

**TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PASANTÍA
PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**



**AUXILIAR DE RESIDENCIA DE OBRA EN EL PROYECTO PUENTE RIO
CAUCA, UBICADO EN EL PRO+260 DEL CORREDOR VIAL POPAYÁN –
PATICO – PURACE.**

DAVID MAURICIO PUCHICUE MEDINA

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS
POPAYÁN
2016**

**TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PASANTÍA
PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**



**AUXILIAR DE RESIDENCIA DE OBRA EN EL PROYECTO PUENTE RIO
CAUCA, UBICADO EN EL PRO+260 DEL CORREDOR VIAL POPAYÁN –
PATICO – PURACE.**

**PRESENTADO POR:
DAVID MAURICIO PUCHICUE MEDINA
COD.: 04092066**

**DIRECTOR DE PASANTÍA:
ING. CARLOS ARIEL HURTADO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN
2016.**

NOTA DE ACEPTACION

El Director y los Jurados han evaluado este documento, escuchando la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al postulante para que desarrolle las gestiones administrativas para optar al título de Ingeniera Civil.

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Director

Popayán ____de octubre de 2016

TABLA DE CONTENIDO

INFORMACIÓN GENERAL DE LA PASANTIA.	11
INTRODUCCIÓN.....	12
1. OBJETIVOS.....	13
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	13
2. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO.	14
2.1 Localización.	14
2.2 Definiciones.....	15
3. GENERALIDADES DEL PUENTE.	19
3.1 Características de los Materiales.....	19
4. METODOLOGIA.....	21
4.1 CAPÍTULO 1: MANEJO DE PERSONAL.....	23
4.2 CAPÍTULO 2: CONSTRUCCIÓN DE CAISSON	25
4.2.1 Localización y replanteo.	25
4.2.2 Armado de los anillos de concreto.	26
4.2.3 Colocación del refuerzo principal.	31
4.2.4 Fundida del fuste del Caisson.	34
4.3 CAPÍTULO 3: CONSTRUCCIÓN DE VIGA CABEZAL ESTRIBO DERECHO.....	37
4.3.1 Adecuación del terreno y construcción de trincho.....	38
4.3.2 Localización y replanteo.	40
4.3.3 Armado de aceros de refuerzo.	41
4.3.4 Instalación de anclajes para apoyos y formaleta.	42
4.3.5 Vaciado de concreto premezclado.	43
4.4 CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE VIGA CABEZAL ESTRIBO IZQUIERDO.	45
4.4.1 Construcción de muro de concreto.	45
4.4.2 Adecuación del terreno.	47
4.4.4 Armado de aceros de refuerzo.	50
4.4.5 Instalación de anclajes para apoyos y formaleta.	51
4.4.6 Vaciado de concreto premezclado.	51
4.5 CAPITULO 5: MOTAJE DE VIGAS METALICAS.	53

5. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES.	60
6. CONCLUSIONES.	61
7. BIBLIOGRAFIA.....	62

LISTADO DE FIGURAS.

Figura 1: *localización puente rio cauca.*

Figura 2: *proceso constructivo de anillos del Caisson.*

Figura 3: *componentes del Caisson.*

Figura 4: *mixer.*

Figura 5: *trincho en Guadua.*

Figura 6: *planta general del puente.*

Figura 7: *sección transversal tipo 1.*

Figura 8: *sección transversal tipo 2.*

Figura 9: *cerramiento frente de obra.*

Figura 10: *control de tránsito vehicular.*

Figura 11: *mojón colocado por TYPESA.*

Figura 12: *ubicación de mojones.*

Figura 13: *Replanteo con estación total.*

Figura 14: *retiro de material común usando molinete.*

Figura 15: *excavación en material común.*

Figura 16: *retiro de capa vegetal.*

Figura 17: *armado de acero para anillos de Caisson.*

Figura 18: *instalación de formaletas.*

Figura 19: *ubicación final de formaleta.*

Figura 20: *proceso de vaciado de concreto.*

Figura 21: anillos de Caisson finalizado.

Figura 22: proceso de armado de refuerzo principal.

Figura 23: ubicación de refuerzo principal del Caisson.

Figura 24: detalle de refuerzo principal.

Figura 25: proceso de vaciado de concreto.

Figura 26: toma de muestras de concreto.

Figura 27: registro de resistencia a la compresión de cilindros de concreto.

Figura 28: instalación de formaleta.

Figura 29: anillos de acero para formaleta.

Figura 30: retiro de formaleta.

Figura 31: convención del estribo derecho e izquierdo.

Figura 32: trincho construido en guadua.

Figura 33: terreno nivelado con material seleccionado.

Figura 34: elaboración de solado de limpieza con mezcladora.

Figura 35: colocación de solado de limpieza.

Figura 36: solado de limpieza terminado.

Figura 37: localización y replanteo con estación total.

Figura 38: demarcación de estribo con pintura amarilla.

Figura 39: amarre del acero con alambre calibre 16.

Figura 40: refuerzo de estribo finalizado.

Figura 41: patinas de posicionamiento para anclajes de apoyos fijos.

Figura 42: plano de montaje apoyo fijo móvil, suministrado por la empresa SERVIMECOL.

Figura 43: vaciado de concreto con mixer.

Figura 44: estribo derecho finalizado.

Figura 45: refuerzo de muro en concreto.

Figura 46: anclaje de hierros en Caisson.

Figura 47: instalación de formaleta.

Figura 48: lagrimales del muro.

Figura 49: retiro de formaleta.

Figura 50: muro en concreto reforzado.

Figura 51: compactación de material de relleno con saltarín.

Figura 52: relleno finalizado a nivel requerido.

Figura 53: colocación de solado de limpieza.

Figura 54: plataforma de madera.

Figura 55: tacos para soporte de plataforma de madera.

Figura 56: proceso de armado de aceros de refuerzo.

Figura 57: amarre de acero con alambre calibre 16.

Figura 58: instalación de formaleta.

Figura 59: anclajes para apoyo móvil.

Figura 60: proceso de vaciado del concreto premezclado.

Figura 61: estribo izquierdo finalizado.

Figura 62: vástago central fundido estribo izquierdo.

Figura 63: secciones de vigas metálicas.

Figura 64: *anclajes usados en el sistema de montaje.*

Figura 65: *winches.*

Figura 66: *descargue de vigas metálicas en el frente de obra.*

Figura 67: *apoyos temporales.*

Figura 68: *secuencia del proceso de montaje de vigas metálicas.*

Figura 69: *montaje de estructura metálica finalizado.*

Figura 70: *ensayo de tintas realizado a la soldadura.*

Figura 71: *cuadro con resultado del peso total de la estructura metálica.*

INFORMACIÓN GENERAL DE LA PASANTIA.

Nombre del pasante

David Mauricio Puchicué Medina

Entidad receptora

GARCIA RIOS CONSTRUCTORES S.A.

Ingeniero supervisor por parte de la empresa

Didier Andrés Arias Medina

Tutor por parte de la Universidad del Cauca

Ingeniero Carlos Ariel Hurtado

Duración de la pasantía

El tiempo exigido por la Universidad del Cauca es de quinientas setenta y seis (576) horas, empezando en febrero del 2016 y culminando labores como pasante en abril de 2016.

INTRODUCCIÓN.

Siendo la ingeniería civil una disciplina que emplea diferentes áreas del conocimiento, tales como el diseño, la construcción y el mantenimiento de las infraestructuras utilizadas en el entorno.

Se hizo necesario realizar una práctica profesional que permitiera al estudiante adquirir experiencia de los conocimientos aprendidos y su aplicabilidad durante el tiempo de formación académica en la Universidad, para así propiciar un buen desarrollo de su vida profesional. Además de adquirir la habilidad de afrontar y resolver problemas de una manera eficiente y responsable.

Mediante el decreto 4580 de 2010 el cual el Gobierno Nacional declara la emergencia económica, social y ecológica en todo el territorio nacional, con ocasión del fenómeno de la Niña 2010 – 2011. Desastre natural que se consideró de dimensiones extraordinarias e imprevisibles; se crea este proyecto que consiste en la construcción de un puente localizado sobre el río Cauca, ubicado en el PR 00+260 de la vía Popayán – Puracé, municipios pertenecientes al departamento del Cauca. Este hace parte del proyecto No. 824 denominado “**Programa de Atención a Puentes**”; que tiene por objeto atender los puentes de la Red Vial Nacional que presenten mayor riesgo de colapso, mediante la construcción y/o reconstrucción de los mismos. Con el propósito de reducir la vulnerabilidad física de los usuarios y pobladores aledaños a los puentes que presentan daños en sus estructuras y que por la presencia de nuevas precipitaciones se genere el colapso total de los mismos.

Con la participación en este proyecto como auxiliar de residencia de obra, se pudo realizar un acompañamiento en la construcción de toda la infraestructura y demás procesos que se desarrollan al interior de la misma, tales como: administrativo, técnico o de control de los materiales de la obra. Lo que le permite adquirir experiencia para su desarrollo y desempeño profesional.

1. OBJETIVOS.

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Participar activamente en la construcción de la infraestructura del Puente vehicular “Rio Cauca” ubicados en el departamento del Cauca, en la función como Auxiliar de residencia de obra.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar seguimientos de los materiales, herramientas y equipos usados para la construcción del puente vehicular rio Cauca.
- Aplicar y afianzar el aprendizaje recibido en la Academia.
- Realizar un acompañamiento continuo y permanente en la obra.
- Llevar un registro fotográfico de los avances en la obra.
- Presentar un Informe Final que registre las actividades cumplidas y las experiencias formativas en mi proceso de aprendizaje.

2. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO.

2.1 Localización.

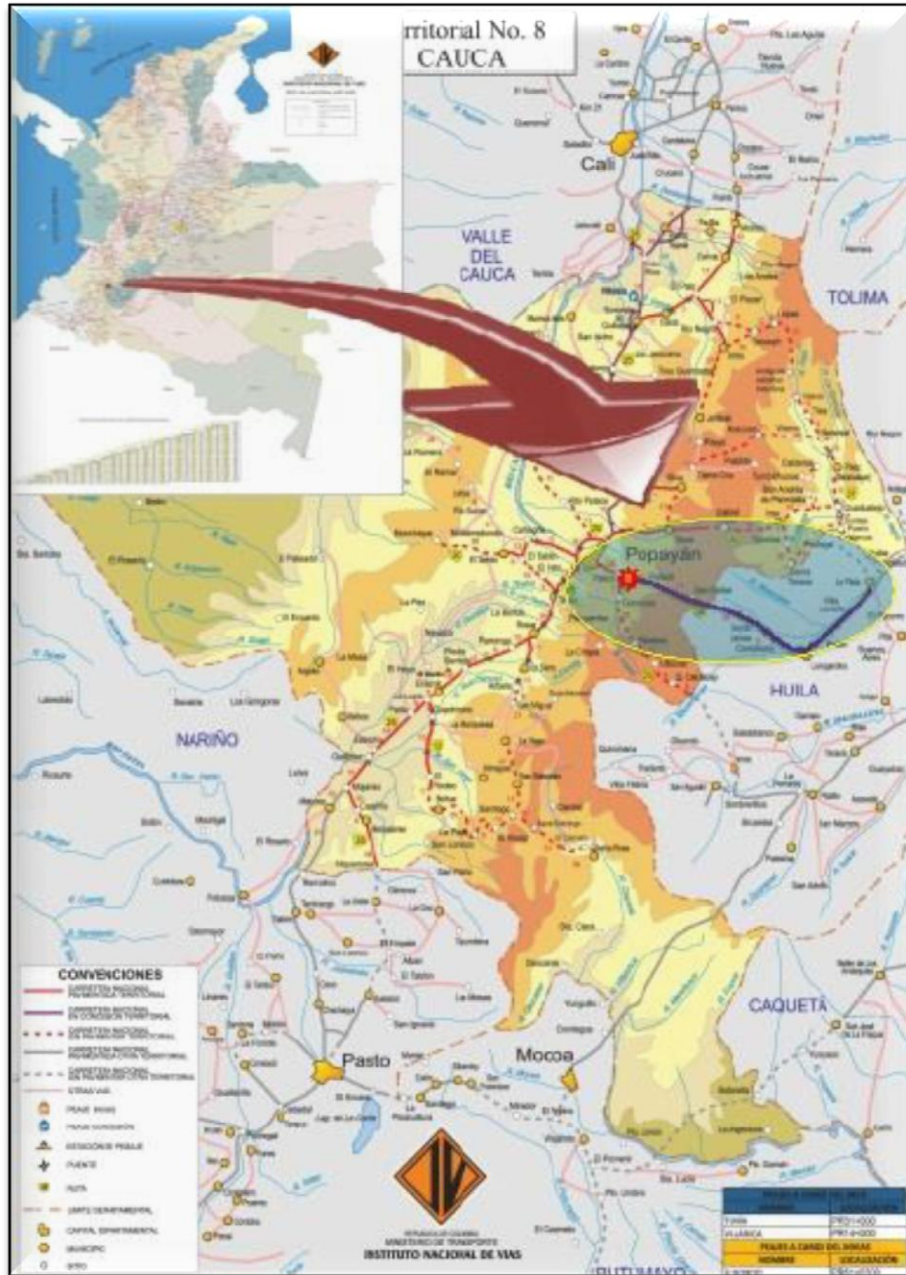


FIGURA 1: LOCALIZACIÓN PUENTE RIO CAUCA.

El proyecto se desarrolla en el departamento del Cauca, entre el sitio conocido como Patico en el Cauca y el Municipio de Puracé en el sector del PR 00+260 (Rio Cauca); dicho puente sirve a la Ruta 24 tramo 01 de la red vial nacional, que une al Departamento del Cauca con el Departamento del Huila; esta vía es de orden secundario y su área de influencia directa compromete a la zona geográfica de dichos municipios, dada la topografía de alta montaña.

El proyecto del puente sobre el Rio Cauca se encuentra localizado en el municipio de Puracé, situado al suroeste del país, al oriente del departamento del Cauca, en el PRO+260 del corredor vial Popayán – Patico – Puracé. Su localización exacta está dada por coordenadas: N 02° 23` 17.2”, W 76° 29` 40.7”.

2.2 Definiciones.

CAISSON.

El pozo de cimentación, también conocido por su nombre francés “Caisson”, son elementos estructurales para cimentación de grandes obras, de gran longitud, pues pueden llegar a profundidades hasta de 25 metros.

Estos elementos se construyen cuando van a soportar mucho peso o cuando el terreno donde se va a construir tiene poca capacidad portante; puede decirse que con la construcción de los Caisson se mejoran las condiciones estructurales del suelo que se va a utilizar.

Los Caisson tiene gran similitud con los pilotes, que también son elementos estructurales de cimentación y que cumplen sus mismas funciones; la diferencia está en que los Caisson son de mayor diámetro y casi siempre van contruidos en el sitio.

Estos elementos son muy utilizados en la construcción de edificios tanto residenciales como comerciales o de uso público; también son frecuentemente utilizados para cimentar pilares de puentes.

La preparación del cuerpo del Caisson se hace en forma modular, por un sistema de anillos de 1 m de altura; en una sección cónica, necesaria en el proceso constructivo, ya que permite el fundido de cada módulo de forma independiente (ver figura 2). La sección transversal del Caisson generalmente es circular, pero existen también secciones cuadradas, rectangulares o elípticas.

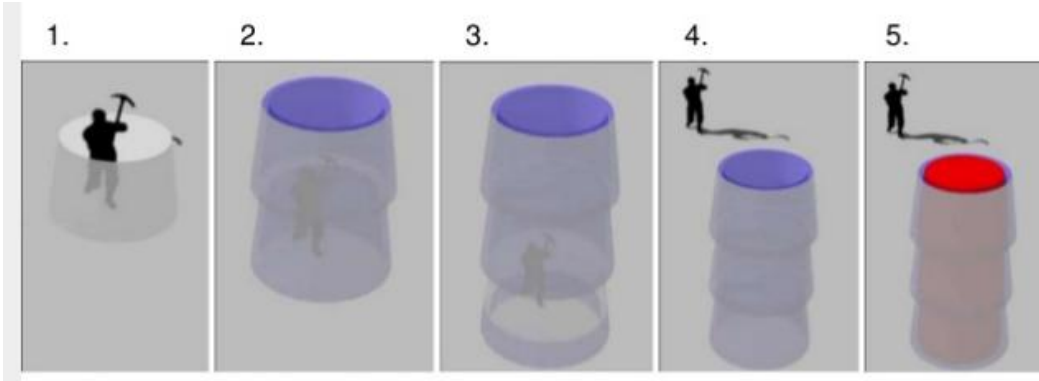


FIGURA 2: PROCESO CONSTRUCTIVO DE ANILLOS DEL CAISSON

Los Caisson se componen de dos partes fundamentales: anillos del Caisson y fuste del Caisson. Tal como lo indica la figura 3.

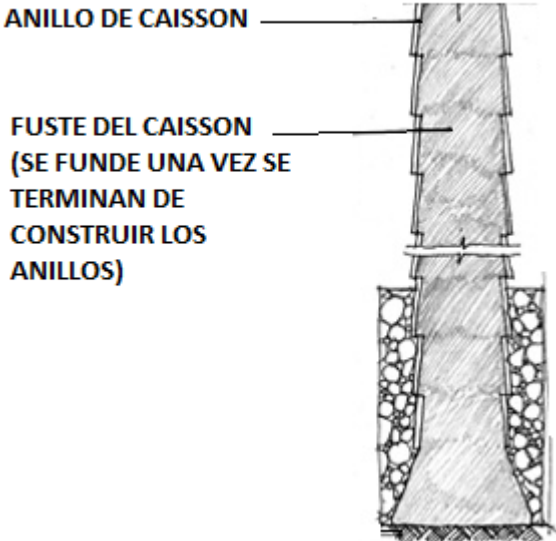


FIGURA 3: COMPONENTES DEL CAISSON.

MIXER.

También conocido como camión hormigonera es un camión especializado en el transporte de concreto premezclado. La diferencia con otros camiones, se basa en que sobre el bastidor del camión tiene una cuba de forma aproximadamente cilíndrica. Esta cuba va montada sobre un eje inclinado con respecto al bastidor, de forma que pueda girar (ver figura 4).

El principio de funcionamiento es muy simple, se trata de mantener el hormigón en movimiento con el fin de retrasar su fraguado y lograr homogeneidad en la mezcla. Este movimiento se consigue a través de un motor auxiliar o por transmisión del propio motor del camión de forma mecánica o hidráulica.

Dentro de la cuba hay unas palas en una posición determinada y soldadas a las paredes de la cuba. De forma que cuando la cuba gira en un sentido lo que hace es mezclar el hormigón y si gira en sentido contrario expulsará el hormigón por la abertura del extremo opuesto a la cabina.



FIGURA 4: *MIXER*

TRINCHO.

Los trinchos son estructuras de guadua o madera dispuestas en forma de muro con el fin de ayudar a formar terrazas y estabilizar taludes. Los trinchos en madera pueden ser contruidos con guaduas colocados de manera vertical y horizontal formando una pared que permitirá que se confine material de relleno que se va a usar (Ver figura 5).

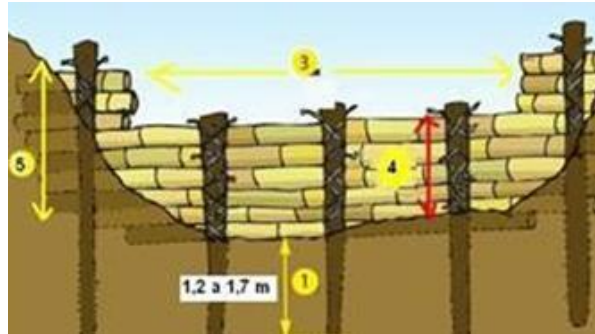


FIGURA 5: TRINCHO EN GUADUA.

3. GENERALIDADES DEL PUENTE.

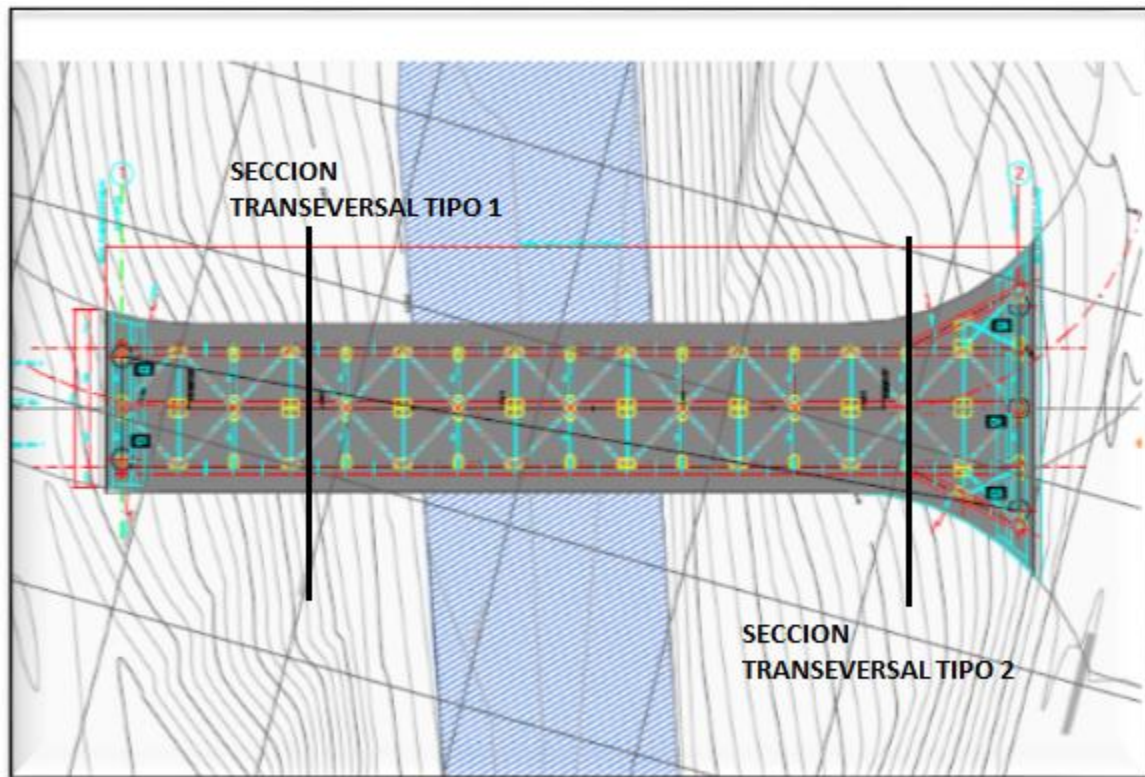


FIGURA 6: PLANTA GENERAL DEL PUENTE

El puente sobre el Rio Cauca de longitud =51.43 metros, está conformado por tres Vigas metálicas de alma llena armadas, cimentadas sobre sillas o estribos de apoyo tipo *Caisson* de 1.20m de diámetro y 8m de profundidad.

3.1 Características de los Materiales

- Concreto $f'c = 4.000$ psi, 280 kg/cm², 28 Mpa, para Viga de cimentación, Losa y Pilotes.
- Concreto $f'c = 3.000$ psi, 210 kg/cm², 21 Mpa, para anillos de caissons.
- Concreto $f'c = 2.000$ psi, 140 kg/cm², 14 Mpa, para concreto de solado.

El acero de refuerzo para concreto será Acero de Refuerzo Grado 60: $F_y = 60.000$ psi, 4.200 kg/cm², 420 Mpa, para varillas corrugadas de diámetro #3 ($\phi 3/8$ ") y superiores, que cumplan los requisitos de sismo-resistencia de las normas ASTM

A706 (NTC 2289). No se contempla el uso de acero de refuerzo liso en esta estructura.

La Losa del puente cuenta con espesor promedio en concreto de 29 cm y 5,5 cm en asfalto, tiene una pendiente longitudinal de 6% aproximadamente y de sección transversal variable, como se indica en las figuras 6,7 y 8.

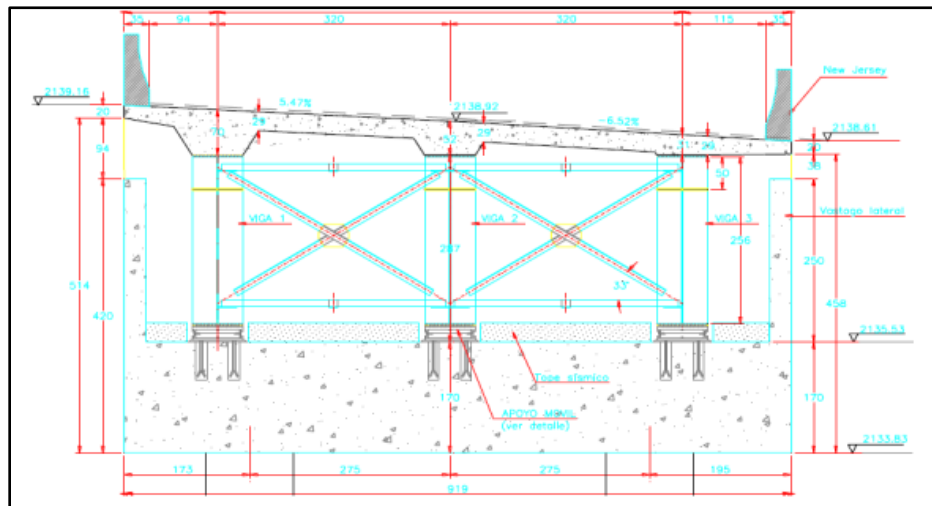


FIGURA 7: SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO 1

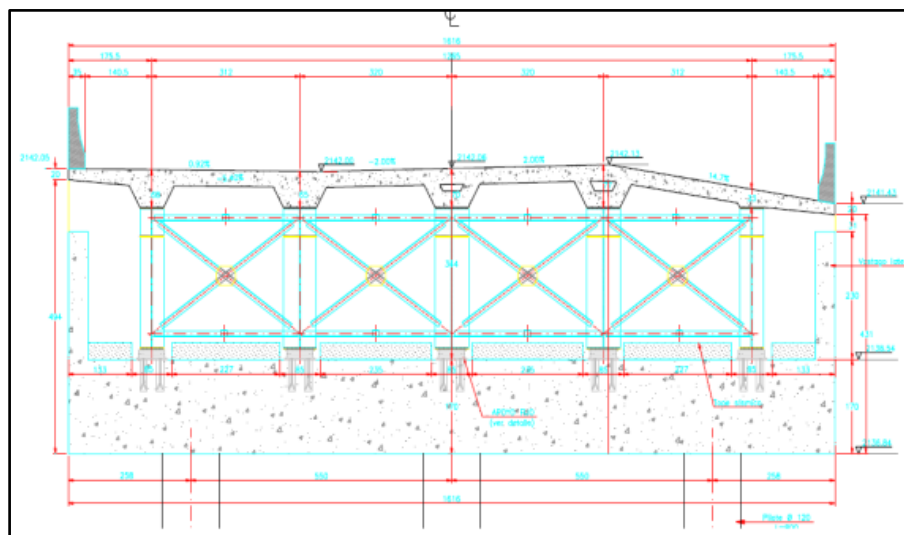


FIGURA 8: SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO 2

4. METODOLOGIA.

Esta pasantía se desarrolló en torno a la construcción de la infraestructura del puente sobre el Rio Cauca, y se conformará en cinco capítulos que abarcan lo desarrollado en la pasantía. Los capítulos son:

Manejo de personal, construcción de *Caisson*, construcción de Viga Cabezal estribo derecho, construcción de estribo izquierdo y montaje de vigas metálicas.

CAPÍTULO 1: MANEJO DE PERSONAL.

CAPÍTULO 2: CONSTRUCCIÓN DE CAISSON.

Etapas 1: Localización y replanteo.

Etapas 2: Armado de los anillos de concreto.

Etapas 3: Colocación del refuerzo principal.

Etapas 4: Fundida del fuste.

CAPÍTULO 3: CONSTRUCCIÓN DE VIGA CABEZAL ESTRIBO DERECHO.

Etapas 1: Adecuación del terreno y construcción de trincho.

Etapas 2: Localización y replanteo.

Etapas 3: Armado de aceros de refuerzo.

Etapas 4: Instalación de anclajes para apoyos y formaleta.

Etapas 5: Vaciado con concreto premezclado.

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE VIGA CABEZAL ESTRIBO IZQUIERDO.

Etapas 1: Construcción de muros de concreto.

Etapas 2: Adecuación del terreno.

Etapa 3: Localización y replanteo.

Etapa 4: Armado de aceros de refuerzo.

Etapa 5: Instalación de anclajes para apoyos y formaleta.

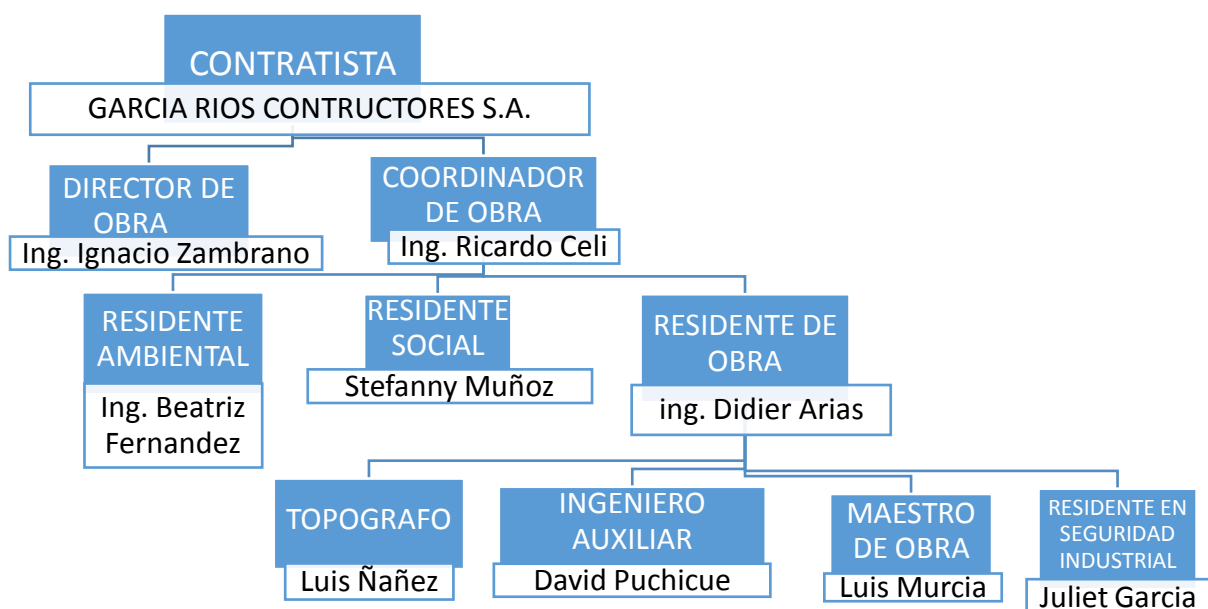
Etapa 6: Vaciado de concreto premezclado.

CAPÍTULO 5: *MONTAJE DE VIGAS METALICAS.*

4.1 CAPÍTULO 1: MANEJO DE PERSONAL.

Una vez aprobado el proyecto de pasantía se inició un acompañamiento por parte del ingeniero Didier Andrés Arias residente de obra, presentando el personal de trabajo y realizando diferentes visitas al frente de obra, donde se hizo el reconocimiento del sitio y se iniciaron las labores de seguimiento a las actividades que se iban a desempeñar.

ORGANIGRAMA DE TRABAJO.



Durante las visitas, fueron suministrados a través de medio magnético todos los documentos pertenecientes al contrato de la obra; en él se encontraban presupuestos y planos que fueron estudiados durante el inicio para tener un mayor conocimiento de lo que se iba a realizar.

Durante el estudio de planos, se pudieron detectar inconsistencias para las cuales fue necesario solicitar asesorías al ingeniero Carlos Ariel Hurtado para precisar cada inconsistencia y encontrar las soluciones adecuadas, algunas de las aclaraciones dadas por parte del asesor estructural fueron:

1. No se tiene claridad de los detalles de los apoyos. La longitud de los anclajes de los apoyos establecida es de 56 cm para barras de 1 ½" y no se encuentra detalles de los topes sísmicos.
2. Junta F270. La junta referenciada no tiene espacio para ser colocada entre la losa y el vástago de la viga cabezal, puesto que la losa la apoyan sobre el vástago mencionado.
3. Los accesos al puente tienen roca como condición de suelo, por lo cual se sugiere cambiar la propuesta de muros de tierra armada por otro sistema más elemental y apropiado para las condiciones del terreno, tal como es un muro en voladizo de concreto reforzado de ser necesario.
4. La losa superior de concreto reforzado de espesor 29 cm, se sugiere sea reevaluada, ya que para una luz libre de 2.4 m se espera un espesor menor, lo cual alivia cargas sobre las vigas y los costos podrían reducirse.
5. Las barandas tipo New Jersey de concreto reforzado se sugiere sean reemplazadas por barandas metálicas si se tiene en cuenta el peso de las mismas y la relación directa que existe entre el puente de vigas metálicas con barandas del mismo material.
6. No se encuentra definida el valor de la contra flecha, la cual tiene un valor representativo por la carga muerta.
7. Existen observaciones de presentación y de información de menor relevancia en los planos estructurales, tales como manejo de unidades, referencia de longitud y diámetro de pilas, detalles y grado del acero de los apoyos fijo y móvil, medidas en planta de la losa en los accesos y especificaciones de neopreno.

Debido a estas aclaraciones se tuvo que hacer modificaciones en diferentes procesos constructivos lo cual hizo que se tomaran nuevas decisiones y

modificaciones al proyecto inicial; todo esto hizo que aparecieran retrasos en las actividades programadas pues cada modificación necesitaba una aprobación por parte de la interventoría.

Durante la construcción del puente fue necesario realizar un manejo al tránsito vehicular de la zona, debido a que en la entrada y salida donde iba a ser construido el puente era necesario realizar un cerramiento para tener una zona de trabajo y un sitio de acopio de materiales (ver figura 9). Por lo tanto, el ancho de vía se redujo, lo que hizo necesario colocar dos auxiliares de vías (paleteras) al inicio y final de la obra para evitar accidentes o congestión vehicular (ver figura 10).



FIGURA 9: CERRAMIENTO FRENTE DE OBRA.FIGURA 10: CONTROL DE TRÁNSITO VEHICULAR.

4.2CAPÍTULO 2: CONSTRUCCIÓN DE CAISSON

4.2.1 Localización y replanteo.

Para la localización de los *Caisson* fueron usados los mojones colocados en los estudios previos por parte de la empresa española TYP SA que fue la encargada de los diseños. Los mojones fueron utilizados para realizar el replanteo de cada uno de los ejes definidos en los planos estructurales; se usó como equipo de precisión una estación total que fue ubicada en uno de los mojones y con los datos

de cada uno de ellos, se precisó las coordenadas de cada eje de *Caisson* en el sitio y con ayuda de estacas de madera y pintura se referencio el eje, ubicando el sitio exacto donde se construirá cada *Caisson* (ver figura 11).



FIGURA 11: MOJON COLOCADO POR TYP SA.

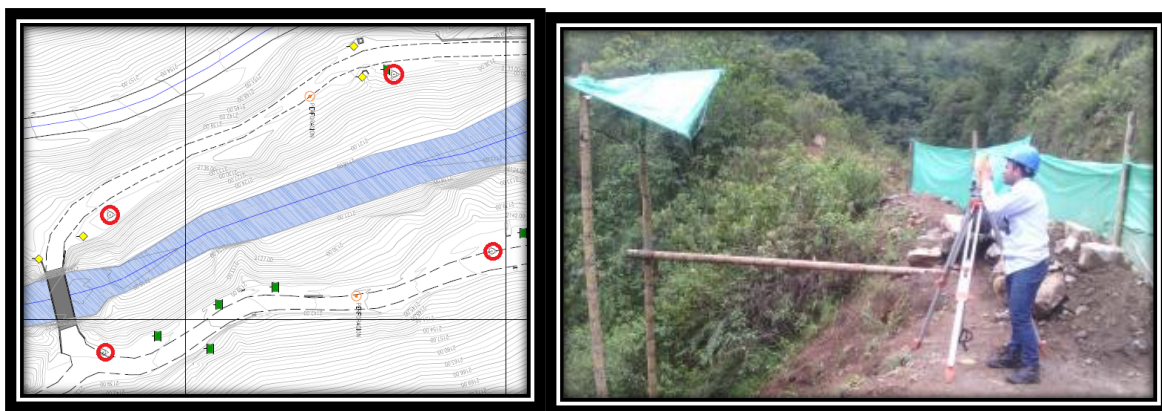


FIGURA 12: UBICACIÓN DE MOJONES FIGURA 13: REPLANTEO CON ESTACION TOTAL

4.2.2 Armado de los anillos de concreto.

Una vez fueron localizados los *Caisson* se inició el proceso de excavación y armado de los anillos de concreto reforzado, esto se realizó de manera progresiva ya que a medida que se van excavando se va haciendo cada anillo hasta encontrar suelo resistente.

Para este proyecto la altura de cada anillo fue de un metro de profundidad (1m), ésta medida está dada por las dimensiones de la formaleta, que a su vez garantiza

que, durante el vaciado de concreto, éste pueda ser vibrado en su totalidad. Para cada anillo se realizaron las siguientes actividades:

4.2.2.1 Excavación.

La excavación se inicia con el retiro de la capa vegetal o descapote, durante esta actividad fue necesario realizar plataformas e instalar molinetes manuales para poder realizar el retiro del material de excavación (ver figura 14 Y 15).



FIGURA 14: RETIRO DE MATERIAL COMUN USANDO MOLINETE



FIGURA 15: EXCAVACION EN MATERIAL COMÚN.

En este punto suelen suceder imprevistos como encontrar rocas en el terreno que hay que demoler con ayuda de un compresor y martillo mecánico. El material que

resultó de la Excavación fue colocado en un sitio de acopio para después ser reutilizado en rellenos para muros y trinchos; durante el proceso de descapote fue necesario talar algunos árboles (ver figura 16) que fueron debidamente marcados y clasificados para después realizar el proceso de compensación forestal establecido en el Programa de Adaptación de la Guía Ambiental (PAGA) que estuvo a cargo de la Residente ambiental en colaboración con la Corporación Regional del Cauca (CRC).



FIGURA 16: RETIRO DE CAPA VEGETAL

4.2.2.2 Armado de refuerzo del anillo

Una vez terminada la excavación se pasó a verificar los niveles y plomos para poder armar el primer anillo del *Caisson*; estos anillos fueron armados por fuera de la excavación con ayuda de la formaleta para dar la forma adecuada del refuerzo tal como lo indica la figura 17.

Se usaron 28 varillas verticales y 5 estribos número #4 separado cada 20 cm para cada anillo.



FIGURA 17: ARMADO DE ACERO PARA ANILLOS DE CAISOON.

4.2.2.3 Ubicación de Formaleta.

El tipo de formaleta usada fue de tipo metálica a la cual se le tuvo que aplicar un antiadherente antes de ser armada en la excavación para facilitar el retiro de las mismas, una vez instalada la formaleta en la excavación (ver figura 18) se procedió a colocar paraleles para darle una mayor rigidez y se finalizó verificando las medidas de acuerdo a los planos (ver figura 19).



FIGURA 18: INSTALACIÓN DE FORMALETAS.FIGURA 19: UBICACIÓN FINAL DE FORMALETA.

4.2.2.4 vaciado de concreto y retiro de formaleta.

EL concreto para la construcción de los anillos fue preparado en obra y transportado hasta la ubicación de los *Caisson*, para esta actividad se empleó una mezcladora.

Durante el vaciado de concreto (ver figura 20) en cada anillo se usó un vibrador mecánico para eliminar vacíos de aire y garantizar la resistencia necesaria al concreto. Una vez fraguado el concreto se procedió a retirar la formaleta de este primer anillo. Este procedimiento se repitió para el armado de los anillos siguientes.



FIGURA 20: PROCESO DE VACIADO DE CONCRETO.



FIGURA 21: ANILLOS DE CAISSON FINALIZADO.

4.2.3 Colocación del refuerzo principal.

Una vez terminado el proceso de construcción de los anillos de los *Caisson* se pasó a armar una parte de la canasta de refuerzo cilíndrica por fuera del sitio de trabajo (ver figura 22) para después ubicarla en el interior del *Caisson* y allí poder finalizar el armado (ver figura 23), colocando las últimas varillas con mayor precisión. Esta estructura constituye el refuerzo principal del fuste del *Caisson* el cual es su elemento central.



FIGURA 22: PROCESO DE ARMADO DE REFUERZO PRINCIPAL.



FIGURA 23: UBICACION DE REFUERZO PRINCIPAL DEL CAISSON

Para el refuerzo de los *Caisson* se utilizaron 30 varillas #7 distribuidas uniformemente y unidas por aros o estribos #5 separados cada 80 cm como se observa en la figura 24).

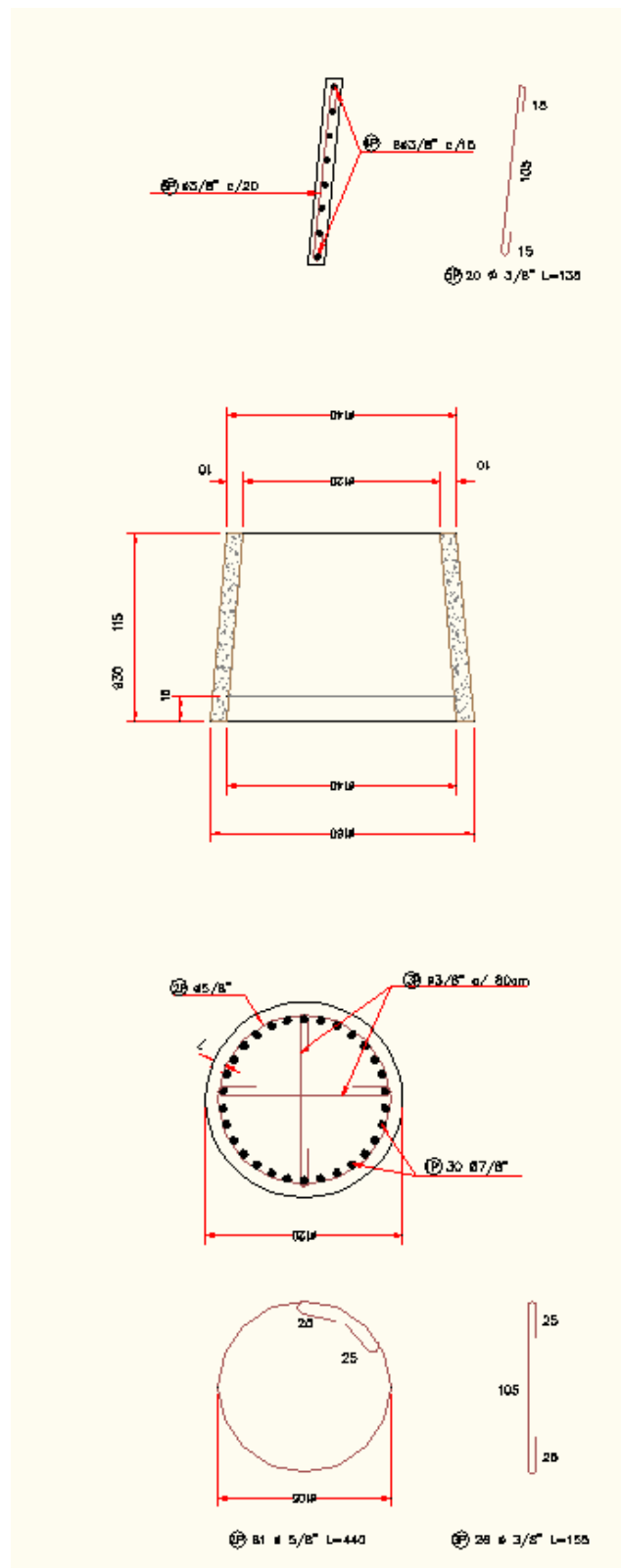
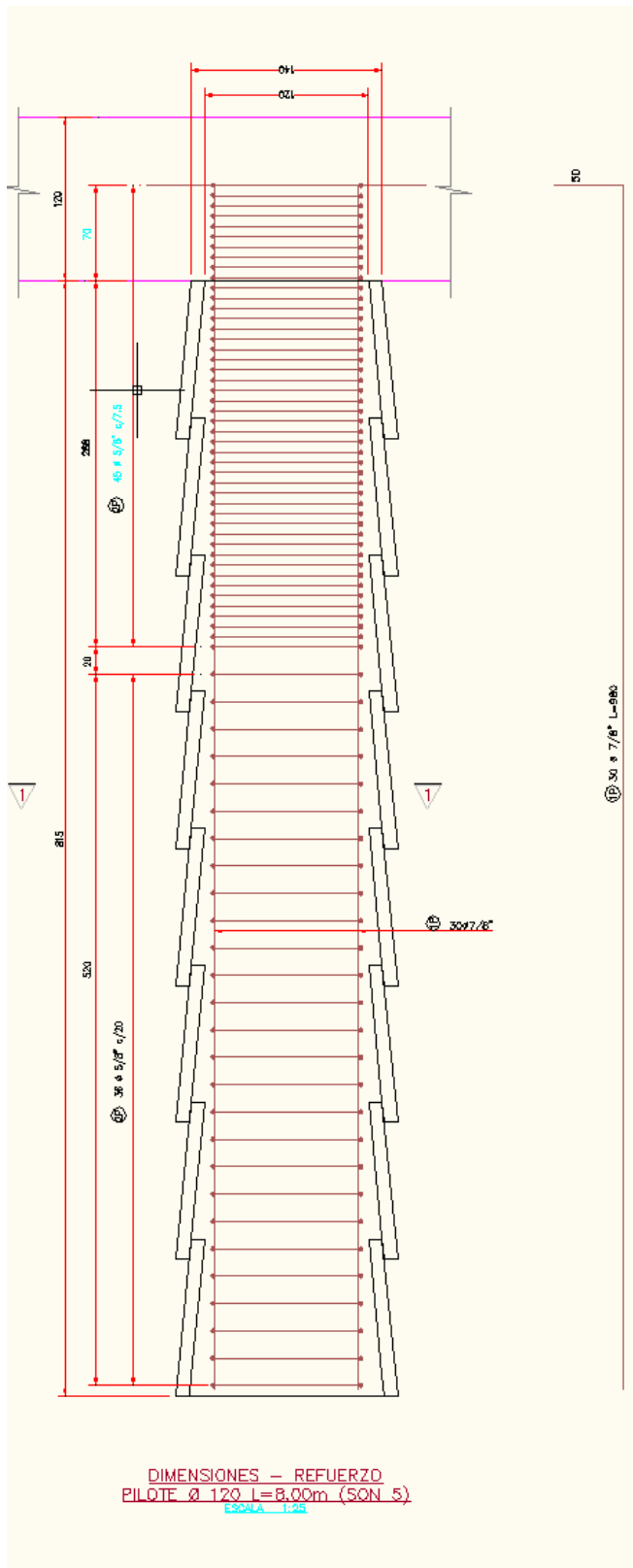


FIGURA 24: DETALLE DE REFUERZO PRINCIPAL.

4.2.4 Fundida del fuste del Caisson.

Para este proceso se usó concreto premezclado de 4000 psi o 28 Mpa. Durante el proceso de vaciado se utilizó un embudo provisional y un tubo que debió llegar hasta el fondo de la excavación para garantizar la altura de vaciado adecuada y evitar la segregación (ver figura 25), del mismo modo se llevó un control al concreto que llega en los mixer, esto se hizo tomando muestras para realizar el ensayo de asentamiento, también para crearlos cilindros que fueron llevados y ensayados en el laboratorio de la empresa Citec Ltda. Con los resultados entregados por Citec se pudo verificar que se cumplía con la resistencia requerida exigida en el diseño (ver figura 26 y 27).



FIGURA 25: PROCESO DE VACIADO DE CONCRETO FIGURA 26: TOMA DE MUESTRAS DE CONCRETO.

REGISTRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
NORMAS REFERENCIA: INV. E-401, E-402, E-403, E-404, E-410, E-412										Código: CT-RCC-CE01 Versión: 1 Páginas: 1 de 1 Fecha Formato: 12-ene-2010
FECHA INFORME: 09-abr-16 O B R A : CONSTRUCCIÓN PUENTE SOBRE EL RÍO CAUCA EN EL PR 0-260 DE LA VÍA POPAYÁN- PATICO-PURACÉ- SANTA LETICIA SECTOR: MUNICIPIO DE PURACÉ, DEPARTAMENTO DEL CAUCA INTERVENITOR: DICONSULTORIA CONSTRUCTOR: GARCIA RIOS CONSTRUCTORES S.A S O L I C I T O : GARCIA RIOS CONSTRUCTORES S.A FECHA ENTRADA: 12-feb-16										
RESISTENCIA DE DISEÑO: 4000 psi										
ESTRUCTURA: PILOTES 3, 4 y 6										
Ref. N°	fecha toma	fecha rotura	Edad días	Perímetro cm	Carga Resistencia					DETALLE OBRA
					Lb	KN	kg/cm ²	MPa	PSI	
1	09-feb	08-mar	28	48.0	140406	551.7	307	30.1	4357	PILOTE 3
2	09-feb	08-mar	28	48.2	141018	554.1	306	29.9	4340	
3	09-feb	08-mar	28	48.0	120608	473.9	264	25.8	3743	
4	09-feb	05-abr	56	48.4	153973	605.0	331	32.4	4699	
5	09-feb	08-mar	28	48.1	122033	479.5	266	26.0	3771	PILOTE 4
6	09-feb	08-mar	28	48.1	140126	550.6	305	29.9	4330	
7	09-feb	08-mar	28	48.2	140840	553.4	305	29.9	4334	
8	09-feb	05-abr	56	48.2	140840	553.4	305	29.9	4334	
9	09-feb	23-feb	14	48.0	113838	447.3	249	24.4	3533	PILOTE 5
10	09-feb	08-mar	28	48.2	130253	511.8	282	27.6	4008	
11	09-feb	08-mar	28	48.1	129871	510.3	283	27.7	4013	
12	09-feb	05-abr	56	48.2	140942	553.8	305	29.9	4337	
OBSERVACIONES: MUESTRAS TRAJAS AL LABORATORIO POR EL INTERESADO.										

FIGURA 27: REGISTRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO.

Es de resaltar que el nivel del fuste o elemento central del *Caisson* sobresale de la excavación, lo que hizo necesario, usar en esta última parte una formaleta en madera para poder llegar al nivel de concreto que se requería (ver figura 28). También fue necesario colocar anillos de acero alrededor de la formaleta para evitar que durante el vaciado ésta se abriera (ver figura 29).



FIGURA 28: INSTALACION DE FORMALETA FIGURA 29: ANILLO DE ACERO PARA FORMALETA

Una vez fraguado el concreto se procedió a retirar la formaleta tal como se indica en la figura 30y se humedeció el concreto para que lograra la resistencia requerida.



FIGURA 30: RETIRO DE FORMALETA

RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS CAISSON RIO CAUCA.

para la fundida de *Caisson* del frente rio cauca se tuvieron los siguientes resultados:

# CAISSON	ALTURA TOTAL EXCAVADA	ALTURA FUNDIDA PARA CAISSON	LONG ANILLOS FUNDIDOS DENTRO DE CAISSON	LONG DE CAISSON SIN ANILLO	LONG DE CAISSON CON FORMALETA
c1	9,5	8,15	6,15	2	0
c2	9,5	8,15	6,15	2	0
c3	10,1	8,15	5,1	3,05	0
c4	6,1	8,15	3	3,1	2,05
c5	6,8	8,15	3	3,8	1,35
totales	42	40,75	23,4	13,95	3,4

4.3CAPÍTULO 3: CONSTRUCCIÓN DE VIGA CABEZAL ESTRIBO DERECHO.

Una vez finalizada la construcción de los *Caisson* se continúa con la construcción de los estribos que serán los encargados de transmitir el peso de la súper estructura a los *Caisson*. Se denominará estribo derecho y estribo izquierdo acorde como se muestra en la figura 31.

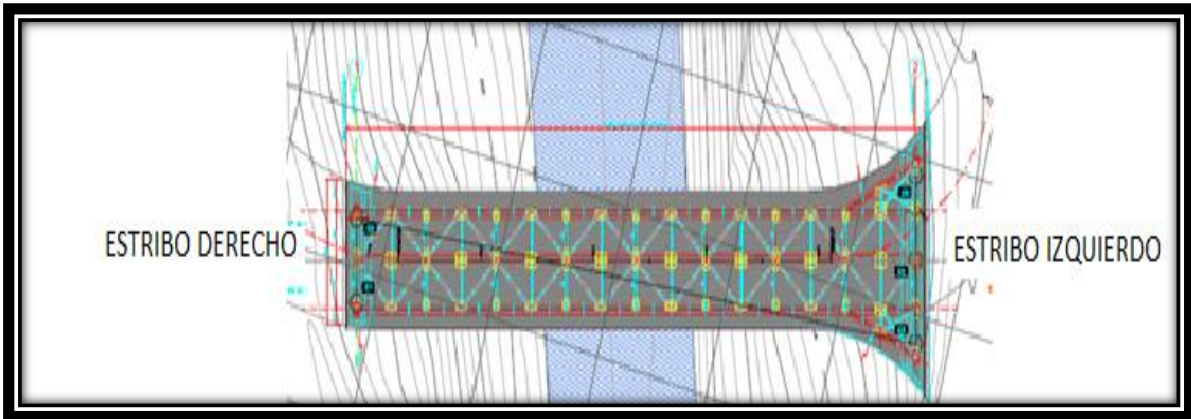


FIGURA 31: CONVERSION DEL ESTRIBO DERECHO E IZQUIERDO

El método constructivo fue el siguiente:

4.3.1 Adecuación del terreno y construcción de trincho

Para la construcción del estribo fue necesario crear un trincho para nivelar el terreno y facilitar el armado del acero (ver figura 32), teniendo en cuenta las cargas que provienen de la construcción del estribo, Se decide poner unos anclajes sobre la parte superior del terreno para que por medio de alambre entorchado en varias fibras ayudara a sostener esta carga. Después de anclar y tensionar los cables de alambre se realiza el relleno con material seleccionado compactándolo hasta llegar al nivel requerido (ver figura 33).



FIGURA 32: TRINCHO CONSTRUIDO EN GUADUA



FIGURA 33: TERRENO NIVELADO CON MATERIAL SELECCIONADO.

4.3.1.1 Colocación de solado de limpieza.

Una vez nivelado el relleno del trincho se procede a colocar un solado de limpieza con espesor de 5 cm, el cual cuenta con un bajo contenido de cemento mezclado en obra; se aplica con el fin de proteger, emparejar y mantener limpias las superficies del piso de cimentación de cualquier tipo de contaminación o la alteración de las condiciones del terreno (ver figura 34,35 y 36).



FIGURA34: ELABORACION DE SOLADO DE LIMPIEZA CON MEZCLADORA.



FIGURA35: COLOCACION DE SOLADO DE LIMPIEZA.FIGURA 36: SOLADO DE LIMPIEZA TERMINADO.

4.3.2 Localización y replanteo.

Después de haber fraguado y adquirido la resistencia del concreto, se niveló el terreno con ayuda de una estación total y el personal calificado (ver figura 37); esto se realizó del tal forma que se pudiera ubicar el sitio exacto donde debía ser construido el estribo, para mayor facilidad se demarcó con pintura la ubicación de éste y en las estacas se colocaron los niveles indicados en los planos estructurales (ver figura 38).



FIGURA 37: LOCALIZACION Y REPLANTEO CON ESTACION TOTAL.



FIGURA 38: DEMARCAACION DE ESTRIBO CON PINTURA AMARILLA.

4.3.3 Armado de aceros de refuerzo.

Para el refuerzo del estribo derecho fue necesario estudiar los planos para así poder realizar el despiece del acero que iba a ser usado. En esta actividad se usaron los diseños de los planos estructurales, teniendo en cuenta las recomendaciones de traslapos y recubrimientos a usar, el despiece del acero se realizó de tal forma que se lograra el menor desperdicio posible y con ayuda de éste se facilitara sacar el costo total del acero de refuerzo para el estribo derecho, llevando así un control del acero colocado he instalado en obra.

Dentro del acero usado para la construcción del estribo derecho se encontraron gran variedad de diámetros de varillas (#4, #5 y #8) a las cuales se le verificaron sus traslapos mínimos, debido a algunas inconsistencias en las medidas que aparecían en los planos se toma la decisión de doblar el acero en la obra para así evitar errores que generaran un mayor desperdicio.

Al finalizar el armado del refuerzo se verifica nuevamente las cotas del estribo y se verifica que se cumpla con el requerimiento mínimo exigido. Es de notar que durante la armada se ubican y amarran los aceros que van a hacer parte del

refuerzo para los vástagos central y laterales que se encuentran ubicados sobre la viga cabezal de éste estribo.



FIGURA 39: AMARRE DEL ACERO CON ALAMBRE CALIBRE 16.



FIGURA40: REFUERZO DE ESTRIBO FINALIZADO.

4.3.4 Instalación de anclajes para apoyos y formaleta.

Antes de iniciar el vaciado del estribo fueron instaladas con ayuda de soldadura platinas de posicionamiento para sobre ellas colocar los anclajes de los apoyos tal como lo muestra la figura 41. Estas platinas fueron colocadas con equipo de

precisión ya que de su buena ubicación dependería que los apoyos fijo y móvil quedaran centrados, nivelados y trabajando de forma correcta una vez se coloquen las vigas metálicas.



FIGURA 41: PLATINAS DE POSICIONAMIENTO PARA ANCLAJES DE APOYOS FIJOS.

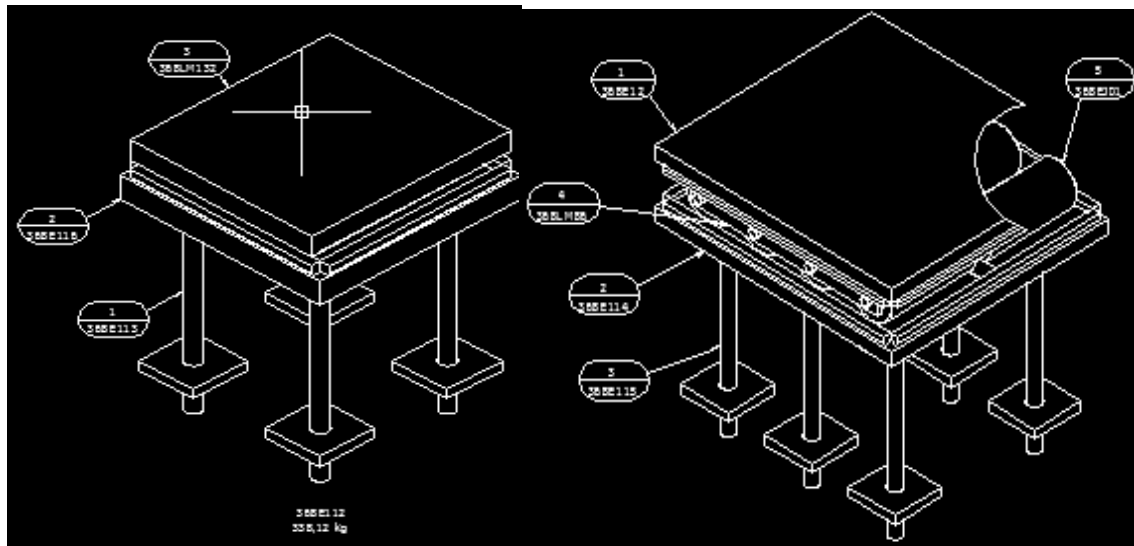


FIGURA 42: PLANO DE MONTAJE APOYO FIJO MÓVIL, SUMINISTRADO POR LA EMPRESA SERVIMECOL.

4.3.5 Vaciado de concreto premezclado.

El concreto usado en los estribos, es un concreto premezclado de 4000 psi tal como lo exigen los diseños estructurales, el vaciado se realizó con ayuda de los mixer de capacidad igual a siete metros cúbicos (7m³).

Al igual que en el vaciado de los *Caisson* es importante que se utilice el vibrador mecánico para eliminar vacíos de aire y garantizar la resistencia necesaria al concreto. También se llevó un control al concreto que llega de los mixer tomando muestras para realizar ensayos de asentamiento y hacer los cilindros que fueron llevados al laboratorio para ser ensayados y verificar que se cumpliera con la resistencia requerida exigida en el diseño.

Durante el vaciado del concreto en el estribo, fue necesario cerrar la vía por tiempos intermitentes debido a que el ancho de la vía solo era suficiente para ubicar los carros que suministraban el concreto; debido a esto fueron programados cierres de máximo 40 minutos mientras se agotaba el concreto del mixer para después habilitar de nuevo la vía y descongestionar el tráfico detenido, el proceso se repitió hasta finalizar la fundición.

DATOS GENERALES DEL ESTRIBO DERECHO			
DIMENSIONES			Volumen de concreto (m3)
Longitud promedio	Altura	Ancho	
9,39	1,7	2,5	39,91



FIGURA 43: VACIADO DE CONCRETO CON MIXER.FIGURA 44: ESTRIBO DERECHO FINALIZADO

4.4CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE VIGA CABEZAL ESTRIBO IZQUIERDO.

El proceso constructivo en el estribo izquierdo varía un poco del derecho, debido a que el terreno tiene mayor inclinación y en cierta zona se presenta suelo rocoso que permite variar algunas etapas en el proceso constructivo; en este capítulo solo se definirán las etapas distintas a la construcción de la viga cabezal estribo derecho debido a que el procedimiento para la construcción del estribo izquierdo, es similar.

4.4.1 Construcción de muro de concreto.

Debido a que la inclinación del terreno es mayor del lado izquierdo y los fustes de los *Caisson* sobresalen más de este lado, se dificulta armar un trincho tan alto para retener el relleno y sobre éste poder armar el refuerzo del estribo, por este motivo se construyeron unos muros anclados entre los *Caisson* que pudieran soportar el empuje del relleno que iba a ser colocado y así, poder armar adecuadamente el refuerzo del estribo, el diseño de estos muros de concretos no estaba indicado en los diseños entregados por TYPESA por lo que fue necesario solicitar los diseños al ingeniero Carlos Ariel, asesor estructural.

4.4.1.1 Armado de aceros de refuerzo del muro.

Para la construcción de los muros se usó una doble parrilla con varillas #4 y #5, estas deben fueron ancladas en los fustes del *Caisson* y entre roca sana que se encontraba en el terreno, para anclar estos aceros se usó “Sikadur-31 adhesivo” que es un adhesivo epóxico de dos componentes, con consistencia pastosa, para la pega de todo tipo de elementos de construcción (ver figura 45 y 46).



FIGURA 45: REFUERZO DE MURO EN CONCRETO.FIGURA 46: ANCLAJE DE HIERROS EN CAISSON.

4.4.1.2 Instalación de formaleta y vaciado del concreto del muro.

Una vez terminado el armado del hierro se instalaron las formaletas de tipo madera y se colocaron tensores para evitar algún incidente en el momento del vaciado del concreto (ver figura 47).

Durante la instalación de la formaleta se colocaron tubos de PVC de diámetro 2”, que sirvieron como lagrimales para controlar el agua que puede filtrarse en el relleno (ver figura 48).



FIGURA 47: INSTALACION DE FORMALETA.FIGURA 48: LAGRIMALES DEL MURO.

Una vez verificado el armado de la formaleta y la colocación de los tensores se procedió a vaciar el muro con concreto premezclado de 28 Mpa, teniendo en cuenta que se debía cumplir con los requerimientos para el uso de este tipo de concreto.

Después de haber fraguado el concreto, se retira la formaleta y se humedecen los muros para controlar su proceso de fraguado (ver figura 49 y 50).



FIGURA 49: RETIRO DE FORMALETAFIGURA 50: MURO EN CONCRETO REFORZADO.

4.4.2 Adecuación del terreno.

Para la adecuación del terreno se realizan cortes a la roca con ayuda de explosivos y se procede a hacer el relleno con material seleccionado, compactándolo por capas con el saltarín hasta llegar a la cota requerida (ver figura 51 y 52)

Al finalizar este proceso se colocó un solado de limpieza con espesor de 5 cm, para nivelar y poder iniciar con el armado del acero tal como se muestra en la figura 53.



FIGURA 51: COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO CON SALTARIN.



FIGURA 52: RELLENO FINALIZADO A NIVEL REQUERIDO FIGURA 53: COLOCACION DE SOLADO DE LIMPIEZA.

4.4.2.1 Construcción de plataforma en madera.

Ya que la diferencia en las dimensiones del estribo izquierdo es mayor que las del estribo derecho, fue necesario colocar tableros para completar el ancho del estribo

tal como se observa en la figura 54. Estos tableros son en madera y se colocan sobre tacos que vienen separados (cada 25 cm) que soportaran parte del peso del hierro y el concreto del estribo hasta que éste adquiera la resistencia requerida (ver figura 55).



FIGURA 54: PLATAFORMA DE MADERA.



FIGURA 55: TACOS PARA SOPORTE DE PLATAFORMA DE MADERA.

4.4.4 Armado de aceros de refuerzo.



FIGURA 56: PROCESO DE ARMADO DE ACEROS DE REFUERZO.



FIGURA 57: AMARRE DE ACERO CON ALAMBRE CALIBRE 16.

4.4.5 Instalación de anclajes para apoyos y formaleta.



FIGURA 58: INSTALACION DE FORMALETA



FIGURA 59: ANCLAJES PARA APOYO MÓVIL

4.4.6 Vaciado de concreto premezclado.

Una vez ha fraguado el concreto se retiraron los tableros y tacos colocados anteriormente, fueron fundidos los vástagos centrales de ambos estribos con

concreto premezclado de 28 Mpa o 4000 psital como lo indica la figura 60y así se dio paso al montaje de vigas metálicas principales del puente.



FIGURA 60: PROCESO DE VACIADO DEL CONCRETO PREMEZCLADO.

DATOS GENERALES DEL ESTRIBO IZQUIERDO			
DIMENCIONES			Volumen de concreto (m3)
Longitud promedio	Altura	Ancho	
16.89	1,7	2,5	71.78



FIGURA 61: ESTRIBO IZQUIERDO FINALIZADO.



FIGURA 62: VASTAGO CENTRAL FUNDIDO ESTRIBO IZQUIERDO

4.5 CAPITULO 5: MOTAJE DE VIGAS METALICAS.

Para el montaje de las vigas metálicas el contratista subcontrató a la empresa SERVIMECOL para que fuera la encargada de realizar esta actividad, que fue desarrollada de la siguiente manera:

Mientras se llevó a cabo la construcción de la infra estructura del puente, la empresa SERVIMECOL inicio con el proceso de construcción de las secciones de

vigas metálicas en un taller de fabricación ubicado en la ciudad de Bogotá tal como lo indica la figura 63.



FIGURA 63: SECCIONES DE VIGAS METÁLICAS.

Cada sección tiene una longitud de 5,7 metros y un peso aproximado de 1 tonelada por metro, su sección principal es un perfil tipo I cuya alma tiene un espesor de 1/2" y una altura igual a 2,55 m. Su patín inferior está formado por dos platinas de 1" con anchos de 70 cm y 60 cm respectivamente; el patín superior tiene espesor igual a 1" y un ancho de 70 cm; además de esto cuenta con dos rigidizadores longitudinales de 1" de espesor y rigidizadores transversales de 3/8" de espesor.

Al finalizar la construcción de los estribos SERVIMECOL envía al Ingeniero Fernando Torres a y a un grupo de montaje para coordinar el sistema de montaje que se iba a llevar a cabo para la instalación de las vigas metálicas. Al llegar al sitio, por las condiciones del terreno se decide instalar un teleférico que permite cargar, transportar, movilizar e instalar las secciones de vigas que fueron armadas previamente en el taller de fabricación.

El sistema de montaje consta de dos anclajes instalados a cada lado del puente (ver figura 64), un cable principal que guía el desplazamiento lateral y un

secundario que permitirá el movimiento vertical del teleférico, también cuenta con dos “winches” que serán los encargados de movilizar el teleférico con ayuda de un sistema de poleas (ver figura 65)



FIGURA 64: ANCLAJES USADOS EN EL SISTEMA DE MONTAJE



FIGURA 65: WINCHES

Después armadas todas las secciones y de instalar el teleférico, se procede a transportar un total de 29 secciones de vigas desde el taller de fabricación hasta el frente de obra en camiones de carga (ver figura 66).



FIGURA 66: DESCARGUE DE VIGAS METALICAS EN EL FRENTE DE OBRA.

Para la instalación de las vigas se decide colocar un total de 9 apoyos temporales ubicados estratégicamente y que permiten que las vigas descansen sobre estos para así poder soldar cada una de las secciones (ver figura tal 67).



FIGURA 67: APOYOS TEMPORALES

En el montaje de las vigas se decide iniciar en el estribo derecho con las tres primeras vigas y se va avanzando hasta llegar al estribo izquierdo, teniendo en cuenta que cada dos secciones se colocan riostras transversales que permiten rigidizar la estructura, al mismo tiempo que las vigas metálicas trabajen de manera conjunta (ver figura 68).



FIGURA 68: SECUENCIAS DEL PROCESO DE MONTAJE DE VIGAS METALICAS.

Una vez llego la instalación de las vigas al estribo izquierdo se procedió a colocar todo el arriostramiento que rigidizo las estructura en su totalidad; se terminó de soldar cada unión hasta que el conjunto de secciones quedo unificado (ver figura 69).



FIGURA 69: MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA FINALIZADO.

Para finalizar se retiraron los apoyos temporales y se realizaron ensayos de calidad a la soldadura, con el fin de verificar que el trabajo realizado fuera el adecuado (ver figura 70). Si los ensayos hubieran presentado alguna irregularidad se hubiera tenido que hacer las debidas correcciones para garantizar un buen funcionamiento de toda la estructura metálica.



FIGURA 70: ENSAYO DE TINTAS REALIZADO A LA SOLDADURA.

Adicional a esto se verifico que la estructura contara con todo los elementos, esto se realizó con ayuda de los planos de montaje suministrados por la empresa SERVIMECOL y así se verifico el peso total de la estructura metálica que fue de 176.021 kilogramos en estructura metálica más un 3% de soldadura y conexiones para un peso de 181.302 kilogramos (ver figura 71).

ITEM	CANT.	NOMBRE	DESCRIPCION	CALIBRE	MATERIAL	LARGO mm	ANCHO mm	PESO UNIT Kg.	PESO TOTAL kg.	PLANO
1	1	368E79	TRAMO 1					16.128,57	16.128,57	SPM-368-E79
2	1	368E83	TRAMO 2					17.127,46	17.127,46	SPM-368-E83
3	1	368E87	TRAMO 3					17.144,41	17.144,41	SPM-368-E87
4	1	368E91	TRAMO 4					15.187,85	15.187,85	SPM-368-E91
5	1	368E95	TRAMO 5					17.126,11	17.126,11	SPM-368-E95
6	1	368E99	TRAMO 6					17.126,11	17.126,11	SPM-368-E99
7	1	368E103	TRAMO 7					17.126,11	17.126,11	SPM-368-E103
8	1	368E107	TRAMO 8					16.579,70	16.579,70	SPM-368-E107
9	1	368E109	TRAMO 9					16.299,85	16.299,85	SPM-368-E108
10	1	368E55	TRANSICION DERECHA					5.915,69	5.915,69	SPM-368-E110 H2
11	1	368E54	TRANSICION IZQUIERDA					6.045,14	6.045,14	SPM-368-E110 H1
12	2	368E65	RIOSTRAS EN CRUZ TIPO 2					84,67	169,34	368E48-3 H3
13	2	368E64	RIOSTRAS EN CRUZ TIPO 2					68,81	137,62	368E48-3 H3
14	32	368E49	RIOSTRAS DIAGONALES					96,38	3.084,16	368E48-3 H1
15	2	368E123	RIOSTRA					103,95	207,90	368E48-3 H7
16	4	368E122	RIOSTRA					75,81	303,22	368E48-3 H6
17	4	368E63	RIOSTRA					37,09	148,35	368E48-3 H5
18	4	368PER06	ANGULO 4" X 5/16"	12,2	A588	1594		19,45	77,79	SPM-368-PER H2
19	4	368PER07	ANGULO 4" X 5/16"	12,2	A588	1571		19,17	76,66	SPM-368-PER H1
20	2	368LM97	LAMINA HR 3/8"	9,52	A588	2499	344	64,24	128,49	SPM-368-LM-1 H7
21	2	368LM100	LAMINA HR 1" (25.4mm)	25,4	A588	1536	340	104,13	208,26	SPM-368-LM-1 H8
22	48	368LM42	LAMINA HR 1" (25.4mm)	25,4	A588	1541	340	104,47	5.014,48	SPM-368-LM-1 H2
23	14	TORNILLO 5/8" X 2" UNC	TORNILLO 5/8" X 2" UNC		A490			0,12	1,68	
24	14	TUERCA 5/8" GALV	TUERCA 5/8" GALV		A490			0,04	0,56	
25	14	ARANDELA 5/8" GALV	ARANDELA 5/8" GALV		A490			0,01	0,14	
26	14	ARANDELA DE PRESION 5/8" GALV	ARANDELA DE PRESION 5/8" GALV		A490			0,01	0,14	
27	3	368E61	APOYO MOVIL					660,25	1.980,76	SPM-368-E112 H3
28	5	368E112	APOYO FIJO					534,90	2.674,50	SPM-368-E112 H1
SUB-TOTAL									176.021,04	
SOLDADURA 3%									5.280,63	
PESO TOTAL PUENTE RIO CAUCA									181.301,67	



FIGURA 71: CUADRO CON RESULTADO DEL PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA METALICA

5. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES.

- El 5 % de desperdicio que se maneja para cálculos de presupuesto en los APU no es un valor óptimo, para el caso del puente en el acero y el concreto fue necesario estimar un porcentaje mayor debido al control que se da en obra; este valor esta alrededor del 7,5%.
- Se debe llevar un seguimiento diario de lo ejecutado en obra, para generar un mejor control de los materiales y procedimientos realizados.
- Debe prepararse y anticiparse previamente todos los detalles constructivos de la obra con el fin de realizar un buen proceso constructivo, de ellos depende el rendimiento y costo final de la obra.

6. CONCLUSIONES.

- Desarrollar la práctica profesional en modalidad de pasantía, me permitió reforzar los conocimientos aprendidos durante el tiempo de formación académica, propiciando un buen desarrollo en mi vida profesional y personal.
- Realizar reuniones de obra con el personal de trabajo de forma periódica, te ayudan a llevar un balance de lo ejecutado hasta el momento y te sirve para hacer proyecciones de procesos constructivos posteriores.
- Para garantizar que las especificaciones de los diseños se hagan de una manera adecuada se debe llevar un control a los procesos constructivos de los elementos estructurales.
- Es fundamental llevar un control a los materiales y herramientas en obra. El rendimiento de cada proceso constructivo se podrá ver afectado si no se hace adecuadamente.
- Realizar una práctica profesional en la modalidad de pasantía, me permitió adquirir experiencia para afrontar y resolver problemas de manera eficiente y responsable.

7. BIBLIOGRAFIA

- *Código colombiano de Diseño Sísmico de puente – 95.*
- www.invias.gov.co.
- Manual SIKA.
<https://col.sika.com/>
- Estudios, diseños, planos y documentos internos del proyecto *puente rio cauca*.

ANEXOS

ANEXO A: COPIA RESOLUCION No. 042 DE 2016.

*ANEXO B: COPIA CERTIFICADO PRÁCTICA PROFESIONAL –
PASANTIA.*