

PARTICIPACIÓN EN LA SUPERVISIÓN DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN
DEL PASO DEPRIMIDO POR POPAYÁN DE LA CARRERA 17 ENTRE LA
CALLE CUARTA-QUINTA DE LA SECCIÓN SUR-OESTE



KATERINE BRAVO SALAZAR

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN
2009

PARTICIPACIÓN EN LA SUPERVISIÓN DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN
DEL PASO DEPRIMIDO POR POPAYÁN DE LA CARRERA 17 ENTRE LA
CALLE CUARTA-QUINTA DE LA SECCIÓN SUR-OESTE



Presentado por:
KATERINE BRAVO SALAZAR

PRACTICA PROFESIONAL (PASANTÍA)
PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERA CIVIL

DIRECTOR:
Ing. HUGO EDUARDO MUÑOZ MUÑOZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN
2009

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
1 OBJETIVOS	9
1.1 Objetivo general.....	9
1.2 Objetivos específicos	9
2 EJECUCIÓN DE LA PASANTÍA.....	10
3 DOCUMENTACIÓN SOBRE EL PROYECTO	11
3.1 Localización del proyecto.....	12
3.2 Estado inicial de la intersección	13
3.2.1 Urbano.....	13
3.2.2 Paisajístico y ambiental	13
3.2.3 Infraestructura vial	13
3.3 Tránsito.....	14
3.4 Características técnicas del proyecto	15
4 SEGUIMIENTO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO	16
4.1 Fase de localización del proyecto en el ingreso como pasante	16
4.1.1 Aportes del pasante.....	18
4.2 Procesos constructivos de vigas.....	18
4.2.1 Adecuación del terreno.....	19
4.2.2 Colocación de madera para la formaleta del fondo de la viga.	20
4.2.3 Amarre de acero.....	20
4.2.4 Ubicación del neopreno.....	21
4.2.5 Colocación de ductos	22
4.2.6 Colocación de las formaletas.....	23
4.2.7 Fundición de las vigas	25
4.2.8 Tensionamiento de vigas pots-tensadas	32
4.3 Armado de la formaleta y ubicación de acero en la losa de la calle 5 .	34
4.4 Pavimentación del paso deprimido	36
4.4.1 Excavación del costado sur.....	37
4.4.2 Excavación del costado norte.....	39
4.4.3 Adecuación del terreno.....	43
4.4.4 Ubicación del Geotextil.....	44
4.4.5 Fundición del pavimento de la carrera 17.....	49
4.4.6 Condiciones para el recibo de los trabajos	58
4.4.7 Fundición del new jersey	59
4.4.8 Fundición de andenes	61
4.4.9 Instalación de barandas	62
5 SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA OBRA	64
5.1 Capacitaciones ambientales y siso, inducciones al personal.....	69

5.2	Manejo ambiental de obra:	70
6	DIFICULTADES Y AFECTACIONES AL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	72
6.1	Procedimiento para reparación de hormigueros en el concreto de las pantallas pre-excavadas	72
7	AVANCE DE OBRA RELACIONADA CON LA CONSTRUCCIÓN DEL DEPRIMIDO DEL MES DE JUNIO.....	73
8	AVANCE DE OBRA RELACIONADA CON LA CONSTRUCCIÓN DEL DEPRIMIDO DE EL MES DE JULIO.....	76
9	AVANCE DE OBRA RELACIONADA CON LA CONSTRUCCIÓN DEL DEPRIMIDO DESDE INICIO- AGOSTO 30.....	80
10	CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA	87
11	TABLA DESARROLLO DE OBJETIVOS	89
12	CONCLUSIONES.....	90
13	BIBLIOGRAFÍA.....	92
14	ANEXOS.....	93
14.1	Anexo 1. Carta de petición formal de pasantía por parte de universidad del cauca.	93
14.2	Anexo 2. Carta de aprobación por parte de INVÍAS	93
14.3	Anexo 3. Formato para control de horas.....	93
14.4	Anexo 4. Cuadro mostrando el clima en el que se ejecutó la obra	93
14.5	Anexo 5. Resumen de ensayos de laboratorio.	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano de localización del paso deprimido	12
Figura 2. Comportamiento del tránsito en la carrera 17 con calle 4 y calle 5....	14
Figura 3. Situación actual de la carrera 17 con calle 5.	15
Figura 4. Fase de localización actual.....	16
Figura 5. Calle 4 habilitada.	17
Figura 6. Distribución de las vigas	18
Figura 7. Adecuación del terreno para las vigas de la calle 5.....	19
Figura 8. Formaletas para solado de limpieza de vigas.....	19
Figura 9. Formaleta removible.	20
Figura 10. Campamento provisional para vigas.....	20
Figura 11. Ubicación del neopreno.	21
Figura 12. Ensamble de ductos.	22
Figura 13 Cabezal del ducto.	23
Figura 14. Formaletas de vigas.....	23
Figura 15. Armado de formaletas.....	24
Figura 16 Ubicación final varillas en la formaleta.....	24
Figura 17. Ensayo del SLUMP o cono de ABRAMS.	25
Figura 18. Ensayo de asentamiento.	27
Figura 19. Toma de cilindros para laboratorio de Interventoría.	27
Figura 20. Total de cilindros por parte de Interventoría y el consorcio.....	29
Figura 21. Vaciado de concreto en las vigas	30
Figura 22. Vigas armadas y fundidas de la calle 5.....	31
Figura 23. Instalación del post tensado.	33
Figura 24. Gato hidráulico y medidor de presión.	33
Figura 25. Contra flecha y medición del tensionado.	34
Figura 26. Tarima provisional.....	35
Figura 27. Armado de la formaleta para la losa.	35
Figura 28. Sección transversal del paso deprimido.	36
Figura 29. Excavación del costado sur paso deprimido.....	37
Figura 30. Bombeo de agua y sector de la calle 5.	38
Figura 31. Protección al patrimonio cultural y monumentos.	39
Figura 32. Excavación del costado norte de las vigas.	40
Figura 33. Adecuación de trabajo del costado norte.....	40
Figura 34. Excavación del retorno de la calle cuarta.	41
Figura 35. Excavación con primera vista hacia el costado sur.....	41
Figura 36. Vista final de la excavación.....	42
Figura 37. Proceso de hincado de pilotes.	43
Figura 38. Geotextil extendido en el costado sur.	44
Figura 39. Ubicación de los tubos.....	45
Figura 40. Geotextil extendido.	45
Figura 41. Extensión de filtro para grava.	46
Figura 42. Sub-rasante de material mejorado.....	46
Figura 43. Preparación de Superficie a pavimentar.	49
Figura 44. Transporte de concreto a la obra.....	50

Figura 45. Replanteo y ubicación de las formaletas.	51
Figura 46. Ubicación de aceros para los pozos tipo 1.	52
Figura 47. Ubicación de acero pozo tipo2.....	53
Figura 48. Ubicación de aceros para los sumideros.	53
Figura 49. Vaciado del concreto.	54
Figura 50. Distribución del vaciado del concreto.....	55
Figura 51. Realización de estriado.....	56
Figura 52. Formación de formaletas para new jersey.	59
Figura 53. Formación de juntas y terminado del new jersey.	60
Figura 54. Reparación de new jersey.	61
Figura 55. Fundición de formaletas.....	61
Figura 56. Soldadura de barandas.....	62
Figura 57. Prueba de soldadura.....	63
Figura 58. Señalización, delimitación y demarcación de obra	67
Figura 59. Capacitaciones ambientales y siso, inducciones al personal.....	69
Figura 60. Manejo ambiental de obra.	70
Figura 61. Otros manejos ambientales de obra	71
Figura 62. Avance de actividades por semana del mes de junio.	73
Figura 63 Avance de actividades por semana del mes de julio.	76
Figura 64 Avance de actividades por semana del mes de agosto.	80
Figura 65 Contratación de mano de obra.	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Chequeos de verticalidad.....	42
Tabla 2. Traslapos requeridos en el uso de geotextiles como separadores	48
Tabla 3. Estadísticas de accidentalidad en Colombia según el ISS.....	64
Tabla 4. Los riesgos de mayor relevancia en Colombia según el ISS.	64
Tabla 5. Capacitaciones ambientales, seguridad industrial y salud ocupacional mes de junio.....	65
Tabla 6. Estado de permisos y licencias de proveedores.	67
Tabla 7. Estado de permisos y licencias ambientales y municipales requeridas Por el Contratista	68
Tabla 8. Avance de obra del mes de junio.....	73
Tabla 9 Avance de obra del mes de julio.	76
Tabla 10. Avance de obra del mes de agosto.....	80
Tabla 11. Contratación de mano de obra.....	87
Tabla 12. Desarrollo de objetivos propuestos.	89

INTRODUCCIÓN

Popayán capital del Departamento del Cauca, se ha caracterizado por ser una ciudad con una gran riqueza arquitectónica colonial, tranquila, conocida como la Ciudad Blanca, lo que la hace un atractivo turístico por sus expresiones culturales como las procesiones de Semana Santa.

Debido a los amplios avances de la ciudad, ha venido sufriendo grandes cambios como el aumento progresivo del número de habitantes generando inconvenientes como el expresado por los analistas de urbanismo donde coinciden en afirmar sobre los trastornos a nivel vehicular para ciertos sectores de la ciudad, especialmente en la intersección de la carrera 17 entre las calles 4ª y 5ª, donde además del trastorno vehicular, también la zona se presentaba como un sector importante de distribución comercial para la ciudad, al ser un sector próximo al centro y tener una galería que en la mayoría de los casos se hace uso del espacio público. Por las razones anteriormente mencionadas la ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL junto con el INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS (INVIAS), demostraron la necesidad de hacer un paso deprimido con el fin de descongestionar y organizar este sector.

Para garantizar el éxito en la realización del proyecto “PASO DEPRIMIDO DE LA INTERSECCIÓN DE LA CARRERA 17 ENTRE LAS CALLES 4ª Y 5ª ” fue necesario conformar equipos de trabajo, como el de supervisión de obra, el cual se encontró a cargo de INVIAS, encabezado por el Ing. Blas Uriel Páez; siendo asignada para Participar en calidad de pasante a conformar este equipo Katerine Bravo Salazar, donde se buscó afianzar los conocimientos adquiridos en los estudios de pregrado en INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD DE CAUCA, además de conocer y adquirir experiencia en el campo de la construcción de puentes.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Participar como SUPERVISOR DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PASO DEPRIMIDO en la ciudad de Popayán.

1.2 Objetivos específicos

- Participar en la supervisión de procesos técnicos en la construcción del paso deprimido (intersección carrera 17 con calle 5ª). Según parámetros propuestos por la normatividad vigente.
- Conocer el funcionamiento de supervisión de obra (control de calidad de materiales, manejo de seguridad industrial, cumplimiento de especificaciones según INVIAS y especialistas estructurales, suelos etc.).
- Verificar la ejecución de obra propuesta por la constructora ESTIMA-JMV semanalmente.
- Hacer un análisis gráfico del comportamiento de la obra según los planes establecidos.
- Realizar un cuadro mostrando el clima en el que se ejecutó la obra, para verificar posibles problemas presentados por lluvias en la obra.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca.
- Presentar un informe mensual durante el tiempo de la pasantía en la obra, con las actividades realizadas y un informe final, con los logros cumplidos y propuestos durante todo este tiempo.

2 EJECUCIÓN DE LA PASANTÍA

A continuación se dará a conocer el trabajo desarrollado en la supervisión de obra de la construcción del paso deprimido.

Considerando la etapa en la que se encontraba la obra al inicio de la pasantía, con base en la documentación como: normas de procedimiento, ejecución y calidad, planos de diseño, especificaciones técnicas y de construcción, entre otros, se participó en las siguientes actividades:

- Se documentó sobre el proyecto.
- Se supervisó el seguimiento del proceso constructivo.
- Se conoció el funcionamiento de un supervisor de INVIAS.

De acuerdo con lo anterior, se presenta las actividades que integraron el seguimiento de la Construcción del Paso Deprimido (intersección carrera 17 con calle 5ª).

3 DOCUMENTACIÓN SOBRE EL PROYECTO

A continuación se encuentra la documentación acerca del contrato y descripción del proyecto por el cual se decidió realizar ESTUDIO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PASO DEPRIMIDO POR POPAYÁN, RUTA 2502 Y 2503.

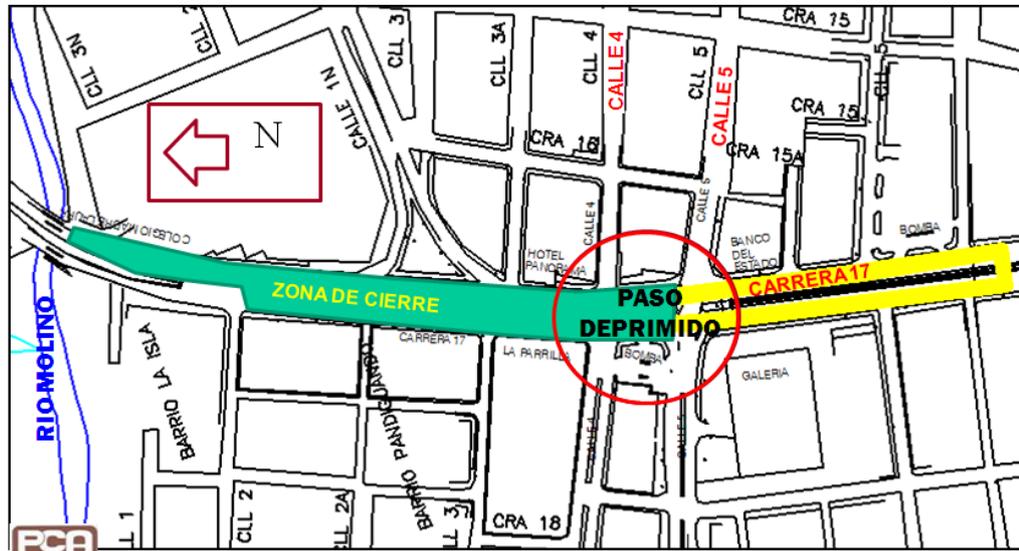
CONTRATO N° 3437 DE 2007

ESTUDIO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PASO DEPRIMIDO POR POPAYÁN, RUTA 2502 Y 2503

CONTRATO	N° 3437 DE 2007
CONTRATISTA	CONSORCIO ESTYMA – JMV
SUPERVISOR CONTRATO	ING. BLAS URIEL PÁEZ CHINCHILLA
INTERVENTORÍA	UNIÓN TEMPORAL. P.C.A.- TECNOCONSULTA
OBJETO DEL CONTRATO	ESTUDIO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PASO DEPRIMIDO POR POPAYÁN, RUTA 2502 Y 2503
VALOR CONTRATO 3437-2007	\$ 11.505'570.373,00 (Incluido IVA y AIU)
VALOR CONTRATO 3437-01-2007	\$ 263.612.308,00 (Incluido IVA y AIU)
VALOR CONTRATO 3437-02-2007	\$ 6.307.200.000,00 (Incluido IVA y AIU)
PLAZO:	Veintidós punto cinco (22,5) meses
<u>ETAPA DE DISEÑO</u>	
VALOR DISEÑOS	\$ 348.000.000,00
PLAZO DISEÑOS	Cuatro (4) Meses
Fecha Iniciación	30 de Enero de 2008
Fecha de Terminación	31 de Mayo de 2008
<u>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</u>	
VALOR OBRA CONTRATO P/PAL	\$ 11.157'570.373,00
VALOR OBRA CONTRATO 3437-01-2007	\$ 263.612.308,00
VALOR OBRA CONTRATO 3437-02-2007	\$ 6.307.200.000,00
PLAZO OBRA	Veintidós punto cinco (22,5) meses
Fecha Prevista de Iniciación	1 de Mayo de 2008
Fecha Prevista de Terminación	15 de diciembre de 2009
Valor de Anticipo Otorgado	\$ 5.535'000.000 (48,6%)

3.1 Localización del proyecto

Figura 1. Plano de localización del Paso Deprimido



Fuente: INVIAS.

El proyecto se ubica en el municipio de Popayán, Cauca, en el barrio La Esmeralda específicamente en la intersección vial de la carrera 17 entre calles 4ª y 5ª (figura 1); la economía del sector se basa en el comercio de galería e informal. El área de influencia directa está delimitada de la carrera 15 a la 20 y entre calles 1N y 7A, en cuanto a la influencia indirecta se considera el sector centro occidente de la ciudad, ya que un alto porcentaje de la población reside en el sur-occidente, cuyas principales vías de acceso son las calles 4ª y 5ª.

Según INVIAS (2008), los analistas de urbanismo consideraron que este sector, en los últimos años se ha venido incorporando al centro de la ciudad ampliando el espacio urbano, debido al impulso que la actividad comercial imprime al sector. Por un lado, la intersección es un paso obligado hacia el occidente de la ciudad y de todos los vehículos que transitan por la vía Panamericana. Esta doble función urbana, hace que el sector sea congestionado y desordenado; el ordenamiento urbano es una prioridad fijada por la actual Administración Municipal y el INVIAS.

3.2 Estado inicial de la intersección

3.2.1 Urbano

El sector de La Esmeralda se viene consolidando como área central de la ciudad, pero carece de un núcleo que aglutine y ordene el sistema de actividades tan variadas que se presentan en el área. Por lo anterior, los usos de los suelos son muy variables: galería, comercio informal, establecimientos comerciales establecidos, residencial, negocio de cantinas y bares, etc.

El sector de La Esmeralda no disponía de parques, zonas verdes u otro atractivo, careciendo de personalidad e identificación. Algunas zonas en este sector, podrían ser incluidas en un proceso incipiente de renovación urbana que se viene gestando.

3.2.2 Paisajístico y ambiental

Las condiciones sanitarias de área son deficientes, el manejo de basuras y desechos no es adecuado. También el aspecto paisajístico no se ha considerado en el desarrollo del sector.

3.2.3 Infraestructura vial

En el sector se presentaba un deficiente estado general de los pavimentos y andenes, acompañado de la falta de señalización vial. Una subutilización de la calle 4ª, entre la carrera 17 y el Cementerio Central y la no consolidación de la sección transversal de la calle 5ª en el sector de la carrera 17 hasta el Cementerio Central.

3.3 Tránsito

Figura 2. Comportamiento del tránsito en la carrera 17 con calle 4 y calle 5.



Fuente: INVIAS.

Según INVIAS (2008), para los volúmenes de tránsito que se estaban presentando en la distribución de fases, esta intersección estaba próxima a llegar a la saturación (ver figura 2). La calidad de la operación era deficiente para los usuarios, lo que denotaba un desorden y caos en la intersección. Difícilmente se podría tener un mejoramiento significativo conservando las actuales características de operación.

El desorden vial de la intersección era notorio, no existía una disciplina en el uso de carriles, existía deficiencias geométricas y del control del tránsito. En todos los periodos se observaban movimientos saturados, precisando que el congestionamiento no era temporal si no un fenómeno generalizado en la intersección.

Existían movimientos saturados que se presentaban en más de uno de los periodos , en el caso del movimiento de giro a la izquierda entrando por el oeste (barrio La Esmeralda) de la carrera 17 con calle 5^a (figura 3), movimientos directos entrando por la carrera 17 con calle 4^a .

En el sistema de control de tránsito no se manejaba el concepto de desfase, necesario para lograr una adecuada optimización de los semáforos. No se generaban planes con diferente duración del ciclo. Sin embargo, si se hubieran mantenido las actuales condiciones de circulación: geometría, sentidos, etc., sería imposible llegar a una intersección semaforizada que ofreciera las condiciones adecuadas de operación de la vía.

Figura 3. Situación actual de la carrera 17 con calle 5.



Fuente: INVIAS.

3.4 Características técnicas del proyecto

Según INVIAS (2008) en los estudio de tránsito base de la licitación, se detectaba que los movimientos más fuertes se producían sobre la carrera 17, tanto de norte a sur como de sur a norte. Los consultores realizaron las respectivas proyecciones de tránsito y recomendaron que para mediano y largo plazo era necesario proporcionar a estos movimientos un paso directo a desnivel.

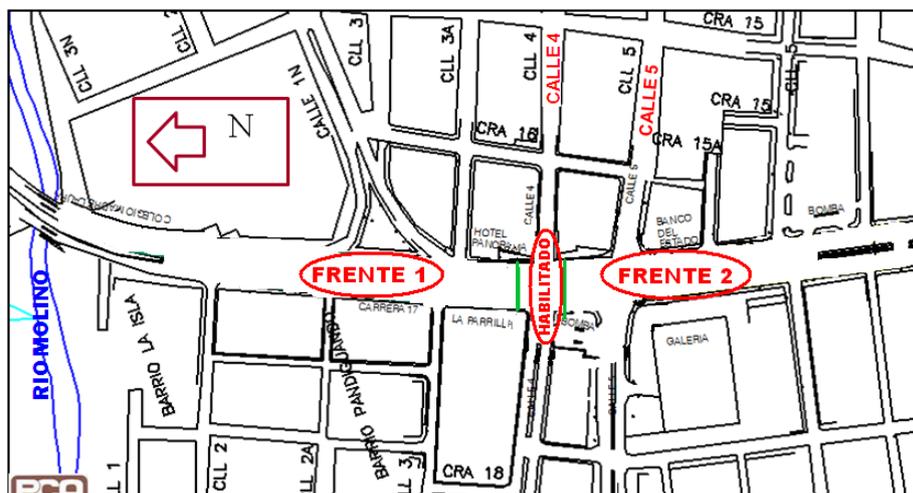
En esta alternativa contemplaba la construcción de un paso deprimido cubierto sobre la carrera 17, de aprox.110 m. de longitud, entre calle 4ª y calle 5ª, de tal manera que permitiera un flujo directo y sin obstáculo de sentido norte-sur.

De acuerdo con los resultados del estudio origen de la licitación, el diseño definitivo debía garantizar un galibo de 4.8 metros el cual sumando a la estructura exigía deprimir la carrera 17 a una profundidad de 6 metros debajo del nivel actual, para lo cual se debía contar con rampas de acceso de longitud de 100 metros para garantizar pendientes del 6% que permitieran realizar los giros en la intersección a nivel actual. Por lo tanto la carrera 17 dispondrá de cuatro calzadas con dos carriles cada una, es decir, cuatro carriles por sentido, dos a nivel y dos deprimidos. Esto exigía la adquisición de los predios ubicados sobre la carrera 17 entre calle 4ª y 5ª y algunos ubicados entre la 3ª y 4ª .¹

4 SEGUIMIENTO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

4.1 Fase de localización del proyecto en el ingreso como pasante

Figura 4. Fase de localización actual.



Fuente: INVIAS.

El 15 julio se habilitó el paso de la calle 4ª en sentido centro-occidente (figura 4); con el fin de facilitar el tráfico vehicular en esta zona y no hacerlo más crítico.

¹ Interventoría para el Estudio, Diseño y Construcción del Paso Deprimido por Popayán, ruta 2502 y 2503. Popayán. 2008, p.2.

Se realizó un comité de obra con secretaría de tránsito para hacer un plan de manejo de tráfico, para las vías cercanas a la obra que se afectarían por el cierre de la calle 5ª. Se evaluaron varias situaciones con el fin de generar la menor congestión en la carrera 17 con 4ª, donde se formaría un anillo vial dentro de la ciudad para poder minimizar el tráfico de esta zona y su afectación hacia sus afluentes, también se evaluó la seguridad de los peatones, se sugirió por parte del supervisor de INVIAS ubicar maletines (ver figura 5), que simulen un paso peatonal acompañado de un paletero que permitiría la circulación peatonal de lado a lado de la calle.

Figura 5. Calle 4 habilitada.



Fuente: INVIAS.

Después de haberse habilitado el paso de la calle 4ª, se requirió la presencia de la Ingeniera de Tránsito y Transporte (Yaritza Andrea Amaya) en las reuniones de comité, con el fin de hacer un seguimiento en las diferentes señalizaciones sugeridas.

Con el paso de la calle 4ª, se empezó la realización de las vigas para la calle 5ª, a continuación se puede ver el proceso constructivo de las vigas.

4.2.1 Adecuación del terreno

Debido a que el suelo bajo las vigas de la carrera 17 con calle 5ª sería removido con la excavación, se realizó una adecuación y compactación con un equipo saltarín con el fin de dar un suelo firme.

Figura 7. Adecuación del terreno para las vigas de la calle 5.



Se armaron formaletas metálicas (figura 8) para fundir las pistas (solado de limpieza) de concreto para vigas, con espesor de 8 cm. estas se hicieron con el fin de tener una superficie limpia y nivelada para la armada de las vigas.

Figura 8. Formaletas para solado de limpieza de vigas.



4.2.1.1 Aportes del pasante

- Se verificó el replanteo para la formación de las vigas.

4.2.2 Colocación de madera para la formaleta del fondo de la viga.

Se fijaron formaletas de madera para la parte inferior de las vigas con clavos de acero evitando su movimiento; se chequearon niveles para la posición de las vigas, dando importancia a la apariencia externa de las vigas del puente.

Figura 9. Formaleta removible.



4.2.3 Amarre de acero

Dentro de la obra se hizo un campamento donde se ubicaron los aceros suministrado por el almacén, una vez allí, se realizaron los cortes y figurado (las formas que el acero debe tener según el diseñador) de acuerdo con las necesidades de la obra. Para los cortes de las vigas se utilizaron tres oficiales, donde uno selecciona la cantidad de acero y los otros lo cortan con una cizalla y lo doblan.

Figura 10. Campamento provisional para vigas.



4.2.3.1 Aportes del pasante

En este proceso fue de gran importancia la supervisión de los diámetros, longitudes y ángulos que se requerían en el acero de las vigas de tal forma que coincidieran con los planos estructurales del puente. También se tuvo en cuenta:

- Que se trabajara en un ambiente seco.
- La realización de marcas visibles para cortar (tiza).
- Verificar periódicamente los gachos y diámetros.
- Utilizar las herramientas adecuadas.

4.2.4 Ubicación del neopreno

Figura 11. Ubicación del neopreno.



Los neoprenos (figura 11) son apoyos elastoméricos utilizados en Puentes o Estructuras elevadas, los cuales permiten la transferencia uniforme de cargas en la estructura, movimiento debido a la dilatación y contracción térmica del

hormigón, actuando también como aislante de vibraciones en los componentes de estructuras que vinculan.²

4.2.4.1 Aportes del pasante

En las viga corona se verificó que se efectuara un solado de concreto para tener una mejor ubicación del neopreno, es aquí donde la viga del puente se apoya (ver figura 11 izq.). Se supervisa (ver figura 11 der.) que el neopreno quedara bien ubicado (centrado) dando mejor distribución de la fuerza que llega de la viga a el apoyo (viga corona), de no ser así, se ejercería más fuerza a un lado generando un desnivel en el apoyo de la viga. El neopreno utilizado tiene un espesor de 1 cm, es prefabricado según las especificaciones de diseño.

4.2.5 Colocación de ductos

Figura 12. Ensamble de ductos.



Por cada viga se utilizaron 12 ductos; estos tenían de longitud de 5m y un espesor de 5cm, para la formación de cada ducto se utilizaron 3 ductos, los cuales eran empalmados con una cinta de color amarillo (ver figura 12) especial para unirlos. En la sección terminal del ducto se ubico un cabezal (ver figura 13) el cual se unió con una sección del ducto corto para después unirlo a la sección larga, esto se realizó a lado y lado de la viga.

² WWW.ConstruAprende.com. Neopreno. Julio 15 2009.

Figura 13 Cabezal del ducto.



La función del cabezal era darle entrada a los aceros que se ubicaran dentro de este para el respectivo tensionamiento después de fundido.

4.2.6 Colocación de las formaletas

Las formaletas de las vigas fueron hechas en madera Súper-T, material caracterizada por tener una superficie lisa, ser resistente y fácil de remover.

Figura 14. Formaletas de vigas.



Las formaletas tenían unos orificios por los cuales se pasaban unos tornillos de lado y lado de la viga, sin afectar el recubrimiento del la estructura de acero (figura 14 izq.). El recubrimiento del acero se hizo con panelas prefabricadas, por medio de los ganchos que estas presentan se fijaron en la varillas.

Figura 15. Armado de formaletas.

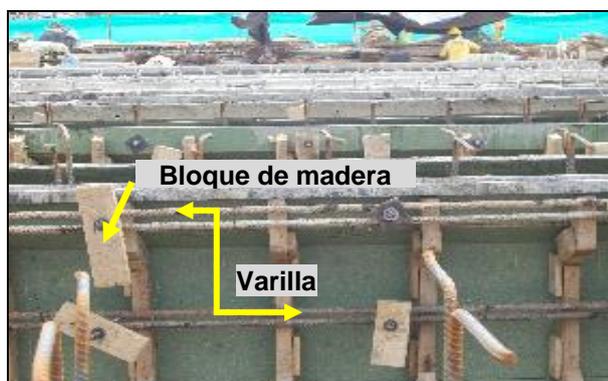


Los tubos de PVC (figura 15 der.) funcionaron como pasadores de los tornillos que ajustaban las formaletas, una vez fundidas las vigas, los tornillos removibles (56 en total) eran retirados con el fin de usarlos nuevamente, 40 tornillos ubicados en la parte inferior no se quitaban.

4.2.6.1 Aportes del pasante

Se verificó que estuvieran ubicadas las seis varillas de acero a cada lado de la zona exterior de la viga, generando presión en la formaleta para evitar que al momento de fundir el concreto ejerza tal fuerza que mueva la formaleta; creando hormigueros o deformaciones en las vigas. Por esta razón las varillas son atornilladas con bloques de madera (ver figura16).

Figura 16 Ubicación final varillas en la formaleta.



Lo importante de destacar en la armada de las formaletas es supervisar los recubrimientos del acero en la parte superior, inferior y los lados. Se verificó los

niveles de la formaleta y que el recubrimiento de los aceros estuviera a una distancia entre la formaleta y el acero de 2,5 cm (los lados) y 3,5cm (inferior).

4.2.7 Fundición de las vigas

Para la fundición de las vigas se tuvo en cuenta que la resistencia de un concreto es función del grado de compactación, por lo tanto era necesario que toda mezcla posea una consistencia o trabajabilidad que permita su transporte, colocación y terminado con el menor esfuerzo posible y sin propiciar la segregación de los constituyentes que contiene. De esta manera se dieron las recomendaciones para la ejecución esta fase de construcción del mejor modo posible según las normas recomendadas por INVÍAS.

Desde el día anterior se comunicaba a los laboratoristas tanto de Interventoría como de la constructora, también se pidió a la planta un volumen previamente medido de lo que se iba a fundir con la supervisión del interventor, se tuvieron listos en almacén los implementos que a utilizar como: el vibrador previamente calibrado, los buguis, los martillos de caucho, y la tarima previamente armada. La fundición de las vigas se programaban desde las 6 de la mañana para poderlas hacer completas, además se debe tener en cuenta las condiciones climáticas las cuales influían de una manera significativa en el concreto.

Figura 17. Ensayo del SLUMP o cono de ABRAMS.



Para verificación del control adecuado de la calidad del concreto fue necesario realizar una serie de ensayos y tomar muestras en presencia de la Interventoría (ver figura 17), para medir la resistencia a la compresión del hormigón. Se supervisó los ensayos y muestras tomadas, tal como se describen a continuación.

4.2.7.1 SLUMP O CONO DE ABRAMS:

Este ensayo nos sirve para determinar la manejabilidad del concreto, indirectamente y tiene como objetivo medir el asentamiento del hormigón en obra, también nos indica sobre la uniformidad entre cada tanda de mezcla.

Para la ejecución de este ensayo se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- La muestra del ensayo debe ser representativa del concreto.
- La varilla compactadora debía ser de un diámetro de 16 mm, con el extremo compactador debía ser hemisférico con radio de 8 mm.
- El cono se llenó en tres capas iguales que ocupan 1/3 del volumen del molde aproximadamente y se compactará cada una con 25 golpes de la varilla distribuidos uniformemente sobre su sección transversal³.

Durante la fundición de las vigas se tomaron las muestras directamente del mixer cada uno de los carros, para realizar los slump. Estos ensayos fueron realizados en presencia del contratista y la Interventoría.

³ INVIAS. Norma INV E-401

Figura 18. Ensayo de asentamiento.



En la figura 18 se puede observar cómo se ejecutó la prueba por parte de la Interventoría, en estas se efectuaban las mediciones de asentamiento, ubicando el cono a lado y la varilla en la parte superior del cono con el fin de efectuar una buena medición.

Figura 19. Toma de cilindros para laboratorio de Interventoría.



Cuando llega el mixer a la obra se realizaba el ensayo de asentamiento con el fin de autorizar por parte de Interventoría la fundición de las vigas, se tomaban 8 cilindros con el fin de observar la resistencia requerida por el diseñador garantizando la calidad de las vigas (ver figura 19).

4.2.7.2 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:

Este ensayo era el encargado de medir la resistencia a la compresión del concreto; Para realizar estas pruebas fue necesario tomar muestras (cilindros mostrados anteriormente) teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El cilindro se llenó en tres capas iguales que ocupan 1/3 del volumen del molde aproximadamente y se compactó cada uno con 25 golpes de la varilla distribuidos uniformemente sobre su sección transversal.
- El aire de la mezcla se debe retirar por medio de una masetta de caucho golpeando el molde metálico donde se está fundiendo la muestra.
- Se desencofra a las 24 horas y se sumergen los cilindros en agua saturada en cal hasta el día que se van a reventar.⁴

Las muestras se tomaron directamente del mixer, se prepararon 8 cilindros en cada bachada, 2 para romper a los 3 días, 2 para los 7 días, 2 para los 14 días, 1 para los 28 y 1 testigo. Las muestras fueron tomadas por el contratista y la Interventoría. Los ensayos de resistencia de parte de la interventoria fueron realizados por la empresa CITEC y los resultados de estos ensayos están anexados en este documento donde se observa que las vigas alcanzaron su resistencia requerida de las especificaciones del proyecto.

⁴ López Rivera A. Concreto Simple. Popayán: Universidad Del Cauca; 2007. P.128

Figura 20. Total de cilindros por parte de Interventoría y el Consorcio.



En la figura 21 se puede observar que se construyó una tarima provisional para dar paso al bugui con concreto, con el fin de tener una uniformidad a la hora de la evacuación de la mezcla en la estructura.

Se supervisó que el vaciado del concreto en la formaleta se efectuara de la mejor manera para evitar segregación en el concreto. De esta forma en los laterales de la formaleta se ubicaron unos oficiales (ver figura 21 derecho) con un martillo de caucho donde efectuaban unos pequeños golpes con el fin de que el concreto fluyera por todos los espacios. Alternadamente con un vibrador desde la parte superior de la viga se efectuó el vibrado, obteniendo ventajas en la compactación del concreto como son:

- Elevada impermeabilidad
- Mejor durabilidad
- Elevada resistencia a la compresión

Figura 21. Vaciado de concreto en las vigas



Lo importante de esta fase de vaciado del concreto es que la resistencia de un concreto es función del grado de compactación, por lo tanto es necesario que toda mezcla posea una consistencia o trabajabilidad que permita su transporte, colocación y terminado con el menor esfuerzo posible y sin propiciar la segregación de los constituyentes que contiene. La supervisión en este proceso consiste en observar que el vaciado del concreto no sobrepase una altura de 0.5m.- 2m. en su caída ya que si se pasara se debía efectuar con auxilio de tubos.

Otro factor que afecta la trabajabilidad del concreto y por ende su asentamiento, es el tiempo que transcurre entre el fin del mezclado y su colocación. Es decir, entre más tiempo transcurra en la colocación del concreto se dará oportunidad a una mayor evaporación del agua. En la obra no se presentaron estos tipos de problemas ya que la llegada del concreto no fue demorada y además la planta hace parte del Consorcio.

Para la fundición de las vigas durante el mes de junio se realizó solo la fundida de cuatro vigas (figura 22).

Figura 22. Vigas armadas y fundidas de la calle 5.



Fuente: INVIAS y autor.

Recomendaciones:

Antes de iniciar las fundiciones la Interventoría tuvo en cuenta las siguientes recomendaciones para garantizar una adecuada ejecución de la misma.

- Antes de iniciar la fundición es importante asegurarse de que la cuadrilla encargada de ejecutar esta actividad esté completa y cumpla con la seguridad social y los riesgos profesionales.
- Suministrar los adecuados elementos de protección (cascos, guantes, gafas y botas), como también revisar las herramientas y equipo a utilizar (vibradores, palas, baldes, palustre, codal, buguis, etc.) los cuales deben estar en buen estado y en cantidad suficiente.
- Chequear la zona donde se va a fundir, esta debe encontrarse limpia, libre de objetos y sustancias como: pedazos de madera, tierra, basura, agua estancada, aceite, etc.; los cuales pueden contaminar la mezcla afectando la resistencia del hormigón.

- Revisiones finales de la estructura de acero, ésta debe encontrarse limpia libre de sustancias que comprometan la adherencia del concreto, garantizar el recubrimiento con elementos bien asegurados.
- La vibración del concreto debe ser adecuada y controlada, la penetración de la aguja vibradora debe ser vertical y no debe colocarse dos veces en el mismo sitio y no más de 30 segundos en cada posición, de lo contrario se podría generar la segregación del concreto. Tener especial cuidado en los nudos ya que este es un elemento muy importante de la estructura y a veces su vibrado no se hace tan fácil debido a la cantidad de acero que encontramos en el.

4.2.7.3 Aportes del pasante

- Se verificó que se tomaran los cilindros por cada viga a fundir y que se tomaran las recomendaciones dadas anteriormente para una mejor ejecución.

4.2.8 Tensionamiento de vigas pots-tensadas

Para el tensionamiento de las vigas se requirió personal calificado; para este caso se contó con una ingeniera auxiliar para la toma de datos, tres oficiales para el movimiento y colocación de gato hidráulico y un técnico especializado para el manejo del equipo. En este proceso la interventoría verificó que el tensionamiento requerido por el diseño fuera el suministrado en campo.

Figura 23. Instalación del post tensado.



Con las vigas ya referenciadas se seleccionaba la que se deseaba tensionar, de esta manera se procedía a armar el equipo que se necesitaba para el tensionamiento. Este proceso consistía en ubicar una araña de acero que tenía unos orificios por los cuales iban a pasar los cables a tensionar, se ubicó el cabezal sobre la araña (figura 23 izq.), se ubicó el gato hidráulico en el cabezal (figura 24.) y finalmente se ubicó una araña en la parte final del gato hidráulico.

Figura 24. Gato hidráulico y medidor de presión.



Se ubicó una cuña en los cables con el fin de no permitir que al tensionar estos se regresen. Se seleccionó un cable testigo para chequear el tensionamiento de los otros cables, midiéndolo como se observa en la figura 25 der. Una vez verificado la calibración el medidor de presión este se conectó al gato hidráulico

y se aplicó una presión de 4800 psi, necesaria para obtener la resistencia deseada.

Figura 25. Contra flecha y medición del tensionado.



Con el procedimiento anterior se aumento la resistencia de la viga y a su vez se generó una contra flecha (figura 25 der) de aproximadamente 1 cm a nivel longitudinal. Al finalizar el tensionamiento de midió el cable testigo comprobando el tensionamiento adecuado.

4.3 Armado de la formaleta y ubicación de acero en la losa de la calle 5

En la figura 26 izq. se observa que encima de la tarima de madera se realizó la ubicación de las placas de madera súper T. Los espacios pequeños que aparecían se taparon con icopor. Es importante resaltar que por encima de la tarima quedaron unos pequeños pelos del refuerzo que se dejaron de las vigas como una especie de anclajes, lo cual a la hora de fundir la placa permitirá una homogeneidad en su estructura.

Figura 26. Tarima provisional.



De esta manera se hizo una tarima provisional de madera, que resistiera el peso del concreto y a su vez fuera removible verificando que esta tuviera el nivel requerido en la losa, lo cual era muy importante a la hora del empalme con la antigua vía (figura 27).

Figura 27. Armado de la formaleta para la losa.

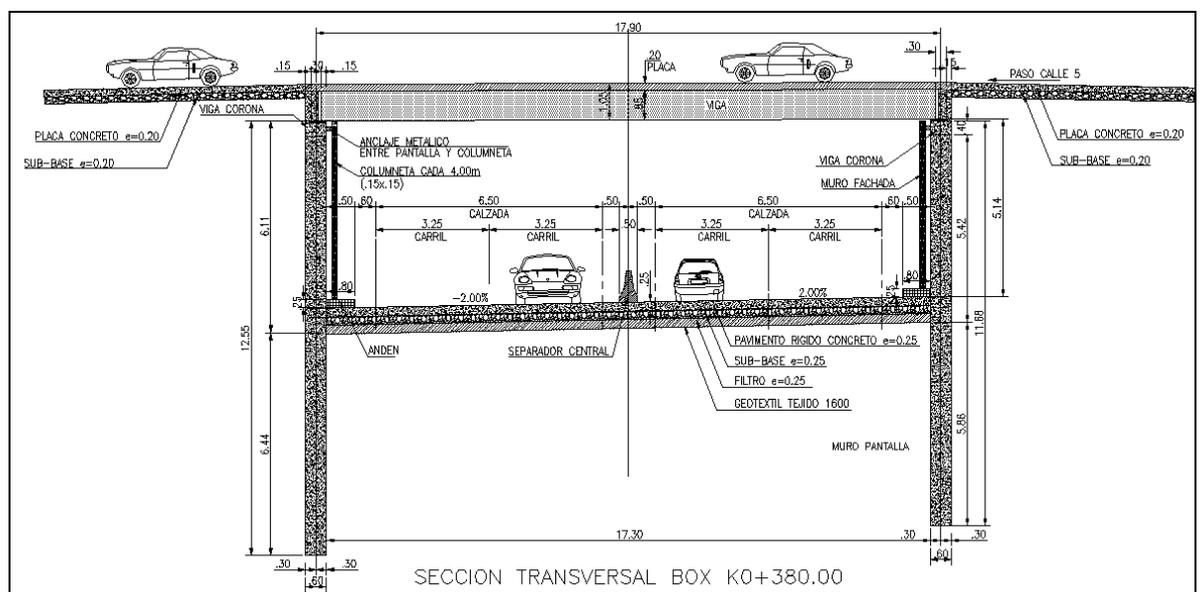


4.4 Pavimentación del paso deprimido

En la sección transversal del paso deprimido (figura 28) se observa que la pavimentación del deprimido (carrera 17) consta de dos calzadas de 6,50 m, cuatro carriles de 3,25 m y dos andenes de 0,80 m. en el cual a 0,5 m se ubicara el muro falso. En el centro de la sección se encuentra el separador central o muro New jersey de 0,5 m. del cual a lado y lado se deja una distancia de 0,5 m que da la demarcación de la vía.

Debido a que los carriles son de 3,25 m. se decidió iniciar la pavimentación de este ancho y por tramos, dejando zonas de libre acceso a la entrada de los vehículos de obra para la evacuación del material excavado. También unas de las ventajas de esta decisión son la utilización de forma rápida y removible de las formaletas.

Figura 28. Sección transversal del paso deprimido.



Fuente: INVIAS.

Durante el mes de junio se efectuó el inicio de la excavación del Deprimido de la sección de la carrera 17 con calle 5ª con el fin de ir avanzando mientras se

iba ejecutando el armado de las vigas de la calle 5ª. A mediados del mes de junio se estableció ir avanzando por la sección de la carrera 17 con 4ta terminando en este mes con tres frentes de trabajo como se muestra a continuación.

4.4.1 Excavación del costado sur

Mientras se realizó la armada de las vigas de la calle 5ª, en el costado sur se realizó una excavación, con excavadora hidráulica y dos volquetas evacuando el material extraído de la obra hacia el botadero, con el fin de llegar hasta la parte inferior de las vigas del sector de la calle 4ª (ver figura 29). De esta manera se empalmaría la excavación con la fundida de las vigas.

Figura 29. Excavación del costado sur paso deprimido.



En la figura 29 se observa que en la superficie de suelo se encontró presencia de agua, por lo cual se decidió por medio de bombas evacuar lo máximo posible. Durante el mes de julio se mantuvo el bombeo del sector de la calle 5ª pero no disminuyó el nivel freático, este fue uno de los inconvenientes que se tuvieron.

Debido a la cercanía con la Estación de Servicio Texaco (Carrera 17 con calle 6), se percibieron fuertes olores a combustible, y el agua denotaba manchas aceitosas en su superficie (figura 30). El Cuerpo de Bomberos de Popayán hizo

presencia en la zona anunciando que no se corría peligro al intervenir este terreno.

Figura 30. Bombeo de agua y sector de la calle 5.



En la primera semana del mes de julio se suspendió la excavación del sector sur, se realizaron cuatro placas en sentido longitudinal a la carrera 17, pero se encontró con que el nivel freático a pesar del bombeo anteriormente mencionado no había disminuido. Por lo tanto se decidió realizar el proceso de pavimentación por el costado norte, de tal manera que al ubicar las tuberías de drenaje y el Geotextil se evacuó mejor el nivel freático. También se sugirió por parte de especialista iniciar con el hincado de los pilotes con el fin de confinar el suelo.

En el momento de la excavación se tuvo la presencia de un arqueólogo de la Universidad Del Cauca, por si se presentaban posibles hallazgos durante esta actividad. De esta manera se respeta la protección al patrimonio cultural y monumentos (figura 31).

El monitoreo arqueológico se continuaba en el mes de julio del 2009, dando cuenta de las excavaciones realizadas en la zona sur (K0+500 aprox.) frente a la bomba de Texaco, donde la profundidad fue de 4 metros.

Figura 31. Protección al patrimonio cultural y monumentos.



Fuente: INVIAS.

En el K0+290, donde se inicio una remoción de tierras y la posterior excavación en la zona bajo el puente de la calle 4°, que evidenció una continuidad estratigráfica, salvo en el terreno que se ubicaba inmediatamente bajo el puente, en la zona donde con anterioridad se registraba material arqueológico. Aquí apareció una huella con características de material de relleno donde aparecieron fragmentos cerámicos y de porcelana, así como madera, cuero, piedras, fragmentos de ladrillo y vidrio (de botella). El material recogido en esta huella se registro en una bolsa de material N° 005 y la información perteneciente a esta y a las demás muestras, se efectuaron los análisis. Como resultado de estos análisis no se encontraron evidencias de un posible hallazgo arqueológico.

4.4.2 Excavación del costado norte

En este costado se realizó la excavación mecánica por debajo de las vigas (figura 32), se tenía proyectado llegar hasta el inicio de la placa de la calle 4ª la cual posee una altura de 6 m. con ancho de 14,6 m. que aprox. daba 87,6 m³ por metro lineal avanzado.

Figura 32. Excavación del costado norte de las vigas.



Junto a la excavación se chequearon los niveles con nivel de precisión, para no sobre excavar o por el contrario no llegar a la cota de nivelación requerida. En este proceso se efectuaron recomendaciones para evitar que la máquina impactara sobre las vigas. La cantidad de material extraído se midió por la cantidad de viajes de volquetas comparada con la topografía tomada.

En la figura 33 se observa que las volquetas utilizaron un solo carril el cual no había sido fundido, indicando una buena organización de la obra.

Figura 33. Adecuación de trabajo del costado norte.



En la semana del 6 al 12 de julio durante la excavación por debajo de la placa tipo 2 se avanzó hasta la luz que generan las vigas 19 y 20, completando el

tramo del colector del deprimido Pz7 – Pz6 y se instaló tubería entre el Pz6 – Pz5. (figura 34)

Figura 34. Excavación del retorno de la calle cuarta.



En el mes de Agosto la monitoria arqueológica encontró una continuidad en la estratigrafía que se venía presentado desde el punto K0+350 y sin hallazgos de importancia. El día lunes 10 de agosto, se obtuvo la primera vista hacia el lado sur de la excavación por el costado occidental (figura 35). En el transcurso del mes, la remoción de tierra avanzó hasta el punto K0+500.

Figura 35. Excavación con primera vista hacia el costado sur.



En la semana del 24 al 30 de agosto la excavación del deprimido alcanzó 96,64% esperando que en 3 días más se terminara el 100%. (Figura 36).

Figura 36. Vista final de la excavación.



Debido al método de construcción de las pantallas pre excavadas, se supervisó durante los siguientes meses la deformación de estas (tabla 1). Durante la excavación del paso deprimido por debajo de las placas, interventoría sugirió mediante el oficio CCESTYMAJMV-OB-412-09 radicado en la oficina de la Interventoría a la empresa constructora entregar todos los martes de cada semana un informe de los datos tomados arrojando lo siguiente:

Tabla 1. Chequeos de verticalidad.

CHEQUEOS DE VERTICALIDAD DE PANTALLAS	
MES	OBSERVACIONES
Julio	En el K0+260 se ha presentado una variación de 10 mm.
Agosto	En el K0+410 se ha presentado una variación de 13mm.

Sugerencias:

- La Interventoría recomendó hacer un seguimiento a toda el área de influencia sobre éste módulo (K0+260).
- El Consorcio ESTYMA – JMV ordeno hacer el seguimiento tratando de realizarlo en horas de la mañana, disminuyendo la influencia de las variaciones de temperatura.

Observaciones:

- Las pantallas del K0+410 presentaron un movimiento de 13 milímetros, debido a que al iniciar la excavación hacia el sur, se retiró el empuje interno generando este desplazamiento, intensificando el monitoreo de las pantallas que presentaron variación en las medidas.
- Los sitios donde se detectaron movimientos de magnitud mínima (no superan 1cm) y teniendo en cuenta la precisión de los equipos, no presentaron progreso después de su variación inicial.

4.4.3 Adecuación del terreno

4.4.3.1 Hincado de pilotes

En los sectores de las vigas del paso deprimido debido a la baja estabilidad del suelo, se decidió por parte de especialistas hincar 420 unidades de pilotes de madera (ver figura 37) que tienen un diámetro de 15cm. de 8m. de longitud. Para el adecuado hincado de pilotes se requirió la realización de huecos de 2m de profundidad con 15cm de diámetro con el fin de facilitar el empuje de la máquina hacia el pilote.

Figura 37. Proceso de hincado de pilotes.



4.4.4 Ubicación del Geotextil

Los especialistas recomendaron además de los pilotes utilizar un Geotextil (figura 38) para filtro NT-2500 para el K0+184 a K0+280 con el fin de reducir la cantidad de material mejorado, en este caso fueron 90cm de altura que se ahorro de material mejorado.

Figura 38. Geotextil extendido en el costado sur.



4.4.4.1 Preparación del terreno

La superficie donde se ubicó el geotextil era limpiado y nivelado, removiendo todo material vegetal y cualquier objeto afilado o puntiagudo que pudiera rasgar el geotextil. La superficie debía tener la pendiente indicada en los planos o la señalada por el Interventor, con el fin de evitar problemas de drenaje superficial.

En esta preparación se ubicaron los tubos de drenaje como se muestra en la figura 39, en los cuales según el plano fueron ubicados por la comisión de topografía. Una vez excavado el sitio se puso una cama de grava limpia para tener una adecuada ubicación del tubo Novafort, debido a la longitud tan extensa requerida, los tubos fueron empalmados y se unieron a los pozos y sumideros previamente hechos.

Figura 39. Ubicación de los tubos.



4.4.4.2 Colocación del Geotextil

El geotextil se instaló manualmente sobre el terreno, a causa de la debilidad del terreno no suele resultar posible su extensión con ayuda de máquinas.

Para asegurar un buen comportamiento, los rollos de geotextil se trasladaron conforme se indica en la norma INV 820. En el traslape, el comienzo del segundo rollo se colocó debajo del final del primero, asegurándolos por métodos recomendados del fabricante. En la obra se utilizaron 4 rollos de geotextil como se muestra en la figura 40.

Figura 40. Geotextil extendido.



Después de ubicarse el geotextil, se instaló la geomalla, un filtro de grava de 1 pulgada (figura 41), otra geomalla y como último el geotextil. Encima se

coloco el material mejorado por medio máquinas y se fue extendiendo, también se chequearon niveles por parte de la comisión de topografía.

Figura 41. Extensión de filtro para grava.



En la figura 42 se muestra finalmente como queda el material mejorado que es puesto después de la ubicación del geotextil, para después ubicar la sub-base.

Figura 42. Sub-rasante de material mejorado



4.4.4.3 Principales ventajas del sistema de drenaje

- Mínimos volúmenes de excavación requeridos.
- Alto rendimiento de instalación.

- Permite una instalación mecanizada de alto rendimiento.

- Garantiza una estructura vial con un adecuado sistema de drenaje, evitando el envejecimiento prematuro de los pavimentos derivado de los factores de severidad de carga.

- Garantiza la homogeneidad de los parámetros de diseño, puesto que el geotextil se fabrica bajo altos estándares de calidad y procesos controlados.

- Facilita la construcción de sistemas de drenaje en suelos saturados que no presentan estabilidad durante la excavación.

4.4.4.4 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias en la construcción del sistema de drenaje

El trabajo concluye cuando el alineamiento, el perfil y la sección de la excavación coincidieron con los planos del proyecto y cuando las instrucciones del Interventor fueron satisfactorias.

En ningún punto, la excavación realizada podía variar con respecto a la autorizada por el Interventor en más de 3cm en cota, ni en más de 5cm en la localización en planta.

4.4.4.5 Resultados obtenidos en la construcción del sistema de drenaje

- El principal resultado fue la disminución drástica del nivel freático, lo que fue fundamental para trabajar posteriormente en la construcción de la pavimentación.

- No permitió la invasión del agua al pavimento, de lo contrario hubiese producido efectos destructivos.

4.4.4.6 Aportes del pasante

- Se verificó que el geotextil estuviera extendido de forma adecuada sin arrugas, también que los traslapos cumplieran con la tabla de la norma INV 820 (ver tabla 2).
- Se verificó que los niveles puesto por los topógrafos en el sitio fueron utilizados.
- Se revisó que los tubos de PVC estuvieran en óptimas condiciones y cumplieran con las especificaciones exigidas y control de calidad.
- En cuanto al empalme de los tubos se confirmó las adecuadas indicaciones de los sellos, en ocasiones se requirió de un equipo mecánico para la unión, se verificó que los tubos no presentaran roturas, aplastamientos o deformaciones en caso contrario tendrían que cambiarse.
- Verificó que el alineamiento y la longitud del drenaje estén de acuerdo con los requerimientos de los planos o lo autorizado.

Tabla 2. Traslapos requeridos en el uso de Geotextiles como separadores⁵

RESISTENCIA DEL SUELO (C. B. R.) *	TRASLAPO NO COSIDO (mm)	TRASLAPO COSIDO (mm)
< 1	1200	100
1 – 2	900	100
2 – 3	750	100
> 3	600	100

⁵ Norma De Ensayo INV. E-148.

4.4.5 Fundición del pavimento de la carrera 17

Consistió en la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico como estructura de un pavimento, con o sin refuerzo; la ejecución de juntas, el acabado, el curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento, de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto.

Durante la ejecución de la pavimentación se tuvo en cuenta la norma INV-500 para la construcción de pavimento de concreto hidráulico. Para esta actividad se utilizó un concreto premezclado con un $F^c = 42 \text{ kg/cm}^2$, las cuales se realizaron por etapas con el fin de reutilizar las formaletas metálicas y en total se fundió un volumen de 2111 m^3 en pavimentación.

4.4.5.1 Preparación de la superficie existente

4.4.5.1.1 Aportes del pasante

- Se supervisó que la mezcla no se extendiera hasta que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor.
- Se constató la saturación de la superficie de apoyo de las losas sin que se presenten láminas de agua (ver figura 43). En todos los casos, se prohibió circular sobre la superficie preparada, salvo las personas y equipos indispensables para la ejecución del pavimento.

Figura 43. Preparación de Superficie a pavimentar.



4.4.5.2 Transporte del concreto

El transporte entre la planta y la obra se efectuó de la manera más rápida posible, empleando alguno de los medios descritos en el aparte 500.1 del artículo 500 de la norma INV donde hace la siguiente referencia *“El transporte del concreto a la obra se realizará en camiones con elementos de agitación o en camiones cerrados de tambor giratorio o de tipo abierto, provistos de paletas, los cuales estarán equipados con cuentarrevoluciones (ver figura 44). Deberán ser capaces de proporcionar mezclas homogéneas y descargar su contenido sin que se produzcan segregaciones”*.⁶ De esta forma el concreto no perdió sus características de trabajabilidad y se encontró en estado plástico al momento de la descarga.

Figura 44. Transporte de concreto a la obra



En el momento de la pavimentación se contó con tiempo caluroso, por lo tanto se utilizaron retardadores de fraguado.

4.4.5.2.1 Aportes del pasante

- En el momento de la llegada del vehículo de transporte del concreto a la obra se verificó que tuviera los respectivos sellos, para confirmar que el concreto no hubiera sido modificado después de la salida de la fábrica.
- Se efectuaron las pruebas de asentamiento y toma de cilindros. (ver apartes 4.2.7.1 y 4.2.7.2 del presente documento)

⁶ Especificaciones Generales De Construcción De Carreteras. Popayán: pavimento de concreto hidráulico, 1997, p. 500-1.

4.4.5.3 Colocación de formaletas

Lo primero que se hizo para la colocación de las formaletas fue un replanteo, la cual consistió en marca los ejes (figura 45) por parte de la comisión de topografía del carril que se iba a fundir (cada uno de los cuatro carriles debía tener 3.25m de ancho), luego se procedió a la ubicación de las formaletas metálicas, estas fueron ancladas al suelo por medio de varillas y en los empalmes de estas fueron apuntaladas con madera (figura 45). Antes de verter el concreto, las caras de las formaletas se recubrieron con un producto antiadherente aprobado previamente por el Interventor.

4.4.5.3.1 Aportes del pasante

- Se verificó que las caras interiores de las formaletas estuvieran limpias, sin restos de concreto u otras sustancias adheridas a ellas.
- Se supervisó que las formaletas estuvieran bien ancladas al suelo con el fin de que el concreto no ceda y presente hormigueros en la estructura de pavimento.

Figura 45. Replanteo y ubicación de las formaletas.



4.4.5.4 Ubicación de aceros

Las parrillas realizadas en obra de acero corrugado con un $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ se hicieron alrededor de los pozos o sumideros con el fin de que el tráfico no dañaran las estructuras de alcantarillado.

Para los sumideros y pozos las parrillas fueron realizadas en obra, se realizaron a lado del sitio a fundir para mayor comodidad donde los espacios entre varillas fueron chequeados con cinta métrica, los aceros longitudinales y transversales fueron amarrados con alambre con el fin de tener organizado los espaciamientos, también se ubicaron los recubrimientos. Finalmente estas se trasladaron al sitio a fundir.

En la pavimentación de la carrera 17 se realizaron 10 sumideros en total con el fin de garantizar la evacuación de aguas lluvias como se muestra en la figura.

Figura 46. Ubicación de aceros para los pozos tipo 1.

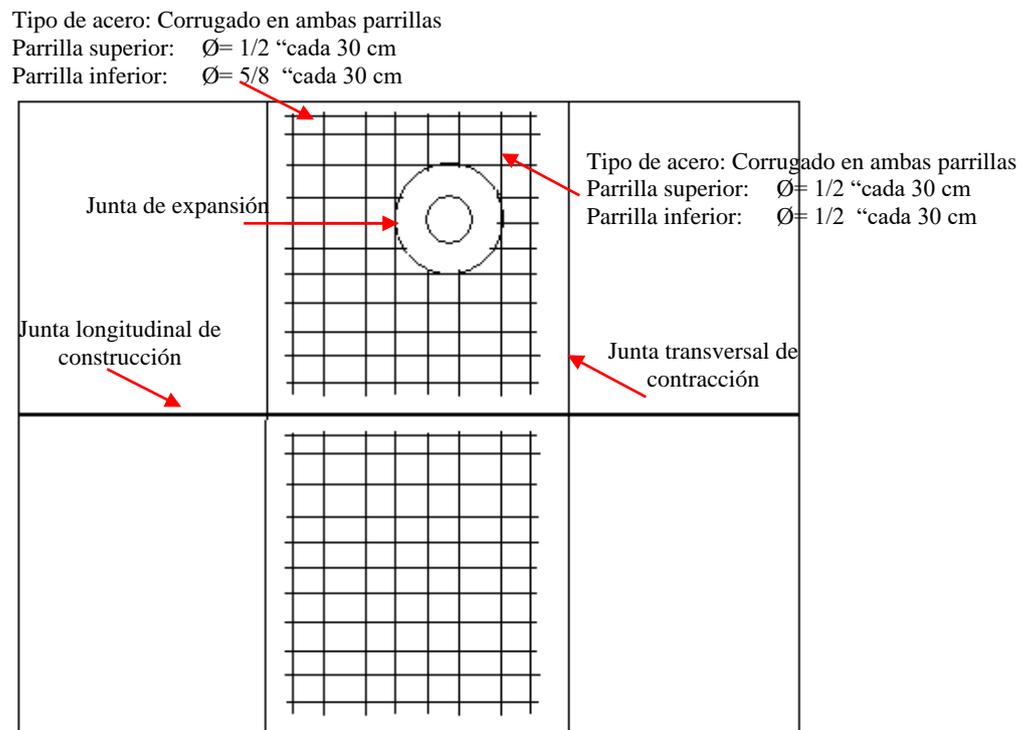


Figura 47. Ubicación de acero pozo tipo2.

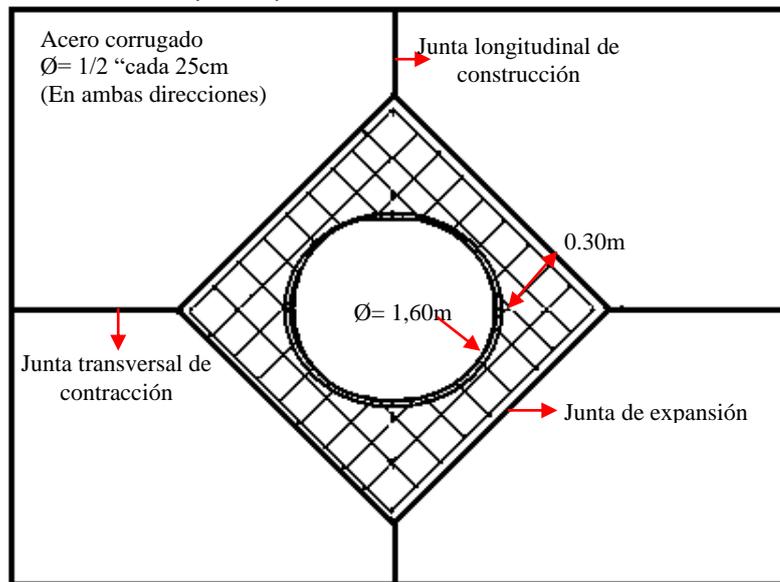
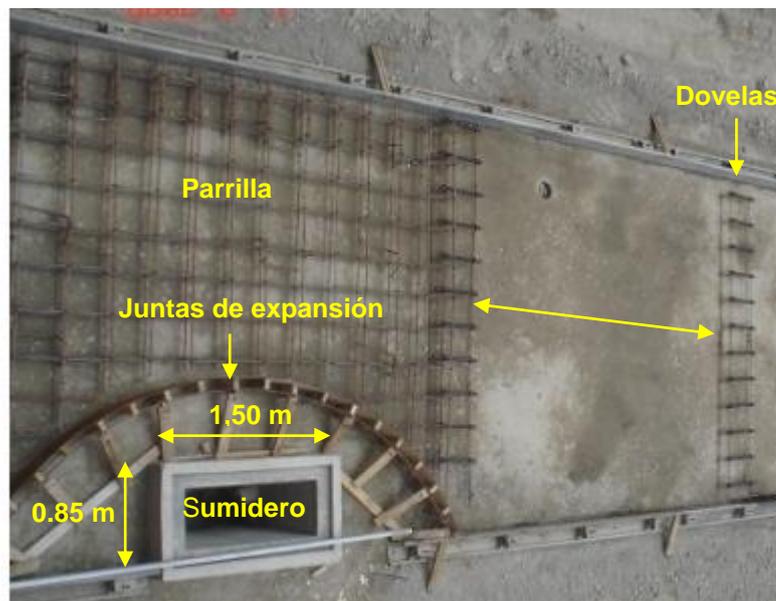


Figura 48. Ubicación de aceros para los sumideros.



4.4.5.4.1 Aportes del pasante

- Se corroboró que los números de aceros, espacios y recubrimientos puestos en las parrillas fueran los exigidos por el diseño.

- Se verificó la ubicación de las dovelas y que estas fueran previamente engrasadas antes de la fundición.
- Se verificó que las dovelas estuvieran sueltas.

4.4.5.5 Colocación del concreto

Una vez preparada la superficie de apoyo del concreto se procede a realizar el vaciado (figura 49). Se utilizaron 4 obreros para la distribución del concreto, el maestro de obra estuvo presente el cual chequeaba el nivel de 25 cm a fundir en espesor, el director de obra junto con interventoria estuvieron presentes para registrar la llegada del concreto, supervisión del vaciado y la toma de cilindros (ver figura 49).

Para la interventoria se tomaron 4 cilindros los cuales sirvieron para el chequeo de la resistencia requerida fuera la suministrada.

Figura 49. Vaciado del concreto.



Para realizar el vaciado del concreto se tuvo en cuenta:

- La caída libre de la mezcla desde el vehículo de transporte en el momento de la descarga fue menor de 1.5 m (ver figura 50), donde se procuró que el vaciado se diera lo más cerca del lugar definitivo de

colocación, para reducir posteriores manipulaciones. El concreto se colocó, vibró y acabó antes de una hora desde el momento de su mezclado.

- El concreto se distribuyó uniformemente por carriles de ancho constante, se compactó por vibración y se enrasó con elementos adecuados dando una superficie uniforme, lisa y libre de irregularidades (ver figura 50).

Figura 50. Distribución del vaciado del concreto.



4.4.5.5.1 Aportes del pasante

- Se verificó que los elementos vibratorios de las máquinas no se apoyarán sobre pavimentos terminados o encofrados laterales.
- Se verificó que el concreto no presentara segregaciones.

4.4.5.6 Acabado superficial

Se procuro terminar el proceso de acabado con luz natural, dado el caso de no alcanzar a finalizar el proceso fue necesario instalas equipos de iluminación que resultaran idóneo para la culminación de la actividad.

Una vez terminada esta operación y mientras el concreto se encontraba en estado plástico, se comprobó el acabado superficial con una regla de 3m colocada en cualquier sector de la calzada, verificando que las irregularidades no excedieran de 5mm. Cuando se presentaran diferencias, se agregó concreto fresco o bien se eliminaron los excesos con los bordes de la llana.

Terminadas las operaciones de acabado, se redondeaban cuidadosamente los bordes de las losas con una llana especial de 12mm de radio. Las juntas transversales de construcción y las de dilatación se redondearon del mismo modo, pero con una llana de radio de 6mm.⁷

Después de comprobar el acabado superficial y cuando el brillo producido por el agua desapareció, se le dio al pavimento una textura transversal homogénea, en forma de estriado, por la aplicación manual de un cepillo flotador con púas de alambre (ver figura 51), en forma sensiblemente perpendicular al eje de la calzada, de tal forma que las estrías tuvieran unos 2mm de profundidad.

Estas se realizaron con el fin de darle la rugosidad para garantizar la fricción del pavimento con la llanta de los vehículos.

Figura 51. Realización de estriado.



⁷ Ibíd., p.500-1.

4.4.5.7 Protección del concreto fresco

Una vez terminados los procedimientos de acabados del concreto se procedió a rociar en la superficie de este con un anti-sol evitando que el sol evapore el agua de la mezcla. También se prohibió todo tipo de tránsito sobre él, excepto el necesario para la elaboración de las juntas.

4.4.5.7.1 Aportes del pasante

- Durante el tiempo de fraguado, se verificó que el concreto estuviera protegido contra el lavado por lluvia e insolación, para no interrumpir la composición del concreto.

4.4.5.8 Curado del concreto

El curado del concreto se realizó en todas las superficies libres, incluyendo los bordes de las losas dentro de los siguientes siete días a la deposición del concreto.

4.4.5.9 Extracción de formaleta

La extracción de formaleta se efectuó luego de transcurridas 16 horas a partir de la colocación del concreto, teniendo en cuenta la opinión de Interventoria sobre la resistencia alcanzada por el concreto.

4.4.5.9.1 Aportes del pasante

Se verificó que la extracción de formaleta se efectuara de forma adecuada es decir sin excesos de fuerza o golpes con elementos que pudieran dañar el acabado del concreto.

4.4.5.10 Elaboración de juntas

En las juntas transversales, el concreto endurecido se elaboro las juntas antes de que se produjeran grietas de retracción en la superficie. Las juntas

longitudinales se aserraron después de 24 horas de construido el pavimento, donde se aseguró la no circulación de tráfico, ni siquiera de obra, hasta que se haya hecho esta operación.

4.4.5.11 Apertura al tránsito

En esta etapa no hubo apertura del tránsito, simplemente se tuvo especial cuidado con la maquinaria a transitar en la obra como es el caso del mixer⁸ a la hora de fundir los new jersey⁹, andenes, reparación de hormigueros y tránsito de personal de obra. Para evitar posible confusión con la apertura del tránsito n el pavimento a fundir fue señalizado y tapado.

Según lo estipulado por el contrato la apertura del tránsito de la carrera 17 se efectuará a mediados del mes de diciembre del 2009, tiempo en el cual la resistencia de concreto ya habrá alcanzado una resistencia a flexo-tracción del 80% de la especificada a 28 días.¹⁰

4.4.6 Condiciones para el recibo de los trabajos

4.4.6.1 Aportes del pasante

Durante la ejecución de los trabajos el pasante tuvo en cuenta los siguientes controles:

- se verificó el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el constructor.
- Se comprobó que los materiales a utilizar cumplieran todos los requisitos de calidad exigidos, de igual forma se efectuaron los ensayos necesarios para el control de la mezcla.

⁸ Mixer= Carro mezclador.

⁹ New Jersey= Separador para vías.

¹⁰ Ibid., p.500-1.

- Se observó la correcta aplicación del método de trabajo aprobado en cuanto al transporte, colocación, compactación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas de concreto que constituyen el pavimento.

4.4.7 Fundición del new jersey

El new jersey es un separador hecho en concreto premezclado que se hace con el fin de organizar de manera visual los sentidos de las calzadas y evitar posibles invasiones de calzadas por parte de los conductores.

La fundición del new jersey se realizó en tramos de 12 metros lineales longitudinalmente a la carrera 17 para un total de 503 metros lineales fundidos, como refuerzo se utilizaron varillas de $\frac{1}{2}$ " las cuales fueron ancladas con una lechada de concreto en la sub-base de la estructura del pavimento y en cuanto a su recubrimiento se utilizaron panelas prefabricadas (ver figura 52).

Figura 52. Formación de formaletas para new jersey.



4.4.7.1 Aportes del pasante

- se verificó que la formaleta cumpliera con las especificaciones de diseño en cuanto a su figuración, aceros y recubrimientos dentro de ella.

- Se revisó la calidad del vaciado del concreto con el ensayo de asentamiento mencionado anteriormente.
- Se comprobó la toma de niveles con la topografía a la hora de efectuar la armada de la formaleta.
- Se determinó que el apuntalamiento de las formaletas estuviera adecuado para evitar posibles hormigueros, además se aseguraron las formaletas con 6 varillas a cada lado ajustándola con bloques de madera. (figura 52).
- Se verificó el cambio efectuado por las formaletas metálicas para la fundición.
- Se determinó que la realización de las juntas se crearan como mínimo después de 72 hora para evitar que el new jersey se fisurara (ver figura 53).

Figura 53. Formación de juntas y terminado del new jersey.



En los new jersey se presentaron algunos hormigueros de leve relevancia (ver figura 54) por reutilización de las formaletas en madera a los cuales se le realizó una reparación superficial con una mezcla de arena cernida, cemento blanco, cemento gris y un aditivo SikaLatex (sirve para unir el concreto viejo

con el nuevo aplicado). Después de lo anterior la interventoria exigió formaletas metálicas a la constructora para evitar los hormigueros además de agilizar la fundición de estas.

Figura 54. Reparación de new jersey.



4.4.8 Fundición de andenes

Los andenes diseñados en la pavimentación de la carrera 17 no son de tipo peatonal, si no que servirán para el mantenimiento que desee hacer en el puente. Estos poseen un dimensión de 0.8 m de ancho, altura de 0.25 m de alto de pavimento, con acero corrugado de $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ espaciados cada 15 cm.

Figura 55. Fundición de formaletas.



4.4.9 Instalación de barandas

Las barandas son los elementos con los cuales se desea lograr mayor seguridad tanto a los peatones como a los vehículos que circularan por las vías lentas. Para esta actividad se contrato con la supervisión del interventor a un personal especializado no solo en la ejecución de las barandas si no en su instalación. ¹¹

Se instalaron 490 barandas en el puente, las cuales fueron ensambladas y soldadas en obra (ver figura 56). En las barandas se dejaron empalmes horizontales los cuales iban puestos con el fin de brindarle movimiento a esta estructura.

Figura 56. Soldadura de barandas.



La prueba de soldadura que se realiza a las barandas después que eran instaladas, consiste en realizar una prueba al 10% de 490 barandas instalada, la cual nos da 49 barandas por probar la cual se redondeo a 50. Debido a esto se empezó por el costado sur después de 10 postes se efectuaba la prueba.

La limpieza de poste a analizar consiste en retirar los escombros dejados por la soldadura con una brocha y cepillo metálico. Después de esto por parte del técnico se efectuó en el área de soldadura la aplicación de un limpiador,

¹¹ WWW.Tecnovial.com. Barandas para puentes.pdf. Septiembre 18 2009.

penetrante (su función era buscar poros abiertos) y el revelador (anuncia en color rojo pronunciado la fisura de soldadura) limpiándolo al final con un pañuelo de papel se retiraban los excesos, al cual después de 5 minutos nos daba un color blanco con el que se revelaba que la soldadura estuviera bien (ver figura 57). Al final de la prueba estos postes fueron referenciados con un marcador blanco donde se muestra el número de poste y los sentidos en que se encuentra para poder así referenciar en caso de alguna reparación.

En el costado sur después de realizada la prueba se encontró que en 2 postes de los 25 probados la presencia de fisuras de leve relevancia las cuales fueron reparado con una nueva soldadura.

Figura 57. Prueba de soldadura.



4.4.9.1 Aportes del pasante

- Se verificó que las soldaduras realizadas en la instalación de las barandas cumplieran a la hora de realizar la prueba.
- Se supervisó que se efectuaran las 50 pruebas por parte del técnico.

5 SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA OBRA

En la actualidad se ha tomado conciencia sobre la seguridad industrial en las obras de ingeniería, gracias al avance que se ha tenido en las construcciones, según estudios en Colombia de acuerdo a estadísticas del ISS en los procesos de accidentalidad¹² se puede observar que:

Tabla 3. Estadísticas de accidentalidad en Colombia según el ISS

ACTIVIDAD	ACCIDENTALIDAD EN %
Cimentación y estructura	48,6
Excavación	16,2
Acabados	12,4
Colocación de muros y techos	10,9

Tabla 4. Los riesgos de mayor relevancia en Colombia según el ISS.

ACTIVIDAD	RIESGOS EN %
Trabajo en alturas	30,3
Caída de materiales	15,8
Estado e instalación de equipos de trabajo	9,6
Manejo de herramientas y equipos	5,8
Falta de señalización y orden	5,6
Fallas en el desarrollo de la obra	4,9
Factores psicosociales	1,5
No usar o no disponer de elementos de protección	1,3

Lo anterior muestra que es de vital importancia la parte de seguridad industrial en las obras civiles y que la estadísticas de accidentalidad son muy elevadas, pero de igual se pueden disminuir teniendo la precauciones adecuadas como es el caso del puente del paso deprimido, donde la seguridad es un requisito primordial e indispensable tenido en cuenta por los supervisores de INVIAS. Durante el mes de junio se capacitó a los trabajadores del consorcio (tabla 5), en seguridad industrial, salud ocupacional (SISO) y la parte ambiental.

¹² WWW.Colmena riesgos profesionales.com .Octubre 23-2009

Tabla 5. Capacitaciones ambientales, seguridad industrial y salud ocupacional mes de junio.

TEMA DE CAPACITACIÓN	DICTADA POR	ORIENTADA A PERSONAL	FECHA	SITIO
Actualización de panorama de factores de riesgo	Residente SISO	Obra	02/06/09	Obra
Reglamento de higiene y seguridad industrial	Residente SISO	Obra	09/06/09	Obra
Cargas posturales	ARP SURA	Obra	10/06/09	Hotel panorama
Servicios de ARP y EPS y reporte de accidentes de trabajo	Residente SISO	Obra	12/06/09	Obra
Protección solar	Residente SISO	Obra	17/06/09	Obra
Obligaciones y responsabilidades en el manejo de vehículos de carga-personal nuevo	Residente Ambiental	Obra	17/06/09	Obra
Jornada de salud	Saludcoop	Obra y Oficina	19/06/09	Obra y oficina
Prevención de accidentes en obras de construcción	Residente SISO	Obra	24/06/09	Obra
Contaminación del agua	Residente ambiental	Obra	30/06/09	Obra
Servicios prestados por cajas de compensación	Comfacauca y Residente SISO	Obra	30/06/09	Obra

Como supervisores se observó que durante la construcción del paso deprimido se contó con un personal especializado en seguridad industrial y salud ocupacional, quien estuvo presente durante las actividades de la obra, ya que según la actividad a efectuar se tomaron las prevenciones correspondientes. Entre los implementos de seguridad básicos y requeridos para todo el personal estuvieron: casco, guantes, gafas, zapatos adecuados, botas, señalización, Arnés etc. Además de esto se da una charla de cómo deben ser usados y su importancia.

Los cambios respecto a seguridad industrial dentro de la obra se fueron modificando de acuerdo a las necesidades, actividades y avances de la obra donde (ver figura 58):

- La señalización temporal se modificó de acuerdo al avance de la obra (1).
- Se realizaron reposición y cerramientos de mallas según la actividad a ejecutar en obra (9).

- Vías vehiculares fueron modificadas en su utilización debido a las actividades realizadas en obra (5).
- Ubicación de maletines en sectores de excavación para evitar el paso de particulares (6).
- Creación de senderos peatonales en la vía apoyado por paleteros con traje reflectivos para facilitar la visión (3).
- Cubrimiento con plástico de los cables tensores de las vigas a fin de evitar accidentalidad.
- Taponamiento de huecos en vías cercanas a la obra con el fin de facilitar el tráfico que va hacia la obra (8).
- Instalación de cintas de prevención y conos reflectivos para evitar paso de personas particulares a la obra y a su vez posibles accidentes (4).
- Los vehículos (volquetas) cumplieron con las normas de transporte y carpado de materiales esto fue supervisado por personal ambiental, SISO e Interventoría, en base a las licencias de CRC.

Figura 58. Señalización, delimitación y demarcación de obra.



Finalmente se observó el continuo seguimiento a los permisos (para la compra de material como permisos a entidades que regulan) de proveedores y permisos propios del consorcio ESTYMA JMV, relacionados con materiales de obra y necesidades de recursos naturales (ver tablas 6 y 7).

Tabla 6. Estado de permisos y licencias de proveedores.

Recursos	Proveedor	Legalidad	Vigencia
Sub Base Triturado	CONEXPE	Ingeominas cem-156 sesión dms 0431	Desde sept. 29/03 hasta sept. 29/2013
		Minercol N° 3-187-2001	Desde feb. 12/03 hasta feb. 11/2033
		CRC N°0121 FEB. 12/03	
Mezcla Asfáltica	AGREMEZCLAS	N° 0136 de 1997 sept./17 2007	Desde sept. 17/07 hasta sept. 16/2009
Arena	Fernando Saldaña	IGEOMINAS GIAM 06-00380	Desde 27 de mayo de 2009 hasta el 26 de mayo de 2036

En cuanto a seguridad social y parafiscales la Interventoría verificó mediante visitas de campo y documentación presentada por el contratista, la afiliación y soportes de pago a seguridad social integral (salud, pensión, ARP) y parafiscales.

Tabla 7. Estado de permisos y licencias ambientales y municipales requeridas Por el Contratista

TIPO DE PERMISO	ACTO ADMINISTRATIVO	VIGENCIA	AUTORIDAD QUE OTORGA	ESTADO	AVANCE A LA FECHA
PERMISOS DE APROVECHAM. FORESTAL	Resolución No. 123 del 09 de Abril/08. Autorización para tala de especies y compensación.	Desde el 09 de Abril/08 hasta el 08 de julio /08	CRC	Cerrada	Tala: 42 árboles, traslado: 4 árboles, siembra: 1.200 árboles y resiembra 1.020. Se entregan sectores trasplantados, sembrados y mantenidos, de acuerdo con los términos y obligaciones de la Autoridad Ambiental CRC. Actividad cumplida 100% y recibida por CRC. Recibo certificación ambiental, pendiente cierre del expediente.
	Resolución No. 214 del 10 de Julio/08. Prórroga a la Res. 123/08 de cumplimiento con la compensación.	Desde el 10 de Julio/08 hasta el 09 de octubre /08.	CRC	Cerrada	X
	Resolución No. 328 del 15 de octubre/08. Prórroga para la Resolución 123/08.	Desde el 28 de octubre/08 hasta el 27 de abril de/09.	CRC	Cerrada	X
	Resolución No. 192 del 06 de Junio/08. Aclaración de la actividad de compensación. Sp arbóreas.	Desde el 09 de Abril/08 hasta el 08 de julio/08.	CRC	Cerrada	X
	Resolución No. 278 del 22 de agosto/08. Autorización para tala de trece individuos adicionales y compensación.	Desde el 26 de agosto/ 08 hasta el 25 de noviembre/08.	CRC	Cerrada	Tala: 9 árboles, traslado: 4 árboles. Medidas compensatorias: Siembra de 50 individuos de nacedero ribera sur río Molino, Mantenimiento 42 árboles localizados en el separador central carrera 17 hasta piedra sur. Actividad cumplida 100% y recibida por CRC. Recibo certificación ambiental, pendiente cierre del expediente.
	Resolución No. 384 del 3 de diciembre /08. Prórroga a la resolución 278 del 22 de agosto/08.	Desde el 3 de diciembre de 2008 hasta el 2 de junio de 2009	CRC	Cerrada	X
PERMISOS DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS	Permiso No. 015111. Disposición de escombros provenientes de obra. Escombrera El Ojito.	Desde el 28 de Abril/08 y por la duración de las obras de acueducto y alcantarillado	Alcaldía municipal de Popayán.	Vigente	X
	Resolución No. 0471 del 8 de agosto de 2008. . Disposición de escombros. Escombrera "Escombreras" Km. 2 vía al Tambo.	Desde el 8 de Agosto/08 hasta el 7 de agosto de 2010.	CRC	Vigente	X
PERMISOS DE FUNCIONAMIENTO PLANTA DE CONCRETOS	Licencia ambiental para el funcionamiento de planta de producción de concretos.		CRC	Traspaso de licencias, permisos, autorizaciones de Cementos ARGOS a ESTYMA JMV.	Plan de medidas aprobado mediante Resolución 0284 para el funcionamiento de la planta de concreto. Anexo 1.

5.1 Capacitaciones ambientales y siso, inducciones al personal

- Obligaciones y deberes de conductores de vehículos de carga pesada.
- Limpieza de vehículos.
- Instalación de señalización a personal de trabajo redes secas.
- Capacitación medidas ambientales para planta de concretos.
- Uso y aseo de servicios sanitarios.
- Seguridad y comportamiento en obra.
- Higiene Postural y manejo de cargas.
- Manejo de incendios y extintores.
- Estilos de vida saludable: Alcoholismo y sustancias psicoactivas.

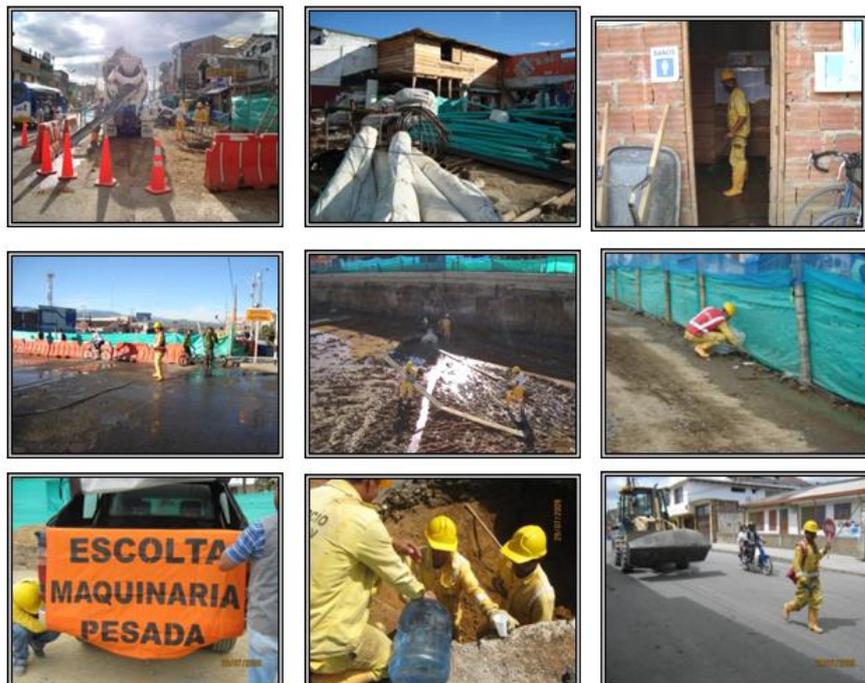
Figura 59. Capacitaciones ambientales y siso, inducciones al personal



5.2 Manejo ambiental de obra:

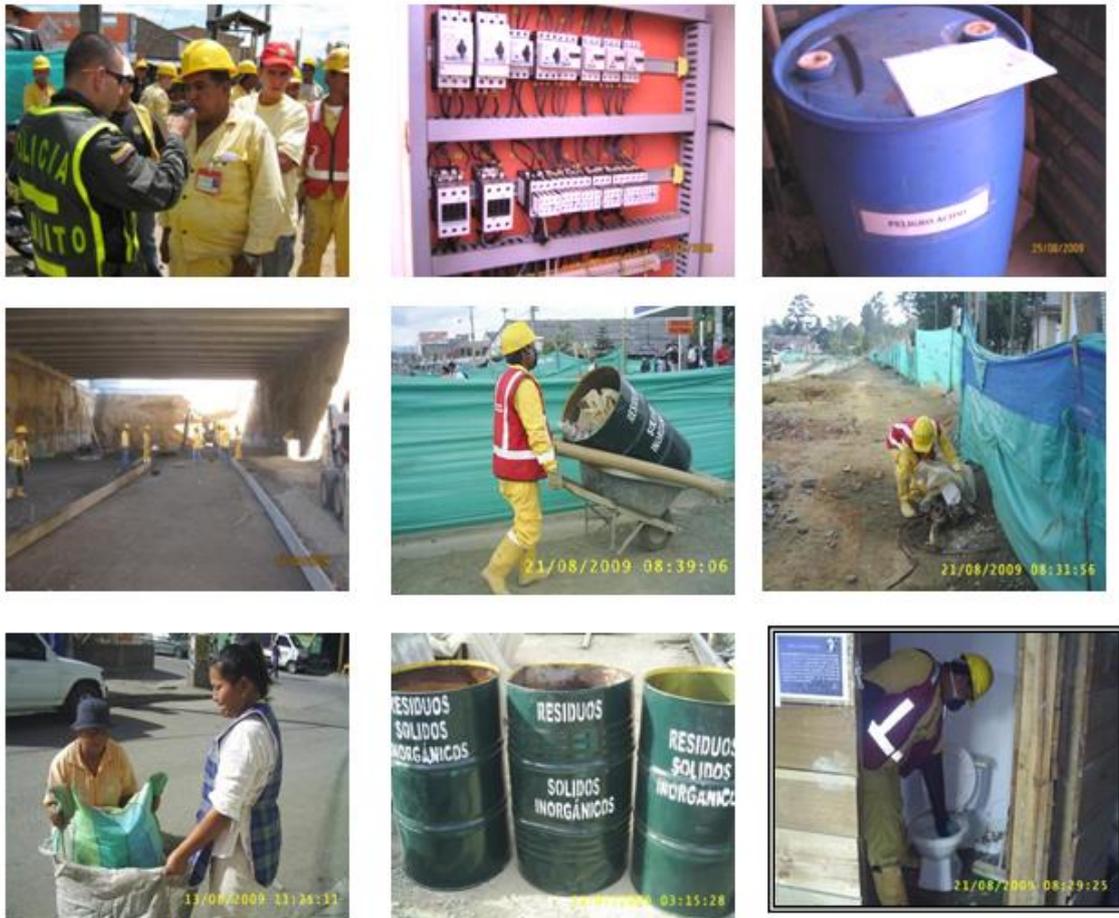
- Señalización en proceso de fundición de cámaras de alcantarillado.
- Estado del confinamiento de materiales en almacén.
- Aseo de los servicios sanitarios.
- Humectación de la vía, Paso peatonal.
- Delimitación con maletines reflectivos para regular el paso de particulares.
- Evacuación del agua de subterránea e instalación de tubería.
- Limpieza de los frentes o sitios donde se culmina la actividad realizada en obra.
- Escolta utilizada para el transporte de maquinaria como volquetas, excavadora hidráulica, maquina de transporte de concreto (mixer).
- Hidratación de personal en obra.
- Acompañamiento para el traslado interno de la maquinaria con el de generar accidentes dentro de la obra.

Figura 60. Manejo ambiental de obra.



- Prueba de alcoholemia a personal de obra, por parte de policía.
- Revisión de instalaciones eléctricas en Planta de concreto
- Fichas de seguridad de químicos peligrosos en planta de concreto
- Entrega de materiales reciclables provenientes de oficina,
- Acopio de residuos sólidos en obra

Figura 61. Otros manejos ambientales de obra



6 DIFICULTADES Y AFECTACIONES AL DESARROLLO DEL PROYECTO

Durante las excavaciones del paso deprimido se encontraron irregularidades como algunos hormigueros en el concreto de las pantallas pre-excavadas como inconveniente común debido al proceso constructivo empleado. La Interventoría realizó dichas observaciones mediante un oficio, con base en esto mediante especialistas en estructura se elaboró un procedimiento de dichas irregularidades y lo remitió en un oficio.

El procedimiento a efectuar fue:

- Realizar una demolición alrededor del hormiguero para uniformizar la superficie en todo el espesor de la pantalla.
- Aplicación de un aditivo para garantizar la adherencia entre el concreto nuevo y viejo.
- Colocación de las formaletas y vaciado de concreto de las mismas características (Tremie)¹³.

6.1 Procedimiento para reparación de hormigueros en el concreto de las pantallas pre-excavadas



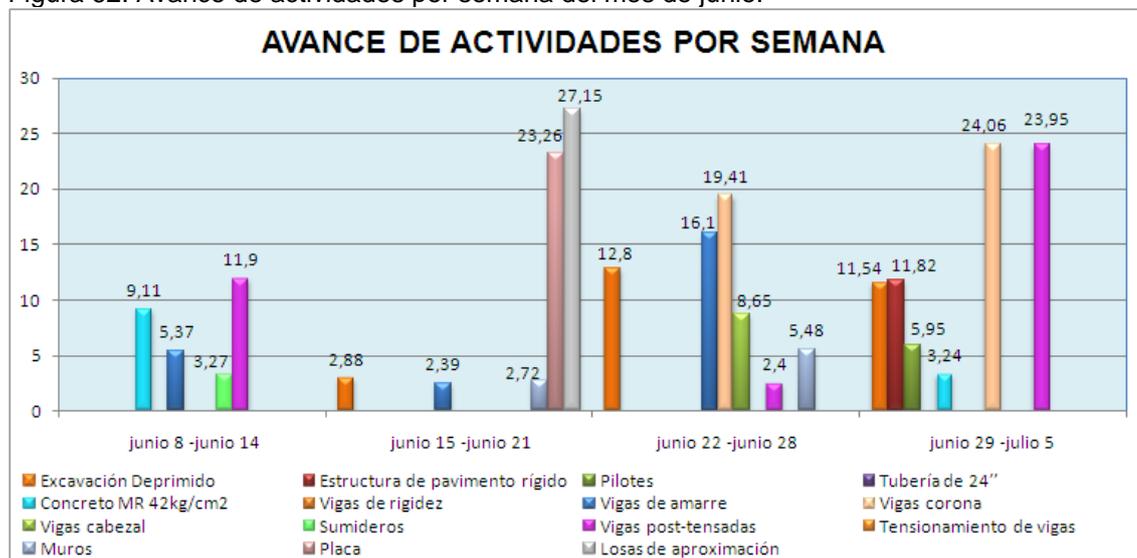
¹³ Tremie= Concreto dosificado ymezclado en planta, diseñado con una consistencia fluida.

7 AVANCE DE OBRA RELACIONADA CON LA CONSTRUCCIÓN DEL DEPRIMIDO DEL MES DE JUNIO

Tabla 8. Avance de obra del mes de junio

No.	Actividad	Cantidad Total	Ejecutado	
			Acumulado	%
1	Excavación Deprimido	34720,80 m ³	14795,38 m ³	42,61%
2	Estructura de pavimento rígido	406,00 m	96,00 m	23,65%
3	Pilotes	420,00 m	53 unid	12,62%
4	Tubería de 24"	429,00 m	264,00 m	61,54%
5	Concreto MR 42kg/cm ²	2111,00 m ³	455,17 m ³	21,56%
6	Vigas de rigidez	82,61 m	82,61 m	100,00%
7	Vigas de amarre	335,41 m	335,24 m	99,95%
8	Vigas corona	128,82 m	55,94 m	43,42%
9	Vigas cabezal	208,0 m	88,00 m	42,31%
10	Sumideros	16,0 unid	2,0 unid	12,50%
11	Vigas post-tensadas	200,4 m ³	109,64 m ³	54,71%
12	Tensionamiento de vigas	158114 ton-m	69568 ton-m	44,00%
13	Muros	132,2 m ³	39,53 m ³	29,9%
14	Placa	335,4 m ³	187,86 m ³	56,01%
15	Losas de aproximación	100,00 m	27,15 m	27,15%

Figura 62. Avance de actividades por semana del mes de junio.



En la figura 62 se observa el avance de las diferentes actividades en la obra por semana:

Actividades realizadas en la semana de junio 15-junio 21 propuesta por el consorcio ESTYMA JMV:

1. Excavaciones para la conformación del paso deprimido
2. Fundir la placa N° 1 sobre la viga post-tensada del retorno de la carrera 17 con calle 4.
3. Excavación para la instalación de tubería novafort de diámetro 24" de alcantarillado pluvial en el tramo pz7-pz6.
4. Reubicación de las redes de Cedelca e instalaciones de postes definitivos
5. Hincado de pilotes de madera.

En esta semana se ejecuto excavación del Paso Deprimido en un total de 1000 m³. La cual dio un porcentaje 2.88%, de esta manera podemos decir que según lo planeado se avanza en esta actividad por el sector norte y sur.

En cuanto a los ítem mencionados 2, 3,4 se efectuaron y sobre la placa de la calle 4 se tuvo un especial cuidado del cual se habla en inicio del documento. Se avanzó en vigas de amarre 8m para un porcentaje de 2,39%, muros en 3,6 m³, placa en 78,0 m³ con un porcentaje de 23,26%, losa de aproximación en 27,25 m con un porcentaje de 27,25%.

Actividades a realizar en la semana de junio 22-junio 28 propuesta por el consorcio ESTYMA JMV:

1. Excavaciones para la conformación del paso deprimido
2. Fundir la estructura del descole a la orilla de río molino.
3. Excavación para la instalación de tubería NOVAFORT de diámetro 24" de alcantarillado pluvial en el tramo pz7-pz6.
4. Reubicación de las redes de CEDELCA e instalaciones de postes definitivos
5. Hincado de pilotes de madera.

En esta semana se ejecutó excavación del Paso Deprimido en un total de 4445,38m³. La cual dio porcentaje 12,8%, de esta manera podemos decir que según lo planeado se avanzo en esta actividad por el sector norte y sur.

En esta semana se avanzó en la construcción de la viga corona 25 m que dio un porcentaje de 19,41%, viga de amarre 54m con un porcentaje de 16,10%, viga cabezal 18 m con un porcentaje de 8,65%, vigas post-tensadas 4,8 m³ que da un porcentaje de 2,4%, muros 7,25 m que da un porcentaje de 5,48%.

Actividades a realizar en la semana de junio 29 – 5 julio propuesta por el consorcio ESTYMA JMV:

1. Excavaciones para la conformación del Paso Deprimido en el costado sur desde la calle 7^a hacia la calle 5.
2. Iniciar la fundida de las losas de aproximación en el acceso sur del Deprimido.
3. Fundida de vigas post tensada sobre la calle 5.
4. Reubicación de las redes de CEDELCA e instalaciones de postes definitivos
5. Hincado de pilotes de madera.

En esta semana se ejecutó excavación del Paso Deprimido en un total de 4008,46 m³. La cual dio un porcentaje 11,54%, de esta manera podemos decir que según lo planeado se avanzó en esta actividad por el sector norte y sur.

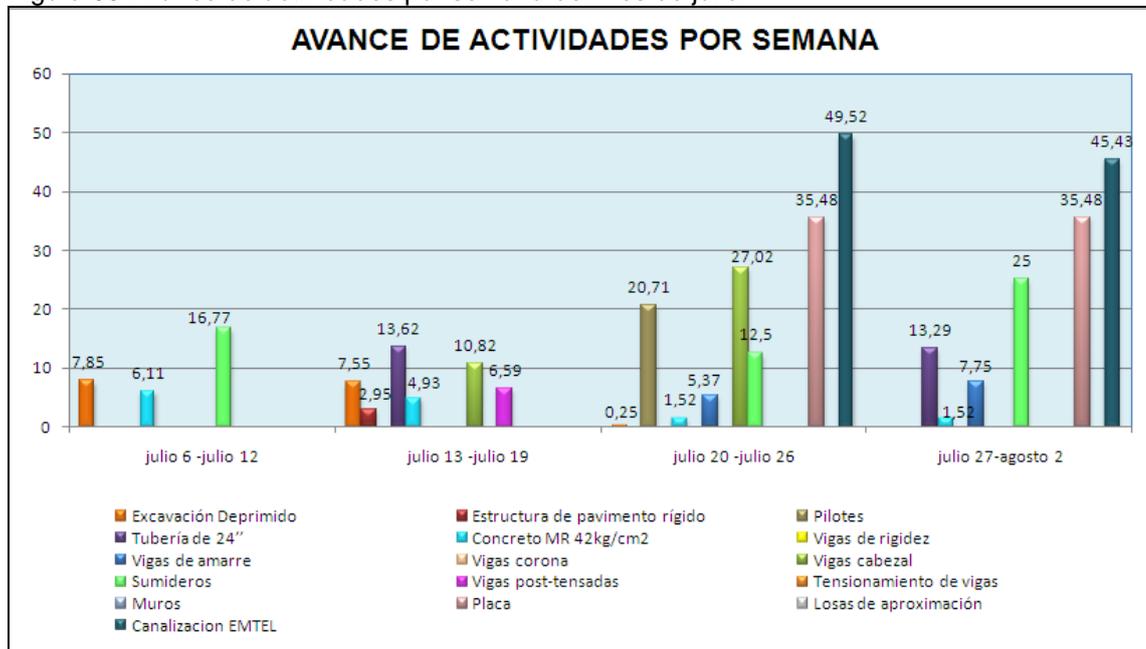
También se avanzó en estructura del pavimento rígido 48m que da un porcentaje de 11,82%, pilotes 25 Und. dio un porcentaje de 5,95%, concreto MR. 42 kg/cm² 68,5 m³ con un porcentaje de 3,24%, vigas post-tensadas 48 m³ con un porcentaje de 23,95%, viga corona 72,88 m para un porcentaje de 56,57%.

8 AVANCE DE OBRA RELACIONADA CON LA CONSTRUCCIÓN DEL DEPRIMIDO DE EL MES DE JULIO

Tabla 9 Avance de obra del mes de julio.

No.	Actividad	Cantidad Total	Ejecutado	
			Acumulado	%
1	Pantallas Pre – excavadas.	3595,82 m3	3595,82 m3	100,00%
2	Excavación Deprimido	34720,80 m3	24236,76 m3	69,80%
3	Estructura de pavimento rígido	406,00 M	156,00 m	38,42%
4	Pilotes	420,00 unid	165,00 unid	39,29%
5	Tubería de 24"	429,00 M	323,98 m	75,52%
6	Concreto MR42kg/cm2	2111,00 m3	788,67 m3	37,36%
7	Vigas de rigidez	82,61 M	82,61 m	100,00%
8	Vigas de amarre	335,41 M	335,41 m	100,00%
9	Vigas Corona	128,82 M	128,82 m	100,00%
10	Vigas Cabezal	208,00 M	178,50 m	85,82%
11	Sumideros	16,00 unid	6,00 unid	37,50%
12	Vigas post – tensadas	200,40 m3	200,40 m3	100,00%
13	Tensionamiento de vigas	158114,00 ton-m	158114,00 ton-m	100,00%
14	Muros	132,20 m3	39,53 m3	29,90%
15	Placa	335,40 m3	335,40 m3	35,48%
16	Losas de aproximación	100,00 M	27,15 m	27,15%

Figura 63 Avance de actividades por semana del mes de julio.



Actividades a realizar en la semana de julio 6 al 12 julio propuesta por el consorcio ESTYMA JMV:

1. Excavaciones para la conformación del Paso Deprimido en el costado sur desde la calle 7A hacia la calle 5.
2. Continuar la construcción de la estructura del pavimento rígido por el costado sur.
3. Fundida de vigas post- tensadas sobre la calle 5.
4. Reubicación de las redes de Cedelca e instalación de postes definitivos.
5. Hincado de pilotes de madera.

En esta semana se ejecutó excavación del Paso Deprimido en un total de 2726,92 m³. La cual dio un porcentaje 7,85%, de esta manera podemos decir que según lo planeado se avanzó en esta actividad por el sector sur.

En la construcción de la estructura del pavimento rígido se avanzó en 129 m³ con un porcentaje de 6,11%, vigas post-tensadas 33,6m³ que dio un porcentaje de 16,77%.

Actividades a realizar en la semana de 13 julio al 19 julio propuesta por el consorcio ESTYMA JMV:

1. Excavaciones para la conformación del Paso Deprimido en el costado sur desde la calle 7A hacia la calle 5.
2. Continuar la construcción de la estructura del pavimento rígido por los costados norte y sur.
3. Fundida de vigas post - tensadas sobre la calle 5, figurado y amarre del acero para la fundida de la placa sobre la calle 5.
4. Reubicación de las redes de CEDELCA e instalación de postes definitivos.
5. Hincado de pilotes de madera.

En esta semana se ejecutó excavación del Paso Deprimido en un total de 2620,0 m³. La cual dio un porcentaje 7,55%, de esta manera podemos decir que según lo planeado se avanzó en esta actividad por el sector sur desde la calle 7A hacia la calle 5.

En la construcción de la estructura del pavimento rígido se avanzó en 104 m³ con un porcentaje de 4,93%, vigas post-tensadas 13,2m³ con un porcentaje de 6,59%, viga cabezal 22,50 m para un porcentaje de 10,82%.

Actividades a realizar en la semana de julio 20 al 26 julio propuesta por el consorcio ESTYMA JMV:

1. Excavaciones para la conformación del paso deprimido en el costado sur desde la calle 7A hacia la calle 5.
2. Continuar la construcción de la estructura del pavimento rígido por los costados norte y sur.
3. Figurado y amarre del acero para la fundida de la placa sobre la calle 5.
4. Reubicación de las redes de CEDELCA e instalación de postes definitivos.
5. Hincado de pilotes de madera.

En esta semana se ejecutó excavación del Paso Deprimido en el costado sur desde la calle 7A hacia la calle 5 en un total de 83,0 m³. La cual nos da un porcentaje 0,25%, de esta manera podemos decir que según lo planeado se avanza.

En la construcción de la estructura del pavimento rígido se avanzo en 32,0 m³ que da un porcentaje de 1,52%, vigas de amarre 18m³ que da un porcentaje de 5,37%, viga cabezal 56,25 m para un porcentaje de 27,04%, sumideros 2 und que da un porcentaje 12,50%, placa 119 m³ que da un porcentaje de 35,48%, Canalización Emtel 52 m que da un porcentaje de 49,52%.

Actividades a realizar en la semana de 27 julio al 02 agosto propuesta por el consorcio ESTYMA JMV:

1. Excavaciones para la conformación del Paso Deprimido en el costado sur desde la calle 7A hacia la calle 5.
2. Continuar la construcción de la estructura del pavimento rígido por los costados norte y sur.
3. Figurado y amarre del acero para la fundida de la placa sobre la calle 5.
4. Reubicación de las redes de CEDELCA e instalación de postes definitivos.
5. Hincado de pilotes de madera.

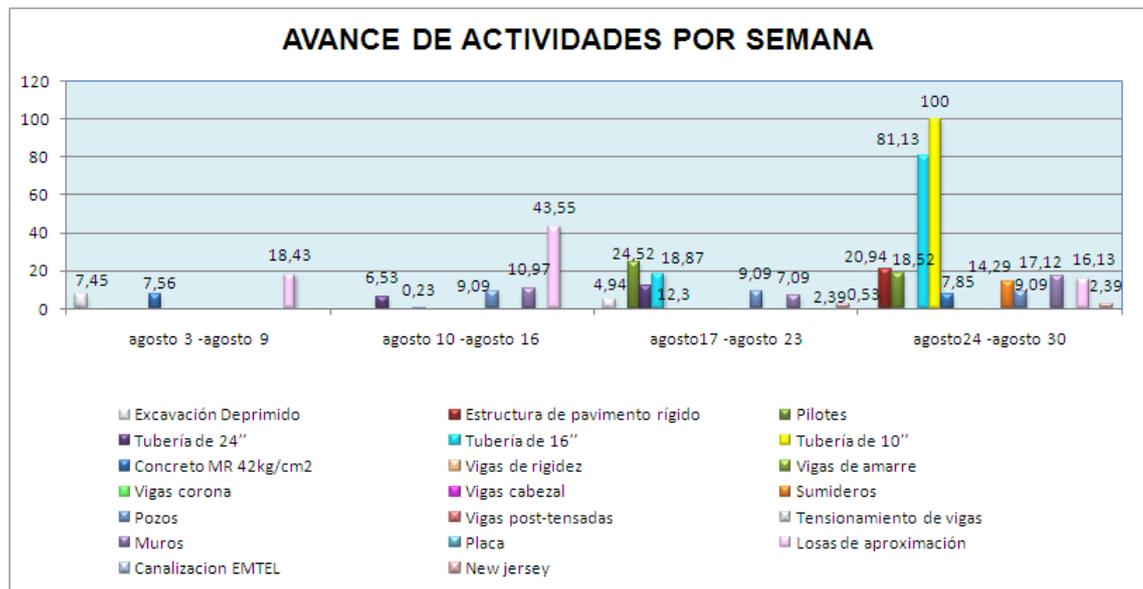
En esta semana se ejecutó en la construcción de la estructura del pavimento rígido se avanzo en 32,0 m³ que da un porcentaje de 1,52%, vigas de amarre 26 m³ que da un porcentaje de 7,75%, sumideros 4 und que da un porcentaje 25,0%%, placa 119 m³ que da un porcentaje de 35,48%, Canalización Emtel 47,70 m que da un porcentaje de 45,43%, tubería de 24" se avanzo en 57m que da un porcentaje de 13,29%.

9 AVANCE DE OBRA RELACIONADA CON LA CONSTRUCCIÓN DEL DEPRIMIDO DESDE INICIO- AGOSTO 30

Tabla 10. Avance de obra del mes de agosto.

Actividad	Cantidad Total	Ejecutado	
		Acumulado	%
Excavación Deprimido	34720,80 m ³	33879,84 m ³	97,58%
Estructura de pavimento rígido	406,00 m	229,00 m	56,40%
Pilotes	420,00 m	420 unid	100,00%
Tubería de 24"	429,00 m	429,00 m	100,00%
Tubería de 16"	31,79 m	31,79 m	100,00%
Tubería de 10"	64,4 m	64,4 m	100,00%
Concreto MR 42kg/cm ²	2111,00 m ³	1118,67 m ³	52,99%
Vigas de rigidez	82,61 m	82,61 m	100,00%
Vigas de amarre	335,41 m	335,41 m	100,00%
Vigas corona	128,82 m	128,82 m	100,00%
Vigas cabezal	208,0 m	208,0 m	100,00%
Sumideros	16,0 unid	16,0 unid	100,00%
Pozos	11,00 unid	11,00 unid	100,00%
Vigas post-tensadas	200,4 m ³	200,4 m ³	100,00%
Tensionamiento de vigas	158114 ton-m	158114 ton-m	100,00%
Muros	132,2 m ³	71,53 m ³	54,11%
Placa	335,4 m ³	335,4 m ³	100,00%
Losas de aproximación	100,00 m	100,00 m	100,00%
Canalización EMTEL	105 m	105 m	100,00%
New jersey	503 m	60,m	11,93%

Figura 64 Avance de actividades por semana del mes de agosto.



Actividades a realizar en la semana del 3 agosto al 9 agosto propuesta por el consorcio ESTYMA JMV:

1. Excavaciones para la conformación del paso deprimido en el costado sur desde la calle 7A hacia la calle 5.
2. Continuar la construcción de la estructura del pavimento rígido por el costado norte.
3. Figurado y amarre del acero para la fundida de la placa sobre la calle 5.
4. Reubicación de las redes de CEDELCA e instalación de postes definitivos.
5. Hincado de pilotes de madera.

En esta semana se ejecutó excavación del Paso Deprimido en el costado sur desde la calle 7A hacia la calle 5 en un total de 2585,38 m³. La cual dio un porcentaje 7,45%, de esta manera podemos decir que según lo planeado se avanzó.

Se Continuo la construcción de la estructura del pavimento rígido por el costado norte en un total de 159,5 m³. Que da un porcentaje de 7,50%, en cuanto a losas de aproximación 22,85 m que da un porcentaje de 18,43%.

Actividades a realizar en la semana del 10 agosto al 16 agosto propuesta por el consorcio ESTYMA JMV:

1. Excavaciones para la conformación del Paso Deprimido en el costado sur desde la calle 7A hacia la calle 5.
2. Continuar la construcción de la estructura del pavimento rígido por el costado norte.
3. Demoliciones y excavaciones para la construcción de los accesos al puente sobre la calle 5.
4. Reubicación de las redes de CEDELCA e instalación de postes definitivos.
5. Hincado de pilotes de madera.

Se Continuo la construcción de la estructura del pavimento rígido por el costado norte en un total de 4,75 m³. dio un porcentaje de 0,23%, en cuanto a losas de aproximación 54 m con un porcentaje de 43,55%, tubería de 24" 28m con un porcentaje 6,53%, pozos 1 Und. de 11 que se desean poner, muros 14,5 m con un porcentaje de 10,97%.

Actividades a realizar en la semana del agosto 17 al 23 agosto propuesta por el consorcio ESTYMA JMV:

1. Excavaciones para la conformación del Paso Deprimido en el costado sur desde la calle 7A hacia la calle 5.
2. Continuar la construcción de la estructura del pavimento rígido por el costado norte.

3. Demoliciones y excavaciones para la construcción de los accesos al puente sobre la calle 5.
4. Reubicación de las redes de CEDELCA e instalación de postes definitivos.
5. Hincado de pilotes de madera y construcción pilotines de concreto para el New Jersey.

En esta semana se ejecutó excavación del Paso Deprimido en un total de 1716,92 m³. La cual dio un porcentaje 4,94%, de esta manera podemos decir que según lo planeado se avanzó en esta actividad por el sector sur.

En cuanto a pilotes 103 Und que dio un porcentaje 24,52%, tubería de 24" 52,63 m. con un porcentaje de 12,30%, tubería de 16" 6 m. con un porcentaje de 18,87%, pozo 1, muro 9,37 con un porcentaje 7,09%, new jersey 12m con un porcentaje de 2,39%, viga bordillo para baranda 17m.

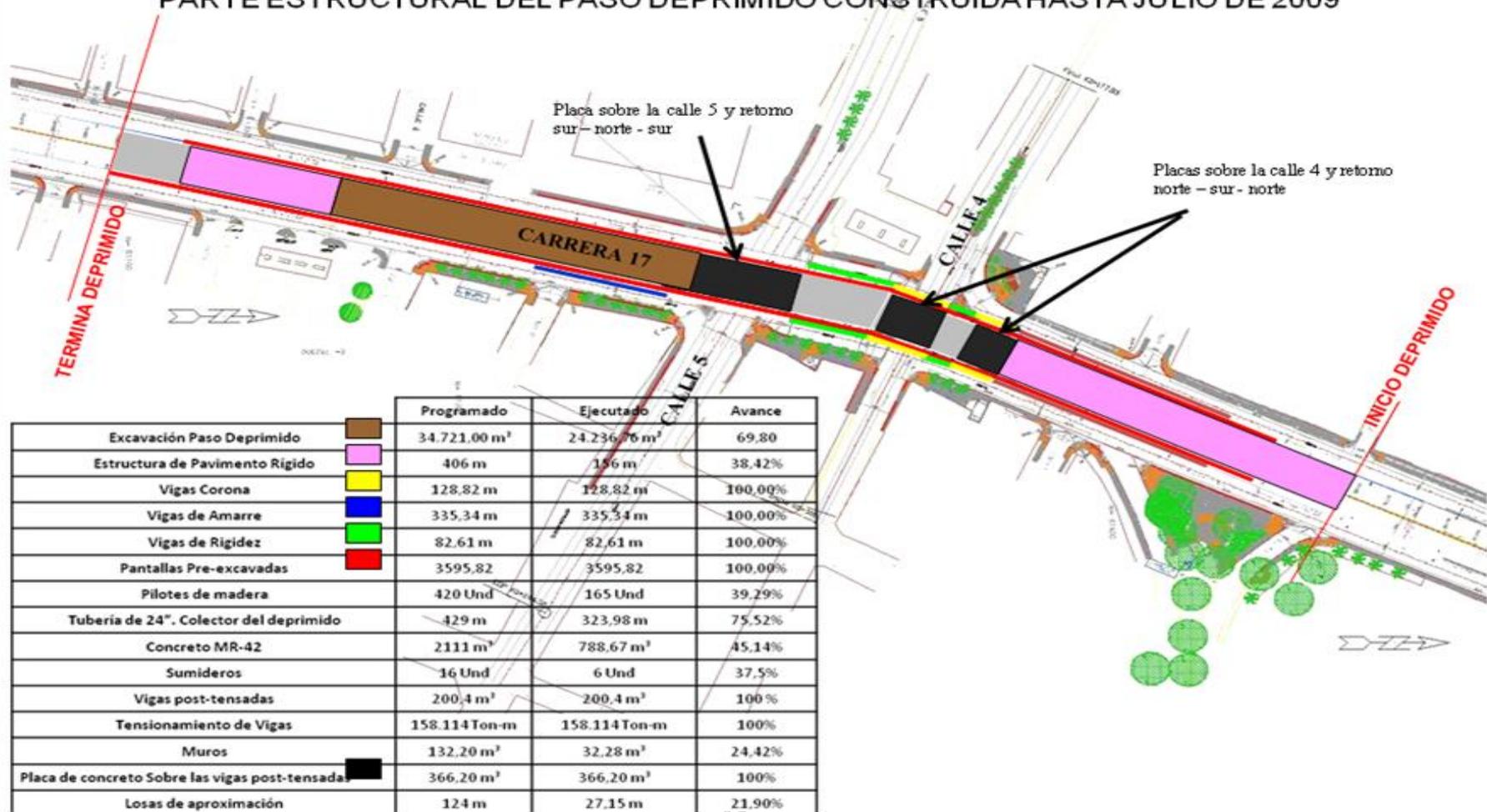
Actividades a realizar en la semana del 24 agosto al 30 agosto propuesta por el consorcio ESTYMA JMV:

1. Excavaciones para la conformación del Paso Deprimido en el costado sur desde la calle 7A hacia la calle 5.
2. Continuar la construcción de la estructura del pavimento rígido por el costado sur.
3. Demoliciones y excavaciones para la construcción de los accesos al puente sobre la calle 5.
4. Reubicación de las redes de CEDELCA e instalación de postes definitivos.
5. Hincado de pilotes de madera, construcción pilotines de concreto para el New Jersey, fundida del New Jersey.

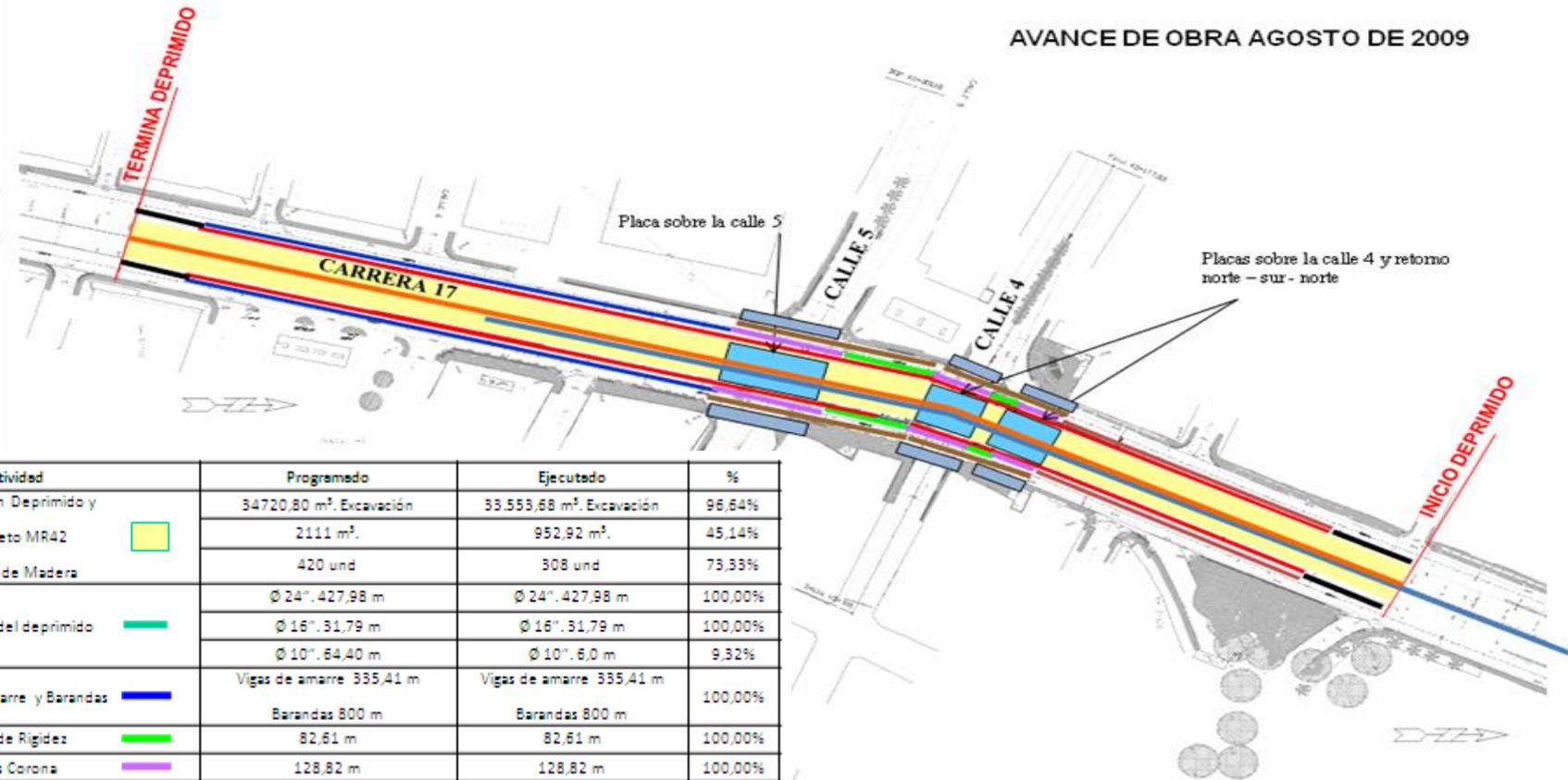
En esta semana se ejecutó excavación del paso deprimido en un total de 183,03 m³. La cual dio un porcentaje 0,53%, de esta manera podemos decir que según lo planeado se avanzó en esta actividad por el sector sur.

En cuanto a pilotes 70 Und. con un porcentaje 18,52%, tubería de 16" 35,79 m. con un porcentaje de 81,13%, tubería de 10" 64,40 m. con un porcentaje de 100%, pozo 1, muro 22,63 con un porcentaje 17,12%, new jersey 12m que da un porcentaje de 2,39%, losa de aproximación 20m que dio 16,13%, sumideros 2 Und. con un 14,29%, estructura de pavimento 85 m. con un porcentaje de 20,94%, concreto MR 165,75 para un porcentaje de 7,85%.

AVANCE DE OBRA
Paso Deprimido por Popayán
 PARTE ESTRUCTURAL DEL PASO DEPRIMIDO CONSTRUIDA HASTA JULIO DE 2009



AVANCE DE OBRA AGOSTO DE 2009



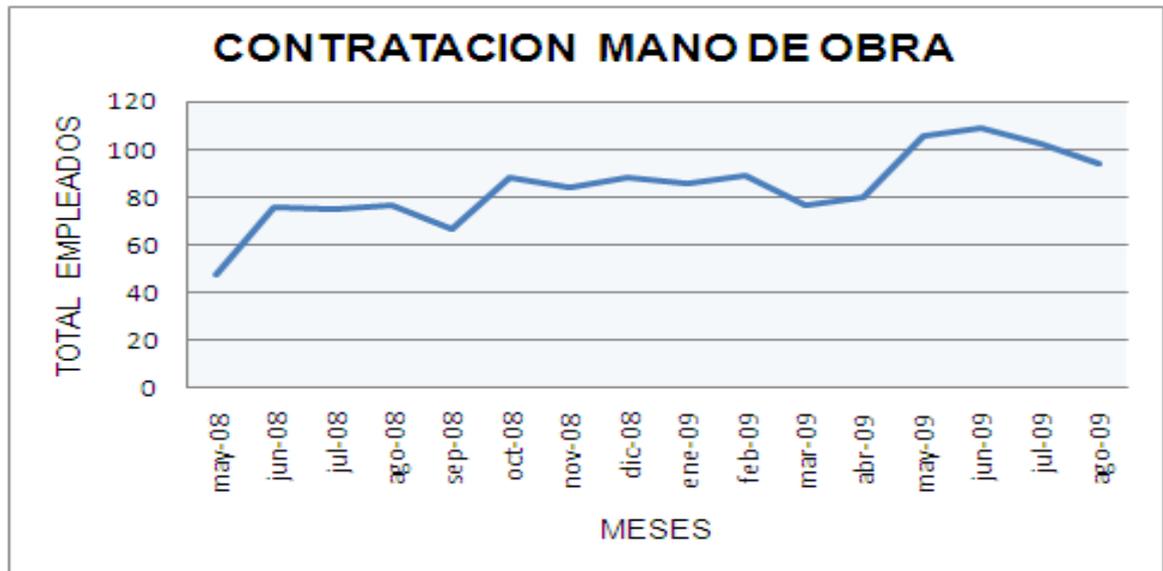
Actividad	Programado	Ejecutado	%
Excavación Deprimido y	34720,80 m ³ . Excavación	33.553,68 m ³ . Excavación	96,64%
Concreto MR42	2111 m ³ .	952,92 m ³ .	45,14%
Pilotes de Madera	420 und	308 und	73,33%
Colector del deprimido	Ø 24". 427,98 m	Ø 24". 427,98 m	100,00%
	Ø 16". 31,79 m	Ø 16". 31,79 m	100,00%
	Ø 10". 64,40 m	Ø 10". 6,0 m	9,32%
Vigas de Amarre y Barandas	Vigas de amarre 335,41 m	Vigas de amarre 335,41 m	100,00%
	Barandas 800 m	Barandas 800 m	100,00%
Vigas de Rigidez	82,61 m	82,61 m	100,00%
Vigas Corona	128,82 m	128,82 m	100,00%
Vigas Cabezal	208,00 m	208,00 m	100,00%
Sumideros	14 und	12 und	85,71%
Pozos	11 und	10 und	90,91%
Muros	132,20 m ²	58,49 m ²	44,24%
Placa de concreto Sobre las vigas post-tensadas	Placa: 335,40 m ²	Placa: 335,40 m ²	100,00%
	Vigas Postensadas: 200,4 m ²	Vigas Postensadas: 200,4 m ²	100,00%
	Tensionamiento 158.114,00 Ton-m	Tensionamiento 158.114,00 Ton-m	100,00%
Losas de aproximación	124,00 m	124,00 m	100,00%
New Jersey	503,00 m	45,00 m	9,54%
Pantallas Preexcavadas	3595,8 m ²	3595,8 m ²	100%

10 CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA

Tabla 11. Contratación de mano de obra.

MES	GENERACIÓN DE EMPLEO								
	CONSORCIO ESTYMA JMV								
	MANO DE OBRA CALIFICADA			MANO DE OBRA NO CALIFICADA			Reinsertados	Desplazados	Total Empleo
Local	Externa	Sub Total	Local	Externa	Sub total				
May .08	10	3	13	32	3	35	0	0	48
Junio .08	16	13	29	47	0	47	0	0	76
Julio .08	20	10	30	45	0	45	0	0	75
Agosto .08	21	10	31	46	0	46	0	0	77
Sep .08	23	12	35	32	0	32	0	0	67
Oct.08	30	15	45	43	0	43	0	0	88
Nov-08	18	20	38	46	0	46	0	0	84
Dic-08	35	18	53	35	0	35	0	0	88
Ene-09	37	21	58	22	6	28	0	0	86
Feb-09	33	30	63	20	6	26	0	0	89
Mar-09	30	22	52	20	5	25	0	0	77
Abril-09	28	21	49	29	2	31	0	0	80
Mayo-09	30	22	52	52	2	54	0	0	106
Junio/09	32	25	57	50	2	52	0	0	109
Julio/09	31	26	57	43	2	45	0	0	102
Agost-09	29	22	51	40	3	43	0	0	94

Figura 65. Contratación de mano de obra.



Como contratación de mano de obra se observa que a medida que la obra fue avanzando esta requirió de aumento de mano de obra llegando en su cúspide de 109 trabajadores. Los cuales disminuyeron en el mes de agosto en 15 trabajadores.

11 TABLA DESARROLLO DE OBJETIVOS

Tabla 12. Desarrollo de objetivos propuestos.

OBJETIVOS PLANTEADOS	OBJETIVOS DESARROLLADOS
Participar en la supervisión de procesos técnicos en la construcción del Paso Deprimido (intersección carrera 17 con calle 5ª). Según parámetros propuestos por la normatividad vigente.	Con el desarrollo de la pasantía se realizó este objetivo, ya que se observaron cada uno de los procesos realizados por la constructora.
Aplicar los conocimientos adquiridos en el programa de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca.	Además de poner en práctica estos conocimientos, se obtuvieron otros con el desarrollo de la pasantía.
Conocer el funcionamiento de supervisión de obra (control de calidad de materiales, manejo de seguridad industrial, cumplimiento de especificaciones según INVIAS y especialistas estructurales, suelos etc.	Se abordo satisfactoriamente todo el campo de la supervisión.
Verificar la ejecución de obra propuesta por la constructora ESTIMA-JMV semanalmente.	Se comparo los avances propuestos por la constructora con los ejecutados, con el fin de determinar el cumplimiento en el avance de obra mediante un análisis grafico.
Realizar un cuadro mostrando el clima en el que se ejecutó la obra, para verificar posibles problemas presentados por lluvias en la obra.	Durante la ejecución de la pasantía no se tuvieron problemas de tipo climático en lo que pudieran influenciar en la obra.
Presentar un informe final, con los logros cumplidos y propuestos durante todo este tiempo.	En el presente informe se describieron los objetivos cumplidos al inicio de este informe.
Adquirir la mayor experiencia para aplicarla en el campo de la construcción en obras posteriores como profesional.	Con la realización de la pasantía se adquirió experiencia como complemento primordial con lo aprendido en la academia. Dando las bases suficientes para desempeñarse en el campo profesional.

12 CONCLUSIONES

- Con la construcción del Paso Deprimido se pudo demostrar que por medio de obras civiles es posible cambiar zonas de desorden vial, urbano, paisajístico y ambiental por unas donde tengan personalidad e identificación positiva.
- En las obras civiles es primordial el manejo adecuado de la seguridad industrial involucrando aspectos tales como: protección básica, capacitaciones de trabajo en alturas y prevención de accidentes etc.
- Durante la ejecución de la obra se observó la importancia del trabajo en equipo de todos los profesionales que participaron dentro de la obra como: INVIAS como entidad supervisora, ESTYMA JMV como entidad constructora y administración municipal como entidad de apoyo.
- Durante la ejecución de la pasantía se logró con el cumplimiento de los avances propuesto ya que en este lapso no se presentó ninguna multa por parte de INVIAS hacia la entidad constructora.
- Se obtuvieron nuevos conocimientos durante el proceso constructivo como: el tensionamiento de las vigas del puente, pruebas de soldadura, la ubicación de las dovelas, refuerzo alrededor de las estructuras hidráulicas, resane de hormigueros y manejo de personal de la obra.
- La construcción de sistemas de drenaje es recomendable para proyectos de gran envergadura, debido a que se necesita un suelo en óptimas condiciones para diferentes funciones, como aplicación de cargas, aun más cuando el nivel freático se encuentra muy cerca de la superficie del terreno.

- Debido al clima presentado, el avance de obra no se vio afectado ya que influye directamente en el programa de la construcción de las diferentes etapas que conforman la estructura del pavimento y en vigas. los cambios bruscos de temperatura inducen esfuerzos en las losas de concreto hidráulico mucha veces mayores a los producidos por las cargas del tránsito. Debido al buen estado del tiempo como se conoce es recomendable efectuar los procesos de fundición en estado seco.
- Se comprendió la importancia de los planes de manejo de tráfico con el fin de dar solución a los problemas causados por la ejecución de la obra.
- Los objetivos de la pasantía de acuerdo con la resolución No 077 de 1994 y con el proyecto presentado se cumplieron a cabalidad.
- La Construcción del Paso Deprimido generó un gran desarrollo socio económico a nivel local logrando vincular mano de obra no calificada y calificada.
- Gracias a su construcción tuve la oportunidad de realizar mi trabajo de grado modalidad pasantía, en donde apliqué y complementé los conocimientos adquiridos en la academia, el cual una vez terminada la ejecución de la pasantía crezco como persona en cuanto a la responsabilidad y experiencia que me hace capaz de solucionar diferentes problemas que se presentan en la ingeniería.

13 BIBLIOGRAFÍA

INVIAS. Interventoría para el Estudio, Diseño y Construcción del Paso Deprimido por Popayán, ruta 2502 Y 2503, 2008. Popayán, Departamento del Cauca.

LOPEZ RIVERA, Gerardo Antonio. Concreto Simple, 2007. Popayán: Facultad De Ingeniería Civil.

Ministerio de Transporte. Instituto Nacional de Vías. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.

WWW.invias.gov.com .Junio 16-2009.

WWW.ConstruAprende.com. Neopreno. Julio 15-2009.

WWW.Tecnovial.com. Barandas para puentes.pdf. Septiembre 18 -2009.

www.colmena.com . Riesgos profesionales. Octubre 23-2009.

14 ANEXOS

- 14.1** Anexo 1. Carta de petición formal de pasantía por parte de universidad del cauca.
- 14.2** Anexo 2. Carta de aprobación por parte de INVÍAS
- 14.3** Anexo 3. Formato para control de horas
- 14.4** Anexo 4. Cuadro mostrando el clima en el que se ejecutó la obra
- 14.5** Anexo 5. Resumen de ensayos de laboratorio.