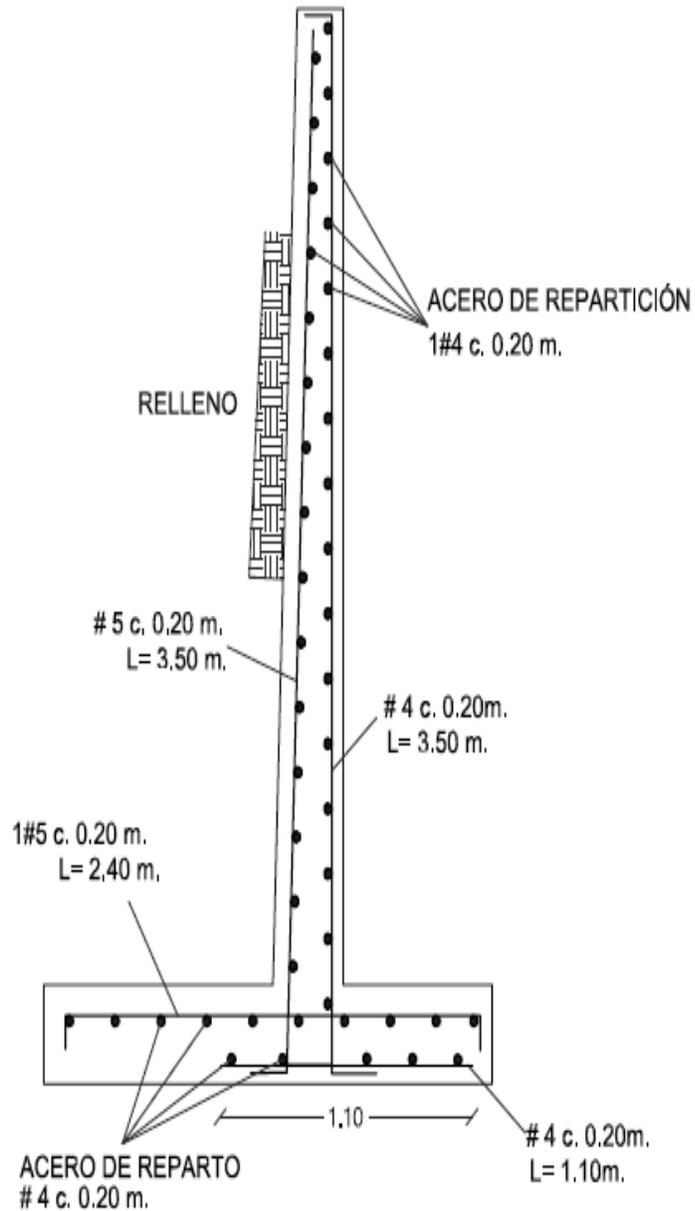


Figura 15. Refuerzo aleta. H: 3m

**6.1.1.3.2 Certificados de calidad del acero:** Estos fueron presentados por el fabricante. A continuación se presentan la totalidad de certificados del acero usado en todas las estructuras (Fig. 16, 17, 18 y 19).



**CERTIFICADO DEL PRODUCTO**  
 Cliente: UNION TEMPORAL PUENTES DEL CAUCA  
 Sucursal: UNION TEMPORAL PUENTES DEL CAUCA  
 Ciudad: POPAYAN - CAUCA  
 Direccion: AK 129 17 F 97

**CDP #: RM-53856**  
 31 de January de 2015  
 Turno: 00019519  
 Despacho: 00066764



Producto: Redondo Corrugado de (5/8) 15.87 mm

Fecha del Ensayo	# Reg Físico	Colada	Esfuerzo de Fluencia		Relac. Rm/Rl	% de Elong	Peso Lineal	Altura del Res	Esp. entre Res.	Ancho Vena Long.	Cumple Doblado	# Reg Químico	COMPOSICION QUIMICA													
			Minimos	Maximos									% C	% Mn	% P	% S	% Si	C. Equiv.	% Cu	% Ni	% Cr	% Mo	% V	% Nb		
31-Jan-15	00191930	38446	465	67.417	627	90.885	1.35	16.5	1.498	0.85	9.30	3.30	Si	00350961	0.29	1.15	0.010	0.022	0.17	0.50	0.34	0.06	0.10	0.01	0.021	0.002
30-Jan-15	00191895	38437	457	66.219	620	89.947	1.36	17.8	1.491	0.89	9.10	3.30	Si	00350916	0.28	1.18	0.013	0.024	0.25	0.50	0.28	0.09	0.12	0.01	0.021	0.001

Observaciones:

Los métodos usados para la realización de los ensayos reportados en este certificado fueron: NTC-2 'Ensayo de Tracción', NTC-1 'Ensayo de Doblado', NTC-5231 'Ensayo de Composición Química', NTC-2289 - NTC-161 'Requisitos Dimensionales'. El plan y los procedimientos de muestreo para determinar el cumplimiento de los productos aquí reportados se encuentran en el MAT-030 'Plan de inspección y ensayo'. SIDOC S.A. certifica el cumplimiento de los requisitos expuestos en el Decreto 1513 de 2012 de las barras corrugadas para refuerzo de concreto en construcciones sismo resistentes.

FIN DEL CERTIFICADO

Elaborado por:  
MARIN BUITRAGO PHANOR

Aprobado por:  
Ing. Elizabeth Pantoja C.  
Director de Gestión de Calidad

Figura 16. Certificado de calidad de acero



**CERTIFICADO DEL PRODUCTO**  
 Cliente: UNION TEMPORAL PUENTES DEL CAUCA  
 Sucursal: UNION TEMPORAL PUENTES DEL CAUCA  
 Ciudad: POPAYAN - CAUCA  
 Direccion: AK 129 17 F 97

**CDP #: RM-53727**  
 30 de January de 2015  
 Turno: 00019456  
 Despacho: 00066707



Producto: Redondo Corrugado de (3/8) 9.52 mm

Fecha del Ensayo	# Reg Físico	Colada	Esfuerzo de Fluencia		Relac. Rm/Rl	% de Elong	Peso Lineal	Altura del Res	Esp. entre Res.	Ancho Vena Long.	Cumple Doblado	# Reg Químico	COMPOSICION QUIMICA													
			Minimos	Maximos									% C	% Mn	% P	% S	% Si	C. Equiv.	% Cu	% Ni	% Cr	% Mo	% V	% Nb		
30-Jan-15	00191888	38425	448	64.961	604	87.635	1.35	15.0	0.539	0.75	6.50	2.10	Si	00350954	0.26	1.10	0.011	0.029	0.23	0.47	0.26	0.08	0.10	0.01	0.009	0.001

Producto: Redondo Corrugado de (5/8) 15.87 mm

Fecha del Ensayo	# Reg Físico	Colada	Esfuerzo de Fluencia		Relac. Rm/Rl	% de Elong	Peso Lineal	Altura del Res	Esp. entre Res.	Ancho Vena Long.	Cumple Doblado	# Reg Químico	COMPOSICION QUIMICA													
			Minimos	Maximos									% C	% Mn	% P	% S	% Si	C. Equiv.	% Cu	% Ni	% Cr	% Mo	% V	% Nb		
30-Jan-15	00191889	38423	465	67.490	628	91.031	1.35	17.5	1.508	0.84	9.40	2.80	Si	00350844	0.28	1.24	0.012	0.025	0.27	0.51	0.28	0.08	0.10	0.01	0.021	0.002

Observaciones:

Los métodos usados para la realización de los ensayos reportados en este certificado fueron: NTC-2 'Ensayo de Tracción', NTC-1 'Ensayo de Doblado', NTC-5231 'Ensayo de Composición Química', NTC-2289 - NTC-161 'Requisitos Dimensionales'. El plan y los procedimientos de muestreo para determinar el cumplimiento de los productos aquí reportados se encuentran en el MAT-030 'Plan de inspección y ensayo'. SIDOC S.A. certifica el cumplimiento de los requisitos expuestos en el Decreto 1513 de 2012 de las barras corrugadas para refuerzo de concreto en construcciones sismo resistentes.

FIN DEL CERTIFICADO

Elaborado por:  
QUINTERO NELSON DAVID

Aprobado por:  
Ing. Elizabeth Pantoja C.  
Director de Gestión de Calidad

Figura 17. Certificado de calidad de acero



**CERTIFICADO DEL PRODUCTO**

Ciente: UNION TEMPORAL PUEBLOS DEL CAUCA  
 Sucursal: UNION TEMPORAL PUEBLOS DEL CAUCA  
 Ciudad: POPAYAN - CAUCA  
 Dirección: AK 129 17 F 97

CDP #: rM-46535

11 de October de 2014

Turno: 00016371

Despacho: 00063741



**Producto: Redondo Corrugado de (1/2) 12.7 mm**

Fecha del Ensayo	# Reg Físico	Código	Esfuerzo de Fluencia	Esfuerzo Máximo	Alargamiento	% de Elong	Presión Lineal	Alura del Res	Alura Vena Long	Alura Doblado	# Reg Químico	COMPOSICIÓN QUÍMICA																		
Especificaciones del producto		Mínimo	420 MPa	550 MPa	1.25	12	3.725	1.27	17.83	9.7	Si	% C	% Mn	% P	% S	% Si	C Equiv	% Cu	% Ni	% Cr	% Mo	% V	% Nb							
10-Oct-14	00188628	31246	474	60.636	622	90.171	1.37	16.4	2.902	0.78	8.54	2.43	0.30	1.96	0.036	0.040	0.50	0.55	0.28	1.12	0.012	0.029	0.17	0.49	0.32	0.80	0.13	0.01	0.021	0.001

**Producto: Redondo Corrugado de (3/4) 19.1 mm**

Fecha del Ensayo	# Reg Físico	Código	Esfuerzo de Fluencia	Esfuerzo Máximo	Alargamiento	% de Elong	Presión Lineal	Alura del Res	Alura Vena Long	Alura Doblado	# Reg Químico	COMPOSICIÓN QUÍMICA																							
Especificaciones del producto		Mínimo	420 MPa	550 MPa	1.25	14	2.113 <th>0.71 <th>11.20 <th>7.1 <th>Si</th> <th>% C</th> <th>% Mn</th> <th>% P</th> <th>% S</th> <th>% Si</th> <th>C Equiv</th> <th>% Cu</th> <th>% Ni</th> <th>% Cr</th> <th>% Mo</th> <th>% V</th> <th>% Nb</th> </th></th></th>	0.71 <th>11.20 <th>7.1 <th>Si</th> <th>% C</th> <th>% Mn</th> <th>% P</th> <th>% S</th> <th>% Si</th> <th>C Equiv</th> <th>% Cu</th> <th>% Ni</th> <th>% Cr</th> <th>% Mo</th> <th>% V</th> <th>% Nb</th> </th></th>	11.20 <th>7.1 <th>Si</th> <th>% C</th> <th>% Mn</th> <th>% P</th> <th>% S</th> <th>% Si</th> <th>C Equiv</th> <th>% Cu</th> <th>% Ni</th> <th>% Cr</th> <th>% Mo</th> <th>% V</th> <th>% Nb</th> </th>	7.1 <th>Si</th> <th>% C</th> <th>% Mn</th> <th>% P</th> <th>% S</th> <th>% Si</th> <th>C Equiv</th> <th>% Cu</th> <th>% Ni</th> <th>% Cr</th> <th>% Mo</th> <th>% V</th> <th>% Nb</th>	Si	% C	% Mn	% P	% S	% Si	C Equiv	% Cu	% Ni	% Cr	% Mo	% V	% Nb												
10-Oct-14	00180733	37283	452	65.568	636	82.198	1.47	17.8	2.788	1.90	12.50	4.15	0.30	1.26	0.036	0.029	0.27	0.50	0.27	0.08	0.08	0.01	0.022	0.001	0.29	1.19	0.014	0.017	0.26	0.50	0.23	0.06	0.01	0.022	0.001

**Producto: Redondo Corrugado de (5/8) 15.87 mm**

Fecha del Ensayo	# Reg Físico	Código	Esfuerzo de Fluencia	Esfuerzo Máximo	Alargamiento	% de Elong	Presión Lineal	Alura del Res	Alura Vena Long	Alura Doblado	# Reg Químico	COMPOSICIÓN QUÍMICA																						
Especificaciones del producto		Mínimo	420 MPa	550 MPa	1.25	14	1.454 <th>0.71 <th>11.50 <th>6 <th>Si</th> <th>% C</th> <th>% Mn</th> <th>% P</th> <th>% S</th> <th>% Si</th> <th>C Equiv</th> <th>% Cu</th> <th>% Ni</th> <th>% Cr</th> <th>% Mo</th> <th>% V</th> <th>% Nb</th> </th></th></th>	0.71 <th>11.50 <th>6 <th>Si</th> <th>% C</th> <th>% Mn</th> <th>% P</th> <th>% S</th> <th>% Si</th> <th>C Equiv</th> <th>% Cu</th> <th>% Ni</th> <th>% Cr</th> <th>% Mo</th> <th>% V</th> <th>% Nb</th> </th></th>	11.50 <th>6 <th>Si</th> <th>% C</th> <th>% Mn</th> <th>% P</th> <th>% S</th> <th>% Si</th> <th>C Equiv</th> <th>% Cu</th> <th>% Ni</th> <th>% Cr</th> <th>% Mo</th> <th>% V</th> <th>% Nb</th> </th>	6 <th>Si</th> <th>% C</th> <th>% Mn</th> <th>% P</th> <th>% S</th> <th>% Si</th> <th>C Equiv</th> <th>% Cu</th> <th>% Ni</th> <th>% Cr</th> <th>% Mo</th> <th>% V</th> <th>% Nb</th>	Si	% C	% Mn	% P	% S	% Si	C Equiv	% Cu	% Ni	% Cr	% Mo	% V	% Nb											
10-Oct-14	00180732	37274	467	66.436	621	90.006	1.30	15.0	1.566	1.30	14.40	2.43	0.30	1.50	0.036	0.045	0.45	0.50	0.24	0.24	0.01	0.021	0.001	0.28	1.16	0.012	0.019	0.20	0.49	0.24	0.09	0.01	0.021	0.001

**Producto: Redondo Corrugado de (1) 25.4 mm**

Fecha del Ensayo	# Reg Físico	Código	Esfuerzo de Fluencia	Esfuerzo Máximo	Alargamiento	% de Elong	Presión Lineal	Alura del Res	Alura Vena Long	Alura Doblado	# Reg Químico	COMPOSICIÓN QUÍMICA																							
Especificaciones del producto		Mínimo	420 MPa	550 MPa	1.25	12	3.973 <th>1.27</th> <th>17.83 <th>9.7 <th>Si</th> <th>% C</th> <th>% Mn</th> <th>% P</th> <th>% S</th> <th>% Si</th> <th>C Equiv</th> <th>% Cu</th> <th>% Ni</th> <th>% Cr</th> <th>% Mo</th> <th>% V</th> <th>% Nb</th> </th></th>	1.27	17.83 <th>9.7 <th>Si</th> <th>% C</th> <th>% Mn</th> <th>% P</th> <th>% S</th> <th>% Si</th> <th>C Equiv</th> <th>% Cu</th> <th>% Ni</th> <th>% Cr</th> <th>% Mo</th> <th>% V</th> <th>% Nb</th> </th>	9.7 <th>Si</th> <th>% C</th> <th>% Mn</th> <th>% P</th> <th>% S</th> <th>% Si</th> <th>C Equiv</th> <th>% Cu</th> <th>% Ni</th> <th>% Cr</th> <th>% Mo</th> <th>% V</th> <th>% Nb</th>	Si	% C	% Mn	% P	% S	% Si	C Equiv	% Cu	% Ni	% Cr	% Mo	% V	% Nb												
23-Ago-14	00187111	38774	488	70.022	682	100.423	1.42	14.9	3.888	1.41	16.93	6.07	0.30	1.90	0.034	0.026	0.24	0.48	0.28	0.10	0.15	0.01	0.020	0.001	0.28	1.30	0.014	0.026	0.24	0.48	0.28	0.10	0.01	0.020	0.001

FOR-1302D.06

Página 1 de 2

Calle 12A No 37 - 15 Urb. Acopi PBX: 864 47 17 FAX: 6644477 Yumbo - Valle - www.sidocsa.com

...INFORMACIÓN

Los métodos usados para la realización de los ensayos reportados en este certificado fueron: NTC-2 "Ensayo de Tracción", NTC-1 "Ensayo de Doblado", NTC-5231 "Ensayo de Composición Química", NTC-2269 "NTC-161 "Requisitos Dimensionales". El plan y los procedimientos de muestreo para determinar el cumplimiento de los productos aquí reportados se encuentran en la MAT-030 "Plan de Inspección y ensayo". SIDOC S.A. certifica el cumplimiento de los requisitos expuestos en el Decreto 1513 de 2012 de las barras corrugadas para refuerzo de concreto en construcciones sismo resistentes.

FIN DEL CERTIFICADO

**SIDERÚRGICA DE OCCIDENTE S.A.**  
 ORIGINAL

*Elizabeth Parra C.*  
 Aprobado por:  
 Ing. Elizabeth Parra C.  
 Director de Gestión de Calidad

Figura 18. Certificado de calidad de acero



**CERTIFICADO DEL PRODUCTO**

Ciente: UNION TEMPORAL PUEBLOS DEL CAUCA  
 Sucursal: UNION TEMPORAL PUEBLOS DEL CAUCA  
 Ciudad: POPAYAN - CAUCA  
 Dirección: AK 129 17 F 97

CDP #: RM-46574

11 de October de 2014

Turno: 00016408

Despacho: 00063769



**Producto: Redondo Corrugado de (1) 25.4 mm**

Fecha del Ensayo	# Reg Físico	Código	Esfuerzo de Fluencia	Esfuerzo Máximo	Alargamiento	% de Elong	Presión Lineal	Alura del Res	Alura Vena Long	Alura Doblado	# Reg Químico	COMPOSICIÓN QUÍMICA																		
Especificaciones del producto		Mínimo	420 MPa	550 MPa	1.25	12	3.725 <th>1.27</th> <th>17.83 <th>9.7 <th>Si</th> <th>% C</th> <th>% Mn</th> <th>% P</th> <th>% S</th> <th>% Si</th> <th>C Equiv</th> <th>% Cu</th> <th>% Ni</th> <th>% Cr</th> <th>% Mo</th> <th>% V</th> <th>% Nb</th> </th></th>	1.27	17.83 <th>9.7 <th>Si</th> <th>% C</th> <th>% Mn</th> <th>% P</th> <th>% S</th> <th>% Si</th> <th>C Equiv</th> <th>% Cu</th> <th>% Ni</th> <th>% Cr</th> <th>% Mo</th> <th>% V</th> <th>% Nb</th> </th>	9.7 <th>Si</th> <th>% C</th> <th>% Mn</th> <th>% P</th> <th>% S</th> <th>% Si</th> <th>C Equiv</th> <th>% Cu</th> <th>% Ni</th> <th>% Cr</th> <th>% Mo</th> <th>% V</th> <th>% Nb</th>	Si	% C	% Mn	% P	% S	% Si	C Equiv	% Cu	% Ni	% Cr	% Mo	% V	% Nb							
7-Jul-14	00184951	35901	451	65.347	653	94.769	1.45	16.8	4.037	2.55	15.60	6.50	0.30	1.56	0.036	0.046	0.50	0.55	0.28	1.22	0.017	0.026	0.25	0.50	0.34	0.10	0.13	0.01	0.020	0.001

Observaciones:

Los métodos usados para la realización de los ensayos reportados en este certificado fueron: NTC-2 "Ensayo de Tracción", NTC-1 "Ensayo de Doblado", NTC-5231 "Ensayo de Composición Química", NTC-2269 "NTC-161 "Requisitos Dimensionales". El plan y los procedimientos de muestreo para determinar el cumplimiento de los productos aquí reportados se encuentran en la MAT-030 "Plan de Inspección y ensayo". SIDOC S.A. certifica el cumplimiento de los requisitos expuestos en el Decreto 1513 de 2012 de las barras corrugadas para refuerzo de concreto en construcciones sismo resistentes.

FIN DEL CERTIFICADO

Elaborado por:  
 GONZALEZ JHONNY ALBERTO

*Elizabeth Parra C.*  
 Aprobado por:  
 Ing. Elizabeth Parra C.  
 Director de Gestión de Calidad

Figura 19. Certificado de calidad de acero

**6.1.1.4 Instalación de la formaleta metálica:** esta se instaló con el propósito de confinar, dar forma, niveles y dimensiones a la estructura de concreto; se aceitaron para evitar su adherencia a los elementos a fundir.

Se utilizó platinas (corbatas lisas) para ensamblar la formaleta y así se impidió su desplazamiento, se mantuvo un espesor constante, además se evitó que el concreto saliera por las aberturas.

La formaleta fue debidamente apuntalada y amarrada para prevenir distorsiones y movimientos que deformaran el elemento. Para su anclaje y atraque se utilizaron gatos hidráulicos y tacos de guadua.

Después de instalada la formaleta se procedió a hacer un chequeo de coordenadas, alturas, anchos, aplomos que garantizan verticalidad, y recubrimiento mínimo del acero de refuerzo; chequeo realizado por la comisión de topografía. La interventoría verificó estos chequeos y aprobó la fundición.



Figura 20. Instalación formaleta metálica aleta

**6.1.2 Durante la fundición:** Dado que se usó concreto premezclado, se verificó que el camión mezclador (mixer) pudiera entrar hasta el sitio de fundición y la correcta instalación de la tubería para el bombeo del concreto. Durante el proceso se garantizó el vibrado del concreto, con vibradores eléctricos y de gasolina. El subcontratista PREDELCA realizaba los ensayos necesarios para garantizar la calidad del concreto directamente en la planta de producción; mientras que por parte de la interventoría en cada fundición se tomaron muestras en campo para verificar la calidad y resistencia del concreto, además se controló el asentamiento.



Los resultados de los ensayos realizados a los materiales usados en la elaboración del concreto se presentaban mensualmente al ente interventor; algunos de estos no dieron dentro de los rangos aceptados por la norma y se presentaron problemas con las resistencias de concreto de algunas fundiciones.

El contratista y la interventoría en reunión con los especialistas y diseñadores del proyecto llegaron a un acuerdo para solucionar estos inconvenientes y se optó por el uso de un impermeabilizante protector para mejorar la durabilidad del concreto.

En seguida se presenta como ejemplo del control de calidad el formato del control de los ensayos a los materiales para la elaboración de concreto correspondiente al mes de febrero, según el Artículo 630-07 de la norma de Invías.

Actividad	Documento de referencia (*)	Ensayo	Frecuencia	Tolerancia (Criterio de aceptación ó rechazo)	Resultados
<b>Concreto estructural 630</b>	AGREGADO FINO ESPECIFICACIONES INVIAS 2007	Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos E - 220	Una (1) vez por mes	Sodio 10 magnesio 15	11%
		Límite líquido, % máximo E -125	Una (1) vez por jornada	N.A	NL
		Índice de plasticidad E-126	Una (1) vez por jornada	0	NP
		Equivalente de arena, % mínimo E-133	1 vez por semana	60	80%
		Valor de azul de metileno, máximo E -235	al inicio o cuando hay cambio de materiales	5	5
		Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo E-211	Una (1) vez por semana	1	0.12%
		Partículas livianas, % máximo E-221	Una (1) vez por semana	0,5	0.08%
		Material que pasa el tamiz de 75 mm (No.200), % máximo E-214	Cuando se requiera	5	4.9%
		Contenido de sulfatos, expresado como SO <sub>4</sub> , % máximo INV E-233	al inicio o cuando hay cambio de materiales	1,2	
		Absorción de agua, % máximo INV E - 222	al inicio o cuando hay cambio de materiales	4	2.38%

<b>Concreto estructural 630</b>	AGREGADO GRUESO ESPECIFICACIONES INVIAS 2007	Desgaste de los ángeles E- 218	Una (1) vez por mes	En seco, 500 revoluciones, % máximo 40 En seco, 100 revoluciones, % máximo 8 Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1) 60	17.5%
		Pérdidas en ensayo de solidez E- 220	Una (1) vez por mes	Sodio 12 magnesio 18	10.9%
		Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo E-211	Una (1) vez por semana	0,25	0.13%
		Partículas livianas, % máximo E-221	Una (1) vez por semana	1	0.0001
		Índice de aplanamiento, índice de alargamiento, % máximo E - 230	Una (1) vez por semana	25	Índice aplanamiento: 11.8% Índice alargamiento: 5.2%
		granulometría E - 213	Una (1) vez por jornada	Las tolerancias se ajustarán a la Tabla 630.4 Bandas granulométricas de agregado grueso para concreto estructural	OK
		asentamiento 404 INV 2007	cada carga entregada	INV-404	OK
resistencia 630 INV 2007	(4) especímenes según el método descrito en la norma de ensayo INV E-401, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas según la norma INV E-402, para someterlas a ensayos de resistencia a compresión (INV E-410).	$f_i \geq (f'c - k1)$ $f_m \geq f'c$	OK		

Tabla 2. Control de materiales usados para la elaboración del concreto mes de febrero



Figura 21. Fundición aleta derecha estribo No.2



### **6.1.3 Después de la fundición :**

Se aseguró que el retiro de la formaleta se hiciera después de 24 horas de acuerdo con la tabla 630.10 “Tiempo mínimo para remoción de formaletas y soportes” del artículo 630 de las especificaciones del Invías, con el cuidado necesario para no dañar el concreto. Se protegió con un producto curador para concreto como lo especifica la norma.

Se anexa registro fotográfico de la construcción de las aletas (Anexo 1).

## **6.2 MÉTODO CONSTRUCTIVO CIMENTACIÓN, CAJÓN Y VÁSTAGO DERECHO**

Al ejecutar la construcción de la cimentación por el método que se siguió en las otras estructuras, es decir iniciando por la excavación total para la fundación; se aumentaba la probabilidad de derrumbe y colapso de las instalaciones del predio vecino Repostería y Heladería “Mi Vaquita” debido a la cercanía de este con el cajón derecho del estribo No.01. Por tal razón los diseñadores plantearon un proceso constructivo diferente.

Este proceso consistió en construir por etapas cada una de las estructuras que conforman el estribo No.01; durante este procedimiento se tuvo especial cuidado en la construcción del cajón derecho del estribo para el cual primero se realizó una excavación a mano de un metro de profundidad llegando a nivel de zarpa del muro de contención. En ese punto se fundió el primer anillo completo del cajón. Con el fin de proteger el talud y evitar deslizamientos se continuó con la construcción hacia arriba de parte del cajón hasta llegar a la cota de diseño, y después se efectuó el relleno con material del sitio entre el cajón y el talud aledaño al predio Repostería y Heladería “Mi Vaquita”.

Luego de esto se procedió a excavar a mano y a fundir los anillos inferiores por secciones hasta llegar a la cota de cimentación. Las rocas de gran tamaño se extrajeron por partes, desintegrándolas usando un agente demoledor no explosivo que actuaba desde el interior. Para colocar este producto químico se hicieron perforaciones con martillo demoledor de broca helicoidal. Cada anillo inferior tenía una altura de 1.4 m, se dejaba un traslapeo en el acero vertical, que era doblado mientras se fundía el anillo; y se desdoblaba cuando se procedía a instalar el acero del siguiente.



Figura 22. Detalle acero vertical con traslapo de anillo anterior

Se instaló el acero de la cimentación del vástago, se fundió y se procedió a amarrar el acero horizontal del vástago y de las partes faltantes de los anillos superiores y a instalar la formaleta metálica haciendo los chequeos descritos en los numerales 6.1.1.3. y 6.1.1.4.

Se usó concreto bombeado de 21 Mpa (3000 PSI) y en algunos casos, dado el difícil acceso se cambió este proceso de colocación y se buscaron opciones que facilitaran la fundición: se procedió a colocar el concreto por medio de carretas tipo buggy cargados a poca distancia del lugar de fundición.

La formaleta se desinstaló 24 horas después como lo especifica la norma de INVIAS-07 con el cuidado necesario para no dañar el concreto y se protegió con un producto curador para concreto como lo especifica la norma.

### 6.2.1 Diseño estructural: (Fig.23, 24 y 25)

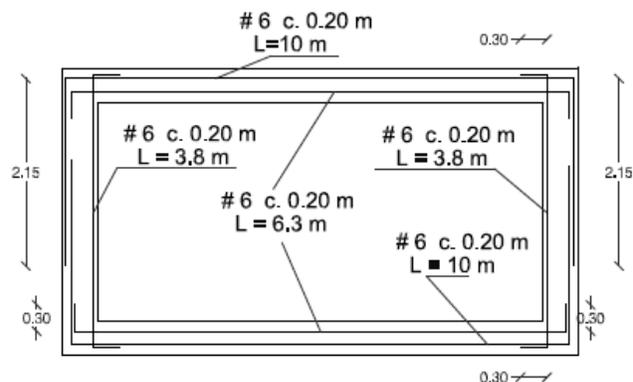


Figura 23. Refuerzo horizontal cajón

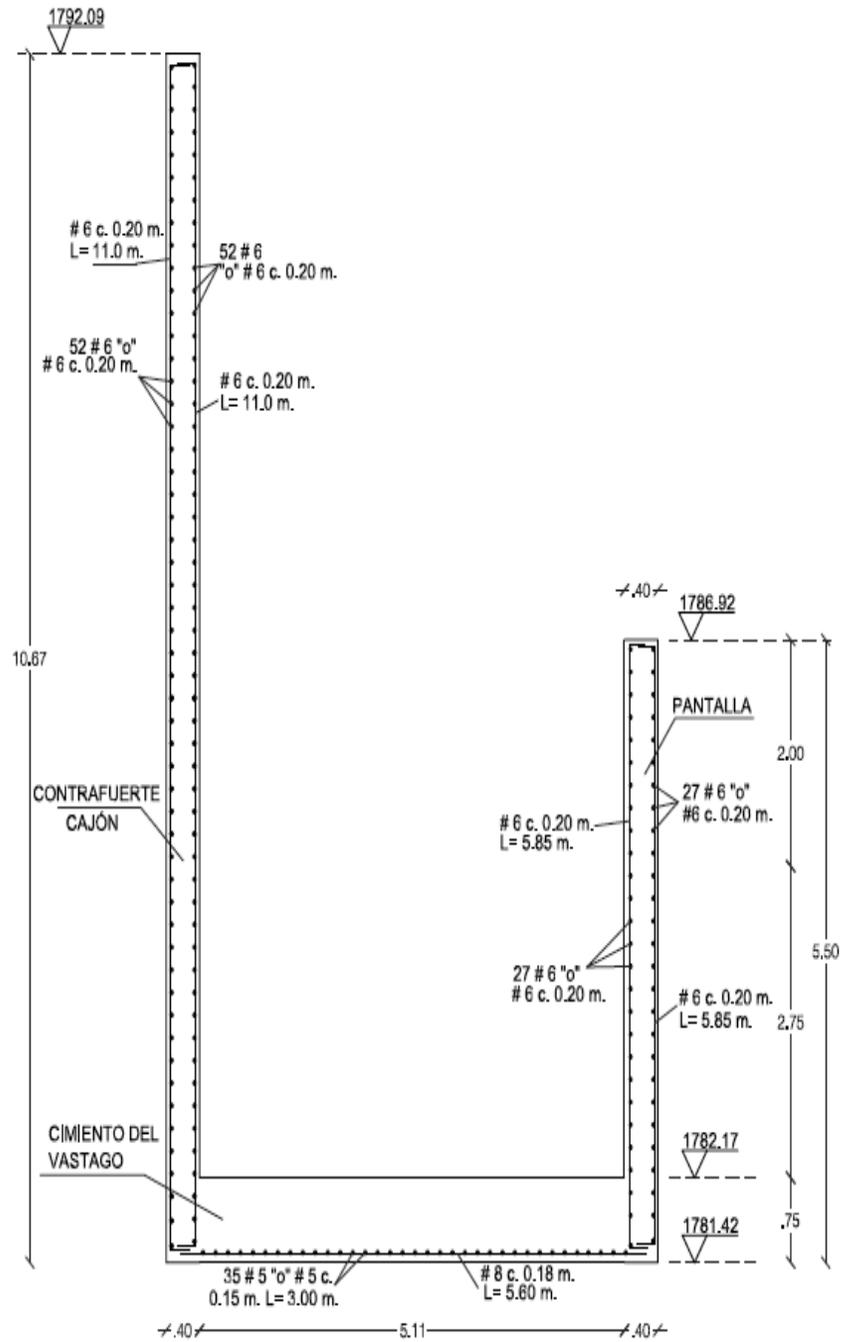


Figura 24. Refuerzo cajón del vástago

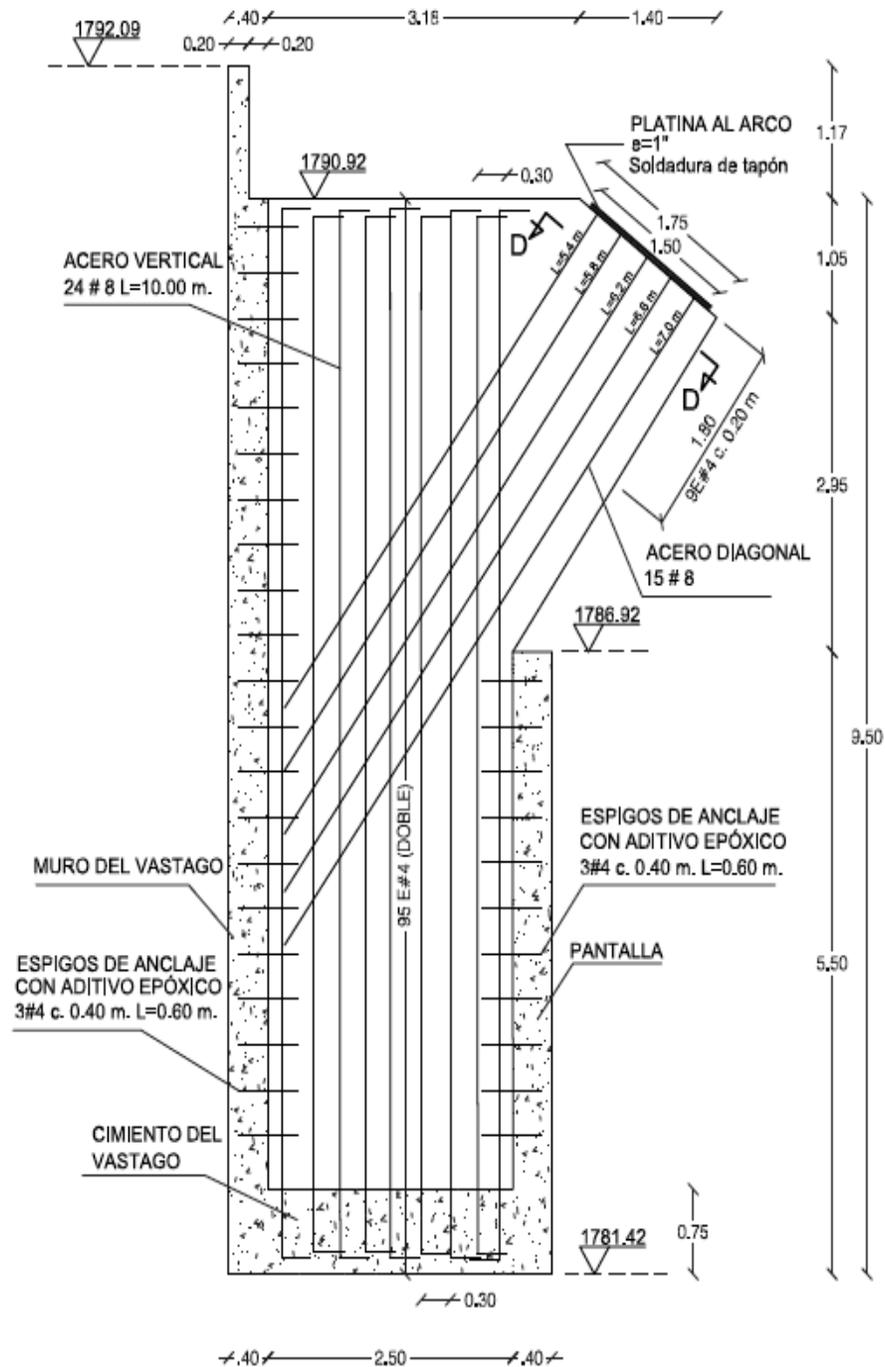


Figura 25. Refuerzo vástago

Se anexa registro fotográfico de la construcción de estas estructuras (Anexo 2).



### **6.3 PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TERRAPLÉN**

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde se deba colocar un terraplén nuevo, según el artículo 220- 07 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras de INVIAS.

Durante la práctica se inició el proceso constructivo del terraplén y se realizaron labores de supervisión en obra.

#### **6.3.1 Antes de la construcción del terraplén**

Para el terraplén se dosificó una mezcla de suelos conformada por 70% de material de mejoramiento y 30 % de subbase granular. A cada material y a la mezcla se le hicieron los respectivos ensayos, presentados a interventoría para su revisión y aprobación.

Se preparó el suelo de cimentación haciendo el descapote y la limpieza. Para la conformación del terraplén se procedió a escarificar, nivelar y compactar la suelo subrasante de acuerdo a las exigencias de las especificaciones de la norma de INVIAS. Con la conformación ya ejecutada, se le procedió a realizar los ensayos de resistencia, presentando los resultados de los ensayos a la interventoría para su revisión y aprobación.

#### **6.3.2 Durante la construcción del terraplén**

Se inicia la construcción del terraplén colocando, extendiendo y compactando el suelo, usando para ello un retrocargador y un vibro-compactador.

Se realizó el control de densidades para la aprobación de cada capa por el método del cono de arena, tomando la humedad de campo con el método del Speedy. Los ensayos se hicieron cada dos capas, cada una con un espesor de veinte centímetros; para ello se realizó un apique hasta alcanzar el estrato inferior.

La calidad de la mezcla del material se verificó mediante ensayos, realizados con la frecuencia exigida por la norma, además se hizo el control



topográfico de niveles para cuantificar la cantidad de obra ejecutada en la jornada.

Una vez regado y compactado el material, se hacía una evaluación cualitativa y visual de la capa, con el fin de detectar las zonas con baja densidad debido a deficiencias en la compactación. Estas se corregían haciendo una zonificación del área acolchonada para sacar el material y colocar un material más seco. Cuando la falla continuaba después de hacer varios cambios de material se procedía a escarificar y dejar orear el material, una vez alcanzada la humedad óptima se procedió a compactar. Durante el proceso de construcción de cada capa se verificó que al momento de compactar, el suelo tuviera la humedad requerida.

La construcción del terraplén no llegó a su fin durante la práctica profesional.

A continuación se presenta el formato del control de la calidad del material mezclado usado en el terraplén, diligenciado en la última semana de mayo del presente año, según el Artículo 220.07 de la norma de Invías.

CARACTERISTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS TOLERABLES	RESULTADOS
Tamaño máximo	E-123	100 mm	50,8 mm
%Pasa tamiz No.10	E-123	≤ 80% en peso	37,80%
%Pasa tamiz No.200	E-123	≤ 35% en peso	2,5
Contenido de materia orgánica	E-121	≤ 1%	1%
Límite líquido	E-125	≤ 40%	38%
Índice plástico	E-126	≤ 15%	11,30%
C.B.R de laboratorio	E-148	≥ 5%	66,2 %
Expansión en prueba de C.B.R	E-148	≤ 2%	-
Índice de colapso	E-157	≤ 2%	-
Contenido de sales solubles	E-158	≤ 0,2%	-

Tabla 3. Control de material mezclado para terraplén.



Figura 26. Colocación y extendido del material de una capa del terraplén



Figura 27. Compactación de una capa del terraplén.

Se anexa registro del proceso constructivo del terraplén (Anexo 3).

## 6.4 PROCESO CONSTRUCTIVO LOSA DEL PUENTE SECUNDARIO

El puente secundario tiene una longitud de 30 m y está ubicado entre la pila central y el estribo N°2, apoyado sobre un tablero de vigas metálicas, y con barreras de seguridad para el peatón tipo New Jersey.

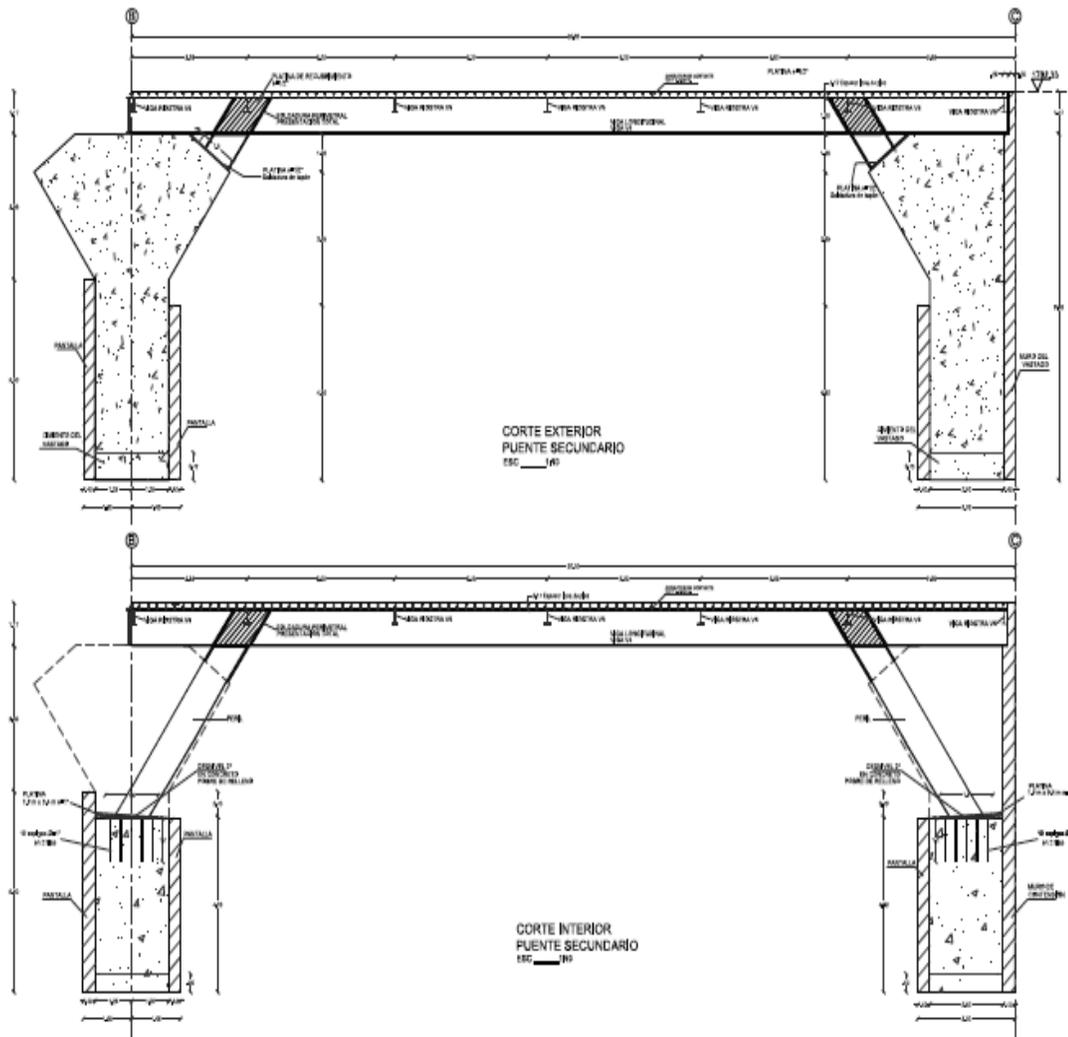


Figura 28. Corte longitudinal puente secundario.

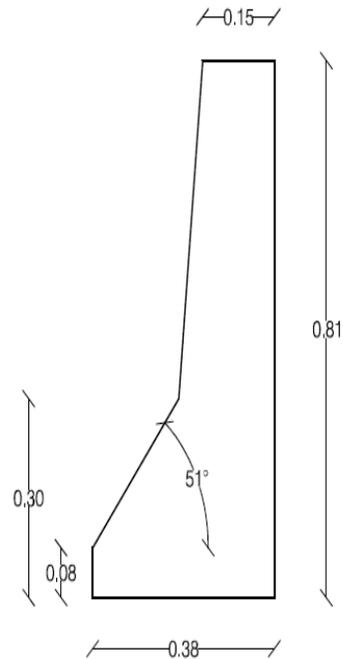


Figura 29. Corte New Jersey

#### 6.4.1 Actividades previas a la fundición de la losa

**6.4.1.1 Replanteo:** la comisión de topografía se encargó de replantear el área sobre la cual se iba a instalar la formaleta; colocando niveles en cada una de las vigas cada 30 cm. Estos puntos fueron verificados por la interventoría para dar su aprobación.

Fue de vital importancia el chequeo periódico de los niveles de las vigas metálicas para el control de la contra-flecha o camber.

#### 6.4.1.2 Instalación de la formaleta de madera:

Se organizó y se instaló de la siguiente manera:

6.4.1.2.1 Inicialmente se procedió a instalar andamios para el acceso de los trabajadores a la losa del puente.

6.4.1.2.2 Se elaboraron y colocaron los andamios o apoyos en acero, los cuales se apoyaron entre vigas, y se le instalaron tablonces que funcionaron como pasarela para los obreros (Fig. 30).

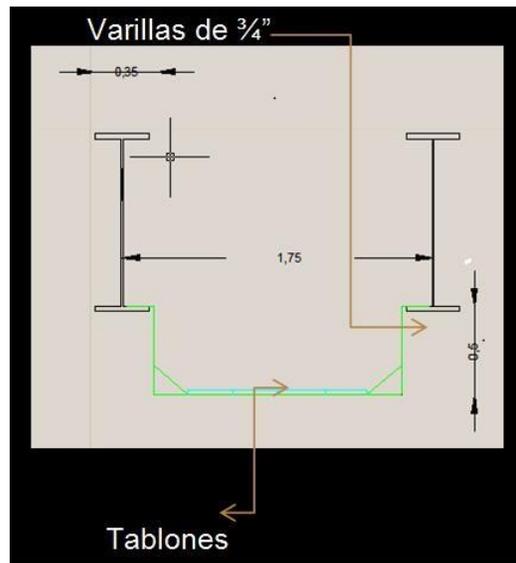


Figura 30. Apoyos de acero y andamios

6.4.1.2.3 Se dio inicio a la instalación de la madera en la zona entre vigas, las cuales van apoyadas sobre un viga, y atracadas cada 75 - 80 cm por pilares apoyado en los patines inferiores de las vigas del puente como muestra el esquema (Fig. 31):

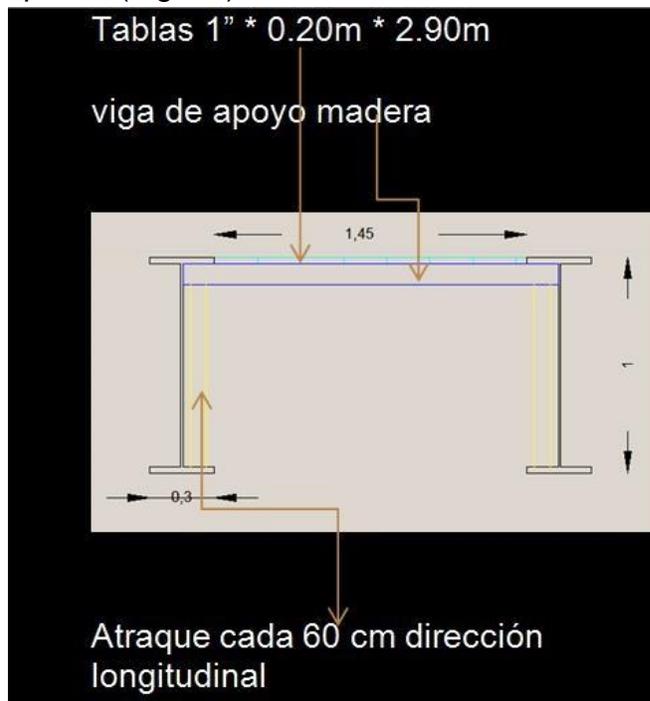


Figura 31. Instalación de la madera

6.4.1.2.4 Se procedió con la instalación de teleras (10cm \* 4 cm) de 6 m en la mitad de la viga de apoyo de madera, atracada cada 75 - 80 cm con cuartones (8cm \* 4 cm) apoyados sobre la base inferior del patín de la viga como se muestra en figura (Fig. 32).

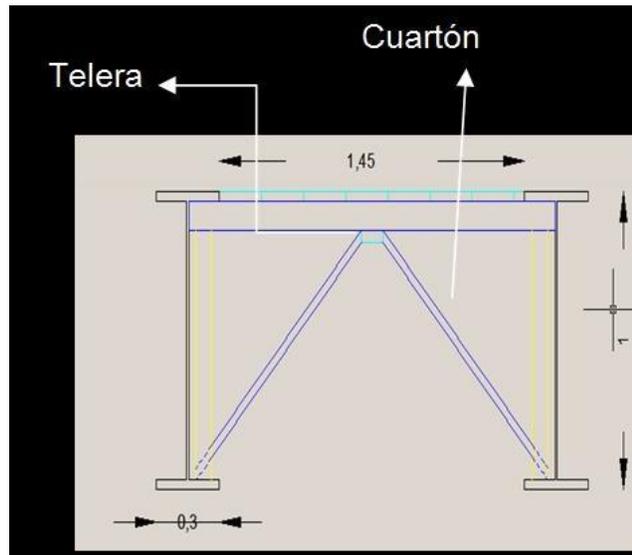


Figura 32. Instalación de teleras y cuartones

Antes de este proceso se verificó la calidad de la madera a ser usada en la formaleta, durante y después de esta instalación la comisiones de topografía chequearon que los niveles coincidieran con los establecidos en el diseño.



Figura 33. Instalación formaleta madera



Figura 34. Instalación formaleta madera

#### 6.4.1.3 Instalación y amarre de acero

Este proceso es similar al descrito en el numeral 6.1.1.3: Se realizó la supervisión del corte, figuración y la instalación de las barras de acero para la estructura de acuerdo a lo establecido en el diseño estructural. La instalación se realizó marcando el lugar de colocación del acero mediante el uso de una cimbra. Se chequearon los diámetros y las longitudes de traslape, las distancias establecidas para la separación entre varillas, y las cantidades de acero instaladas; además se revisó que se estuvieran colocando los apoyos que garantizan el recubrimiento mínimo del acero; y la separación entre la parrilla inferior y superior de la estructura; acciones realizadas en conjunto con la interventoría.

La calidad del acero de refuerzo se verificó mediante el protocolo del acero entregado por el fabricante.

Se instaló el acero de refuerzo de la losa y del New Jersey.

#### 6.4.1.3.1 Diseño estructural : (Fig.35 y 36)

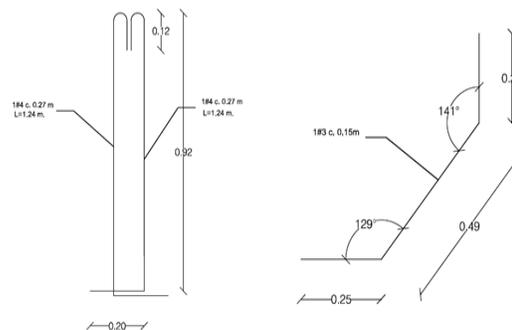


Figura 35. Detalle del refuerzo New Jersey

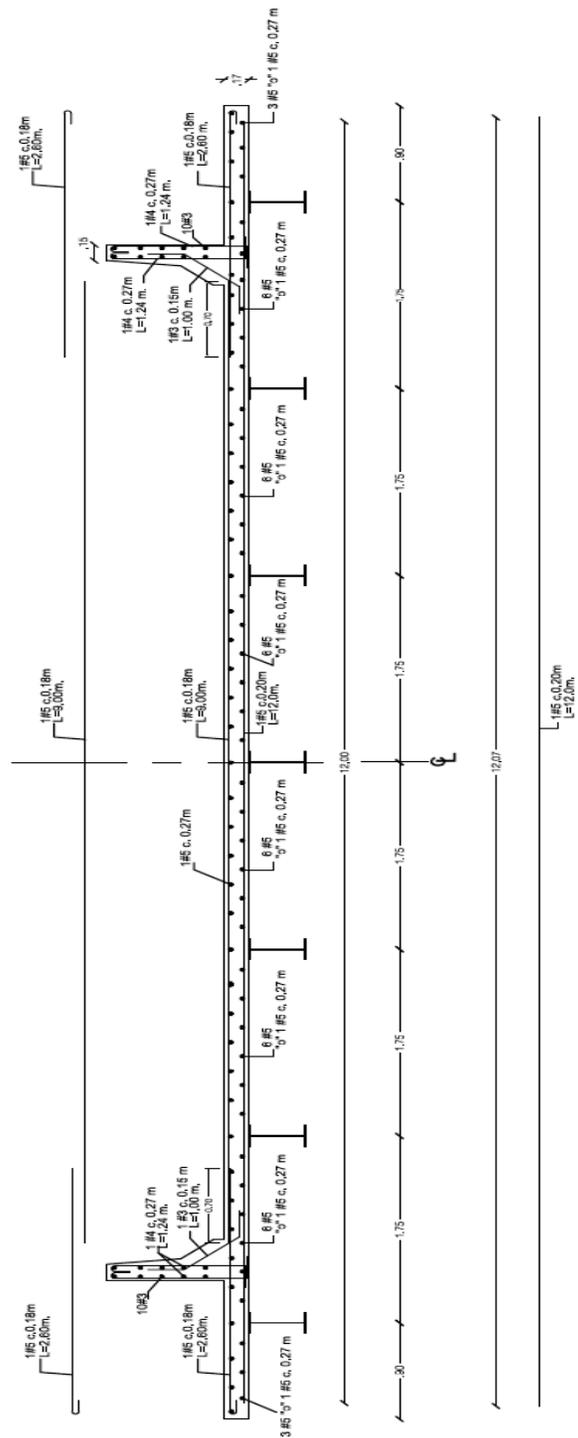


Figura 36. Refuerzo losa puente secundario.



Figura 37. Instalación y amarre de acero de refuerzo losa y new jersey.

#### 6.4.1.4 Instalación formaleta vertical de madera

El equipo de topografía ubico los puntos y paramentos para la instalación. Por medio de cimbrado se colocaron los alineamientos para colocar eficientemente la madera, se niveló y colocó un hilo para garantizar la correcta alineación de la formaleta.

La formaleta fue debidamente apuntalada y atracada con tacos de madera en toda su longitud.

Después de colocada la formaleta la comisión de topografía realizó los chequeos para la revisión y aceptación de la formaleta en cuanto a coordenadas, alturas, anchos, aplomos, recubrimiento mínimo de acero de refuerzo, y la distancia entre las parrillas de acero. La interventoría verificó estos chequeos y aprobó la fundición.



Figura 38. Instalación formaleta vertical de madera.

La losa quedo con el acero y la formaleta instalada para su posterior fundición. Se anexa registro fotográfico del proceso constructivo de la losa hasta la instalación del acero de refuerzo y la formaleta de madera (Anexo 4).



## 7. DESCRIPCION DEL TRABAJO DE OFICINA

Además del trabajo de campo materializado en la supervisión técnica de la obra, se ejecutaron labores de oficina cumpliendo así con los objetivos propuestos.

Se elaboraron los informes mensuales constatando el avance en la ejecución de las actividades constructivas contempladas según el cronograma de obra, con su debido registro fotográfico. Con estos informes se entregaron los resultados de los ensayos de los materiales especificados en la norma INVIAS-07.

Se realizó el despiece del acero a utilizar en la losa del puente principal y secundario.

Se llevó el registro mediante formatos en Excel de:

- El control de materiales en obra y almacén tanto en cantidad como en calidad.
- El control de acarreo de materiales.
- Las compras diarias en la obra.
- Inventario de materiales y equipos, asimismo el tiempo de permanencia en la obra.

También se brindó apoyo en la elaboración de Preactas y Actas de Obra, oficios, llamados de atención, y cotizaciones de materiales y equipos.

Aunque los Análisis de Precios Unitarios (APU) estaban ya elaborados desde la presentación de la propuesta económica, se procedió a modificar algunos por cambios de material y recomendaciones de la interventoría. Así mismo se hicieron Análisis de Precios Unitarios (APU) a ítems no previstos supliendo algunas necesidades constructivas del proyecto.



## 8. CONCLUSIONES

- Mediante la supervisión técnica realizada durante la práctica profesional basada en las recomendaciones del Título I de la Norma Sismo Resistente de 2010 se verificó la calidad de los procesos constructivos siguiendo el plan de inspección y ensayos implementado por La Unión Temporal Puentes del Cauca elaborado de acuerdo a las normas técnicas colombianas y a las especificaciones del INVIAS-07, cumpliendo así con los objetivos propuestos.
- En la ingeniería civil los trabajos topográficos son fundamentales antes, durante y después de la construcción de la obra. Es la comisión de topografía la responsable de realizar el replanteo de cada estructura que compone la obra civil de acuerdo a los planos y verificar estos puntos antes de cada fundición por lo que de su trabajo depende que la obra quede de acuerdo a lo especificado en los diseños.
- Es primordial supervisar y dar las indicaciones pertinentes al personal en cada uno de los procesos de la fundición para que los procedimientos constructivos se realicen de forma adecuada y los resultados sean satisfactorios.
- En la ejecución de las obras civiles es muy importante el trabajo en equipo entre la interventoría y el contratista, ya que mediante este se resuelven dificultades con razones de orden técnico, jurídico administrativo y financiero. Por lo tanto es fundamental la comunicación entre las partes para lograr que el proyecto se ejecute de forma eficiente; aunque en algunas ocasiones se puedan presentar conflictos y diferencias entre las partes ya que cada una debe cumplir con su función pública.



- Es fundamental que para todos los elementos en concreto se realice el curado adecuado siguiendo las especificaciones del artículo 630 del INVIAS-07 en su numeral 630.4.15 garantizando un tiempo de curado no menor a siete días; para que estos elementos desarrollen toda su resistencia y además para evitar que se presenten fisuras cuando el concreto haya endurecido.
- La práctica profesional en la construcción del “Puente Vehicular Sobre el Rio Cauca” fue una gran experiencia a nivel profesional y personal en la que se aplicó la base teórica adquirida durante la etapa académica, además se adquirieron nuevos conocimientos que permitieron la formación de un mejor carácter para la toma de decisiones y para el adecuado manejo del personal ya que el buen trato y las buenas relaciones fortalecen el trabajo en equipo y genera resultados de calidad.
- Es importante llevar el registro de actividades desarrolladas en el día (Bitácora de obra) durante la ejecución de la obra para plasmar el avance y los pormenores de esta. La Bitácora es utilizada en los proyectos de construcción para la comunicación entre la entidad contratante, el contratista y el interventor.
- Al elaborar las preactas y actas de obra se debe verificar que lo que se esté cobrando ya esté construido y que las cantidades de obra sean las correctas, para no incurrir en errores y evitar así dificultades con el ente interventor.
- Se obtuvo un alto grado de satisfacción personal por el provechoso desarrollo de la pasantía al cumplir con los objetivos planteados



## 9. RECOMENDACIONES

- Disponer con certeza y puntualidad de los materiales imprescindibles de obra, como son el concreto premezclado, acero de refuerzo, alambre de amarre, combustible o formaletas entre otros, para no generar atrasos adicionales en la ejecución de la obra.
- Llevar un control más eficiente en cuanto a los lugares de acopio de materiales, y garantizar una mejor protección de estos.
- Para desempeñar eficientemente las funciones durante una práctica profesional o en cualquier proyecto de construcción es importante conocer las Normas que lo rigen, las especificaciones técnicas, el cronograma de actividades y en general los aspectos más relevantes de la obra, en este caso fue muy importante conocer el plan de inspección y ensayos.
- Se recomienda a futuros pasante que tengan confianza y seguridad en lo aprendido durante la formación académica para dar soluciones a los diferentes problemas que se puedan presentar durante la práctica, y en caso dado de desconocer la correcta solución abrirse a la iniciativa de la investigación para adquirir nuevos conocimientos ingenieriles.



## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Instituto Nacional de Vías. Especificaciones INVÍAS. Artículo 630-07. Concreto Estructural.
- Instituto Nacional de Vías. Especificaciones INVÍAS. Artículo 220-07. Terraplenes.
- Ing. Rivera L. Gerardo A. Concreto Simple. Universidad del Cauca. 1992.
- NSR 10, TITULO I – Supervisión técnica.
- Unión Temporal Puentes del Cauca. Plan de Calidad Contrato no. 049 de 2014 Construcción del Puente Vehicular Sobre el Rio Cauca.
- Unión Temporal Puentes del Cauca. Plan de Inspección y Ensayos. 2014.
- Unión Temporal Puentes del Cauca. Vaciado de Concreto Losa Puente Secundario. 2015.



## 11. ANEXOS

En los siguientes anexos se presentan los registros fotográficos de las actividades constructivas:

1. Registro fotográfico construcción de aleta derecha del estribo No.2 y aleta izquierda del estribo No.1.
2. Registro fotográfico construcción cimentación, cajón y vástago derecho del estribo No.1.
3. Registro fotográfico construcción del terraplén.
4. Registro fotográfico construcción losa del puente secundario.

En los siguientes anexos se presentan los documentos necesarios para la aprobación de la pasantía:

- Control personal de horas.
- Copia carta de petición formal de pasantía por parte de Universidad del Cauca.
- Copia carta de aprobación por parte de la Unión Temporal Puentes del Cauca.
- Copia certificación de horas exigidas por La Universidad del Cauca.
- Copia de resolución de aprobación de pasantía.
- Copia de convenio entre La Universidad del Cauca y la Unión temporal Puentes del Cauca.

**ANEXO 1. REGISTRO FOTOGRÁFICO CONSTRUCCIÓN DE ALETA DERECHA  
ESTRIBO NO.2 Y ALETA IZQUIERDA ESTRIBO NO.1**



Fundición de solado de limpieza aleta estribo No.2



Instalación de acero de refuerzo cuerpo aleta estribo No.2



Amarre de acero de refuerzo aleta estribo No.2



Fundición cuerpo aleta estribo No.2



Fundición zarpa aleta estribo No.2



Fundición de solado de limpieza aleta estribo No.1



Amarre de acero de refuerzo aleta estribo  
No.1



Fundición cuerpo aleta estribo No.2

## ANEXO 2. REGISTRO FOTOGRÁFICO CONSTRUCCIÓN CIMENTACIÓN, CAJÓN Y VÁSTAGO DERECHO DEL ESTRIBO NO.1



Primer anillo cajón



Cuarto anillo cajón



Segundo anillo cajón



Excavación para quinto anillo



Tercer anillo cajón



Instalación y amarre de acero por secciones. Quinto anillo



Instalación de formaleta metálica por secciones. Quinto anillo



Instalación y amarre de acero por secciones. Sexto anillo



Fundición por secciones. Quinto anillo



Instalación de formaleta metálica por secciones. Sexto anillo



Excavación para sexto anillo



Fundición por secciones. Sexto anillo



Excavación y nivelación para cimentación cajón derecho



Fundición cimentación cajón derecho



Instalación y amarre acero de refuerzo vástago cajón derecho



Instalación y amarre de acero de refuerzo para cimentación cajón derecho



Instalación formaleta metálica hasta una altura de 4,75 m del vástago



Fundición hasta una altura de 4,75 m del vástago



Fundición de terminación de pantalla y contrafuerte del segundo anillo del cajón derecho.



Instalación y amarre de acero de refuerzo para terminación de pantalla y contrafuerte del segundo anillo del cajón derecho



Instalación de formaleta metálica para terminación de pantalla y contrafuerte del segundo anillo del cajón derecho.

### ANEXO 3. REGISTRO FOTOGRÁFICO CONSTRUCCION DEL TERRRAPLÉN



Colocación y compactación del material

Toma de densidades de campo



## ANEXO 4. REGISTRO FOTOGRAFICO CONSTRUCCION LOSA DEL PUEBLO SECUNDARIO



Instalación de andamios para formaleta de madera



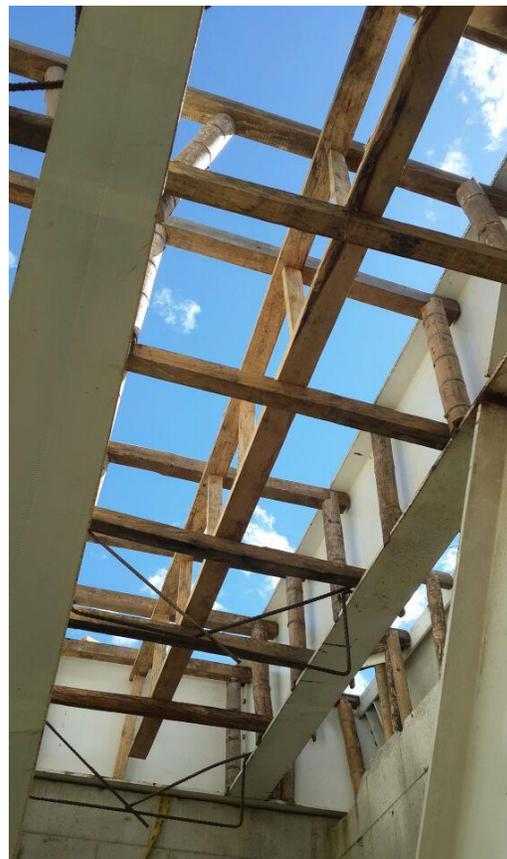
Control topográfico de los niveles de la formaleta



Instalación formaleta de madera



Instalación formaleta de madera



Instalación de telas para la formaleta de madera



Instalación de formaleta de madera



Instalación formaleta vertical de madera



Instalación y amarre de acero de refuerzo de la losa



Instalación y amarre de acero de refuerzo del new jersey