

INTERVENTORÍA TÉCNICA ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA DE LOS
CONTRATOS DE OBRA OP201508001 Y OP201509002

MIGUEL ÁNGEL ORTIZ CRUZ



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TUNJA
2016

INTERVENTORÍA TÉCNICA ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA DE LOS
CONTRATOS DE OBRA OP201508001 Y OP201509002

MIGUEL ÁNGEL ORTIZ CRUZ

Trabajado de grado en la modalidad de “Pasantía” para optar por el
título de Ingeniero Civil

Director y asesor de pasantía

Ingeniero Néstor Rafael Perico Granados

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TUNJA
2016

Nota de Aceptación

Ing. Néstor Rafael Perico
Granados.

Tutor.

Ing. Ángel Francisco Daza
Pinzon.

Jurado 1

Ing. Carlos Ariel Díaz.

Jurado 2

12 de julio de 2016.

En primer lugar a Dios, quien me dio la gran fortuna de vivir y me ha acompañado en cada sueño de mi vida. A mis padres Nechy y Carlos Arturo, de quienes he obtenido la mejor formación integral y el más grande amor de mi vida.

A mis hermanos quienes son mis amigos y un gran ejemplo a seguir.

"Tanto si piensas que puedes, como si piensas que no puedes, éstas en lo cierto".

Henry Ford

AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente al ingeniero Néstor Rafael Perico quien desde el inicio de mi carrera universitaria contribuyó con mi formación académica e integral. Su invitación a que formara parte de la investigación y monitorias forjaron aún más mis conocimientos por medio de la práctica, el repaso e intercambio de conocimiento con los estudiantes. También agradezco a cada uno de los ingenieros y docentes por parte de quienes adquirí mis conocimientos en cada una de las áreas de la ingeniería civil y a quienes gracias podre trascender dentro de esta profesión y en la vida.

Valoro ese gran papel que desarrollan cada uno de los docentes, y por medio de este libro espero plasmar un gran reflejo de lo que aprendí durante estos cinco años, gracias a ellos.

Contenido

1. OBJETIVOS.....	16
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	16
2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO.....	17
3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	21
3.1. CONSTRUCCIÓN CUBIERTA Y ADECUACIÓN DE CAMPO DEPORTIVO.	21
3.1.1. Actividades preliminares.	21
3.1.2. Excavaciones.....	25
3.1.3. Rellenos.....	28
3.1.4. Suministro, figurado y amarre de acero pdr-60 para zapatas, vigas de cimentación e inicio de columnas.	29
3.1.5. Concreto de 24,5 Mpa (3.500 psi) para zapatas, vigas de cimentación y columnas entre el N.E -1,40 al N.E. +3,15m.	34
3.1.6. Acero de vigas aéreas y columnas.	39
3.1.7. Concreto vigas aéreas y columnas.	41
3.1.8. Adecuación del suelo de fundación para placa base.	43
3.1.9. Fabricación y montaje de estructura metálica.	46
3.1.10. Construcción de graderías.....	56
3.1.11. Construcción de tarima.	63
3.1.12. Construcción placa del escenario deportivo.	66
3.1.13. Construcción muro de contención.	68
3.1.14. Red de aguas lluvias.	69
3.1.15. Suministro e instalación teja standing seam.....	73
3.1.16. Adecuación accesos al escenario deportivo (andenes).....	76
3.1.17. Construcción de muro sobre tarima.	78
3.1.18. Pañete mortero 1:4 para muros.	79
3.1.19. Pintura fachada.	81
3.1.20. Pintura sintética.	82
3.2. ADECUACIÓN DE ACUEDUCTOS RURALES, SÁCHICA	85

3.2.1.	Adecuación de la red de aducción del acueducto rural de la vereda quebrada arriba.	85
3.2.2.	Suministro e instalación planta de tratamiento de agua potable.	87
3.2.3.	Estructura en acero A-36.	89
3.2.4.	Adecuación red de suministro vereda de Quebrada Arriba.	92
3.2.5.	Construcción tanque de almacenamiento en la vereda de arrayan canales.	96
3.2.6.	Construcción paso elevado acueducto rural las manitas (vereda el espinal).	101
3.2.7.	Adecuación de la red de aducción del acueducto rural las manitas (vereda el espinal).	108
4.	APORTES DEL TRABAJO REALIZADO	111
4.1.	COGNITIVOS.	111
4.2.	A LA COMUNIDAD	116
5.	IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO	119
5.1.	CAMPO DEPORTIVO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA NUEVA GENERACIÓN, SÁCHICA.	119
5.2.	ACUEDUCTOS RURALES, MUNICIPIO DE SÁCHICA.	120

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Sáchica, Boyacá.....	17
Ilustración 2. Institución Educativa, vista cartográfica.....	18
Ilustración 3. Institución educativa, vista satelital.....	19
Ilustración 4. Localización de las veredas.....	20
Ilustración 5. Campo de juego.....	22
Ilustración 6. Caballetes de replanteo.....	22
Ilustración 7. Postes de iluminación.....	24
Ilustración 8. Reubicación postes iluminación.....	25
Ilustración 9. Excavaciones Zapatas eje 1 y 2.....	26
Ilustración 10. Excavación vigas de cimentación.....	27
Ilustración 11. Compactación material granular.....	28
Ilustración 12. Refuerzo zapatas eje 2.....	30
Ilustración 13. Refuerzo zapatas eje 1.....	31
Ilustración 14. Refuerzo de columnas.....	32
Ilustración 15. Refuerzo columnas de tarima.....	33
Ilustración 16. Refuerzo vigas de cimentación.....	34
Ilustración 17. Concreto de zapatas.....	35
Ilustración 18: concreto vigas de cimentación.....	36
Ilustración 19. Fundida de columnas.....	37
Ilustración 20. Columnas eje 1.....	38
Ilustración 21. Refuerzo de vigas aéreas.....	40
Ilustración 22. Pórtico estructural de concreto.....	42
Ilustración 23. Excavación y retiro de suelo.....	44
Ilustración 24. Mejoramiento de suelo.....	45
Ilustración 25. Toma de densidades.....	46
Ilustración 26. Cerchas de cubierta.....	47
Ilustración 27. Platinas de estructura de cubierta.....	48
Ilustración 28. Montaje de cerchas.....	50
Ilustración 29. Cerchas montadas.....	50
Ilustración 30. Montaje de correas.....	52
Ilustración 31. Seguridad de trabajadores.....	52
Ilustración 32. Nivel horizontal.....	53
Ilustración 33. Rigidizadores cubierta.....	54
Ilustración 34. Rigidizadores cubierta.....	55
Ilustración 35. Cordón de soldadura.....	56
Ilustración 36. Área removida de muro.....	57
Ilustración 37. Columneta de confinamiento.....	58

Ilustración 38. Refuerzo VGR-03.....	59
Ilustración 39. Formaleta vigas.	60
Ilustración 40. Refuerzo y concreto VGR-02.	61
Ilustración 41. Construcción de graderías.....	62
Ilustración 42. Muros bajo tarima.	64
Ilustración 43. Relleno granular (recebo).	65
Ilustración 44. Placa base de concreto.....	67
Ilustración 45. Muro de contención.	68
Ilustración 46. Bajantes aguas lluvias.....	70
Ilustración 47. Excavaciones.....	71
Ilustración 48. Cárcamo aguas lluvias.	71
Ilustración 49. Cajas de inspección.....	73
Ilustración 50. Montaje teja.....	74
Ilustración 51. Teja Standing Seam.	76
Ilustración 52. Andenes en concreto.....	77
Ilustración 53. Muros sobre tarima.	78
Ilustración 54. Pañetes.....	80
Ilustración 55. Pinturas fachadas.....	81
Ilustración 56. Sellado de juntas y mortero.....	82
Ilustración 57. Bases de pintura sintética.....	83
Ilustración 58. Campo de juego pintado.	84
Ilustración 59. Tubería red de aducción.	85
Ilustración 60. Ventosas y válvulas de purga.	86
Ilustración 61. Planta de tratamiento.....	88
Ilustración 62. Columnas, zapatas y platinas.	90
Ilustración 63. Base planta de tratamiento.....	91
Ilustración 64. Excavaciones red de suministro.	92
Ilustración 65. Tubería red de suministro.	93
Ilustración 66. Registros de bola.	94
Ilustración 67. Micromedidores.....	95
Ilustración 68. Refuerzo tanque de almacenamiento.	97
Ilustración 69. Tanque fundido.....	98
Ilustración 70. Cajas de inspección.....	101
Ilustración 71. Muertos de anclaje.....	102
Ilustración 72. Paso elevado del acueducto Las Manitas.....	103
Ilustración 73. Guardacabos y perros.....	105
Ilustración 74. Cilindros de concreto.....	106
Ilustración 75. Red de aducción.....	109

GLOSARIO

ABRASIÓN: desgaste de una superficie a causa del rozamiento y las fuerzas inerciales que se presentan entre un material y el agua.

ADECUACIÓN: hace referencia a la acción de adaptar, mejorar, modificar o ajustar un elemento cambiando algunas de sus condiciones para tal cual sea el fin.

BIOPELICULA: materia sedimentada junto a la pared interior de una tubería por causa del fenómeno de abrasión o partículas transportadas por el agua.

CABLE DE ACERO: éste es un elemento constituido por torones enrollados helicoidalmente a un torón central conocido con el nombre de alma de acero. En el área de las estructuras son elementos que trabajan a tensión. Éstos integran puentes colgantes, grúas, etc.

CAMPO DEPORTIVO: escenario o área de juego dispuesta para la realización de actividades deportivas.

CERCHA: estructura constituida por una serie de elementos longitudinales, ortogonales y verticales que la proveen de propiedades mecánicas y equilibrio.

CONTRAPESO DE CONCRETO: elemento generalmente cubico y de considerable peso, utilizado para contrarrestar un esfuerzo. Éstos son utilizados en cimentaciones para contrarrestar los empujes del suelo sobre la viga de cimentación para anclar cables de acero a tensión o para ser áreas de cimentación.

CORDÓN INFERIOR (CERCHA): es la viga u elemento metálico que constituye el extremo o borde inferior horizontal de una cercha.

CORDÓN SUPERIOR (CERCHA): es la viga u elemento metálico que constituyen el extremo o borde superior horizontal de una cercha.

CUBIERTA: estructura diseñada para recubrir la parte superior de una edificación.

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN ($F'C$): magnitud del concreto hasta la que éste es capaz de resistir fuerzas de compresión sin que falle su estructura (se rompa).

GUARDACABOS: elemento instalado en los puntos de flexión de los cables de acero, para proteger a éste del esfuerzo a cortante que se genera al contacto del cable con un gancho de anclaje o la unión con otro tipo de elemento.

LECHOS DE SECADO: cámara o tanque de una planta de tratamiento de agua, cuya finalidad es verter el agua por medio de la cual se hace mantenimiento a la planta, libre de impurezas hacia el cuerpo receptor

LÍMITE DE FLUENCIA: punto al cual el acero a causa de esfuerzos aplicados sobre éste deja de comportarse elásticamente y pasa a plastificarse. Adquiere ductilidad.

MANTENIMIENTO: son acciones que se ejecutan con la finalidad de mantener un objeto en buen estado para conservarlo y alargar su periodo de vida.

MUERTO DE ANCLAJE: elemento de considerable peso, fundido por medio de concreto u otro material. Es utilizado para anclar o sostener de este cables de acero u cualquier otro elemento que trabaje a tensión.

NOMINACIÓN: valor o grado impuesto a las barras de acero para hacer referencia a su diámetro según un orden gradual.

PLANTA DE TRATAMIENTO COMPACTA: deposito o equipamiento prefabricado destinado para realizar procesos de tratamiento al agua.

PASO ELEVADO: estructura generalmente construida para pasar o sostener un ducto de acueducto, gaseoducto u oleoducto sobre el cauce de un río.

PENDOLÓN: cable de acero colgante con un extremo libre que cuelga o sostiene otro elemento, mientras su otro extremo está anclado o empotrado a una estructura.

PERROS: llamados también Grapas, son utilizados para amarrar nudos en cables de acero. Estos van dispuesto sobre los dos cables que conforma el nudo.

OPTIMIZACIÓN: acción realizada para mejorar o edificar una estructura minimizando sus componentes, materiales o tiempo de construcción, pero buscando mantener o mejorar su objeto y funcionamiento.

PINTURA SINTÉTICA: base utilizada para demarcar el área de un escenario por medio de color. Tiene la particularidad de que se adhiere a superficies rígidas de concreto o carpetas asfálticas resistiendo los efectos abrasivos del ambiente.

RED DE ADUCCIÓN: línea o ducto de tubería mediante el cual se transporta agua cruda desde la fuente de captación hasta el tanque de almacenamiento o una cámara de tratamiento previo.

RED DE SUMINISTRO: tramo de la red del acueducto mediante el cual se transporta el agua desde la planta de tratamiento potable (PTAP) hacia los usuarios del acueducto.

TORÓN: elemento constituido por un alambre central y generalmente por seis alambres enrollados helicoidalmente a éste. Por medio de estos se conforman los cables de acero.

TUBERÍA ESTRUCTURAL: tubería metálica que contiene algunas propiedades mecánicas y físicas que la hacen apta para resistir grandes esfuerzos de tensión o compresión. Con esta se construyen paneles metálicos, cerchas, puente, entre otros.

VENTOSA: elemento instalado a líneas de tubería para expulsar el aire que fluye dentro de éstas y ocasiona una presión en contra del fluido transportado.

VÁLVULA DE PURGA: registro o válvula utilizada para descargar agua de un sistema de acueducto con el fin de realizarle un lavado interno a la tubería o para liberar el sistema de sobrepresiones.

RESUMEN

En la población de Sáchica, municipio del departamento de Boyacá, entre el año de 2.015 al 2.016 se ejecutaron dos proyectos de obra, con recursos del mismo municipio. Éstos tenían como objeto la construcción de la cubierta y adecuación del campo deportivo de la Institución Educativa Nueva Generación (contrato de obra No. OP201508001) y el mejoramiento, mantenimiento y adecuación de los acueductos rurales del municipio (contrato de obra No. OP201509002). El primero tuvo un valor de inversión final de \$796'856.726,00 pesos colombianos y el otro un valor de \$679'410.632,05 pesos colombianos.

Dentro del contrato de obra No., OP201508001 se construyó un escenario deportivo integrado por una estructura de dos pórticos en concreto que trabajan como péndulo invertido junto a la estructura de cubierta. Se adecuó el área del escenario deportivo con una placa en concreto en donde, como innovación se utilizó pintura sintética para la demarcación de los campos de juego. Además, se instalaron luminarias LED como obra de sostenibilidad ambiental. De otro lado, en el contrato de obra No. OP201509002 se ejecutaron obras entre las que se encuentran la instalación de una planta de tratamiento compacta, la adecuación de la línea de aducción y línea de suministro del acueducto de Quebrada Arriba, la construcción de un tanque de almacenamiento en el acueducto de Arrayan Canales y la construcción de un paso elevado para la línea de aducción del acueducto de Las Manitas, vereda el Espinal.

Dentro de los contratos anteriormente mencionados el autor desarrolló su pasantía actuando como auxiliar de interventoría. Éste realizó labores de inspección de calidad y asesoramiento técnico de procedimientos constructivos, el seguimiento administrativo de los contratos y la inspección a los balances de inversión de los recursos contratados.

PALABRAS CLAVE: interventoría, supervisión, contrato de obra, construcción.

INTRODUCCIÓN

Los contratos de obra como la construcción de la cubierta y adecuación del campo deportivo de la institución educativa Nueva Generación o el mantenimiento mejoramiento y adecuación de los acueductos rurales en el municipio de Sáchica, son proyectos con un alto valor social. Un escenario deportivo conlleva al establecimiento de espacios de actividad física y recreativa por medio del cual los individuos se integran con la comunidad. Esta integración y recreación forja valores de comunicación, responsabilidad, compromiso, compañerismo y disciplina. Por otra parte, el mejoramiento y derecho a un servicio público como el agua, es de gran impacto humano. Este servicio revoluciona las condiciones de una comunidad rural mejorando su calidad de vida. La alimentación, salud y economía son algunos de los aspectos que se espera que irán a mejorar.

La actuación de una interventoría técnica, administrativa y financiera durante la ejecución de los contratos anteriormente mencionados, es un medio por el que se puede garantizar el cumplimiento del objeto contratado. Por medio de la interventoría técnica se efectúa que el contratista de obra ejecute sus actividades cumpliendo con la normatividad del reglamento colombiano nacional de sismoresistencia NSR-10 o el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS. En el mismo también contribuyen los planos, diseños y ensayos contratados. La interventoría administrativa revisa el estado contractual del proyecto (avance de obra), la legalidad del proyecto, la relación de eventos sucedidos dentro del proyecto, el nivel del personal contratado, etc. En el caso, de la interventoría financiera se busca vigilar la inversión del presupuesto contractual. La revisión de cantidades ejecutadas, presupuestos contratados, inversión del anticipo y pagos parciales son la forma de evaluar que el recurso sea bien invertido.

La buena realización de una interventoría además de beneficiar a los proyectos y a sus contratantes, también beneficia a su realizador. Este ejercicio permite ver por

encima del constructor, las opciones para optar por ejecutar el proyecto de la mejor forma. La supervisión obliga al interventor a especializarse por encima del constructor, diseñador y contratante sobre las actividades a ejecutar, ya que por parte de éste se deben tener con mayor seguridad los conocimientos sobre la obra y tener la mayor propiedad para avalar o descalificar cada acción ejecutada. Se debe tener en cuenta que el papel del interventor más que ser un supervisor, es el de ser el especialista a quien se le confía hacer cumplir que los proyectos ejecutados sean acreditados en seguridad, calidad y durabilidad.

1. OBJETIVOS.

1.1. OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar la interventoría técnica, administrativa y financiera, como auxiliar, de los contratos de obra No. OP201508001 Y OP201509002 del municipio de Sáchica, con el contratista Jaime Torres.

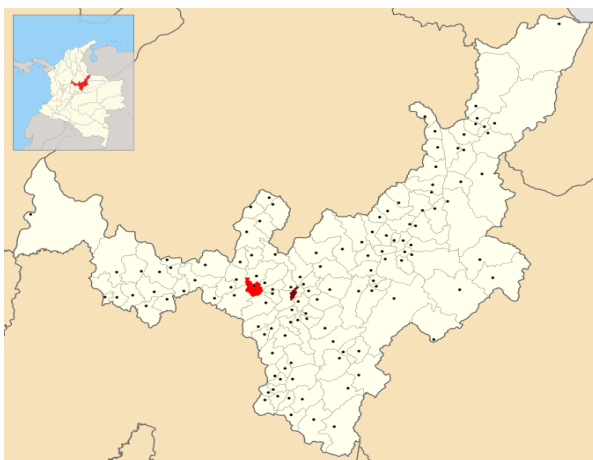
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Apoyar la interventoría técnica de los contratos verificando que se cumplan las especificaciones y diseños avalados dentro de los proyectos, por medio de la inspección y realización de ensayos.
- Contribuir en el desarrollo de la interventoría administrativa sobre los contratos de obra, supervisando que dentro de los proyectos se cumpla con los aspectos de seguridad, salud en el trabajo y ambiente.
- Contribuir dentro del desarrollo de la interventoría financiera supervisando el buen manejo de los recursos, por medio de la verificación de cantidades ejecutadas y revisión de los análisis de precios unitarios, APUS, contratados de cada actividad.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO.

El municipio de Sáchica es una población ubicada a 34,00 Km de la ciudad de Tunja, la cual limita por el Norte con Sutamarchán y Villa de Leyva, al Este con Chíquiza, al Sur con Samacá y Ráquira y al Oeste con Ráquira y Sutamarchán. Su territorio comprende una extensión de 62,4 Km²¹. El municipio tiene una población de 3.800 habitantes en toda la extensión del municipio. El 54,7% de la población vive en el área rural (2.0184 habitantes) y el 45,3% vive en el área urbana (1.717 habitantes)². En la ilustración 1 se localiza por medio de color rojo el municipio de Sáchica dentro del plano de Boyacá.

Ilustración 1. Sáchica, Boyacá.



Fuente: Wikipedia, junio de 2016.

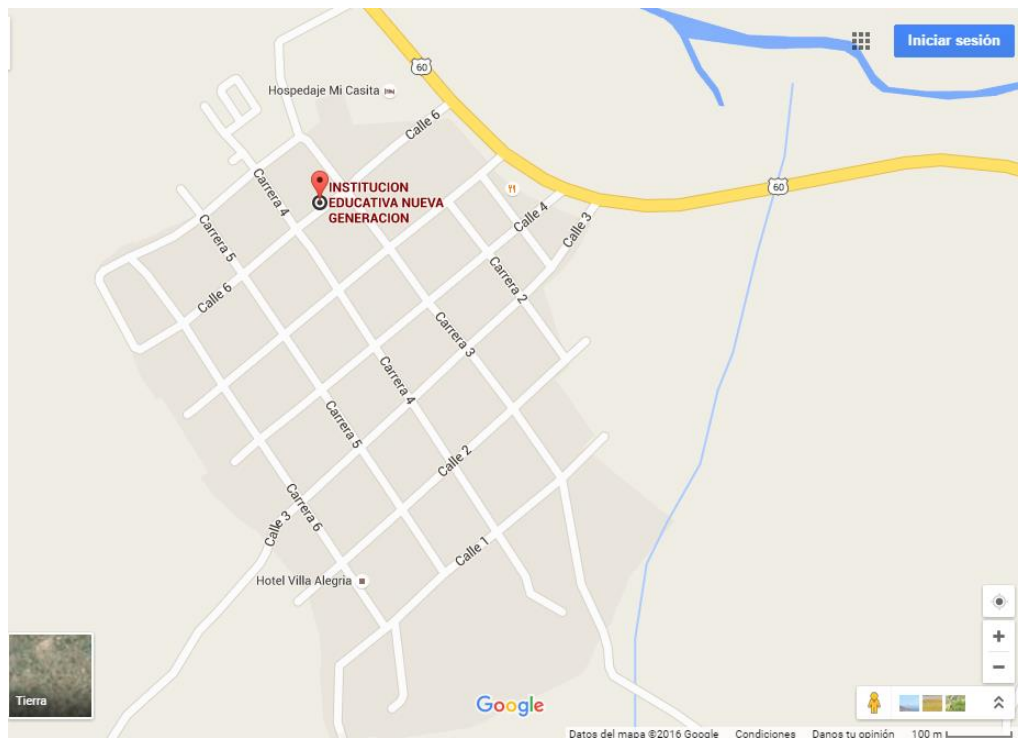
¹ [citado el 4 de junio de 2016] > disponible en > http://www.sachica-boyaca.gov.co/informacion_general.sht

² [Citado el 9 de julio de 2016] disponible en < http://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/ASIS_2013/ASIS%20SACHICA%202013.pdf>

El contrato de obra No. OP201508001, cuyo objeto es la construcción y adecuación del campo deportivo de la Institución Educativa Nueva Generación (sede secundaria urbana), se desarrolló dentro de sus mismas instalaciones. Esta institución educativa se encuentra ubicada en la calle 6 # 3-32, al Norte de la cabecera principal del municipio. Las obras para la construcción del escenario deportivo se desarrollaron sobre la misma área donde existía un campo deportivo con una placa de pavimento asfáltico.

En la ilustración 2 se muestra un plano del municipio de Sábica, dentro del que se localiza por medio de un marcador rojo la Institución Educativa.

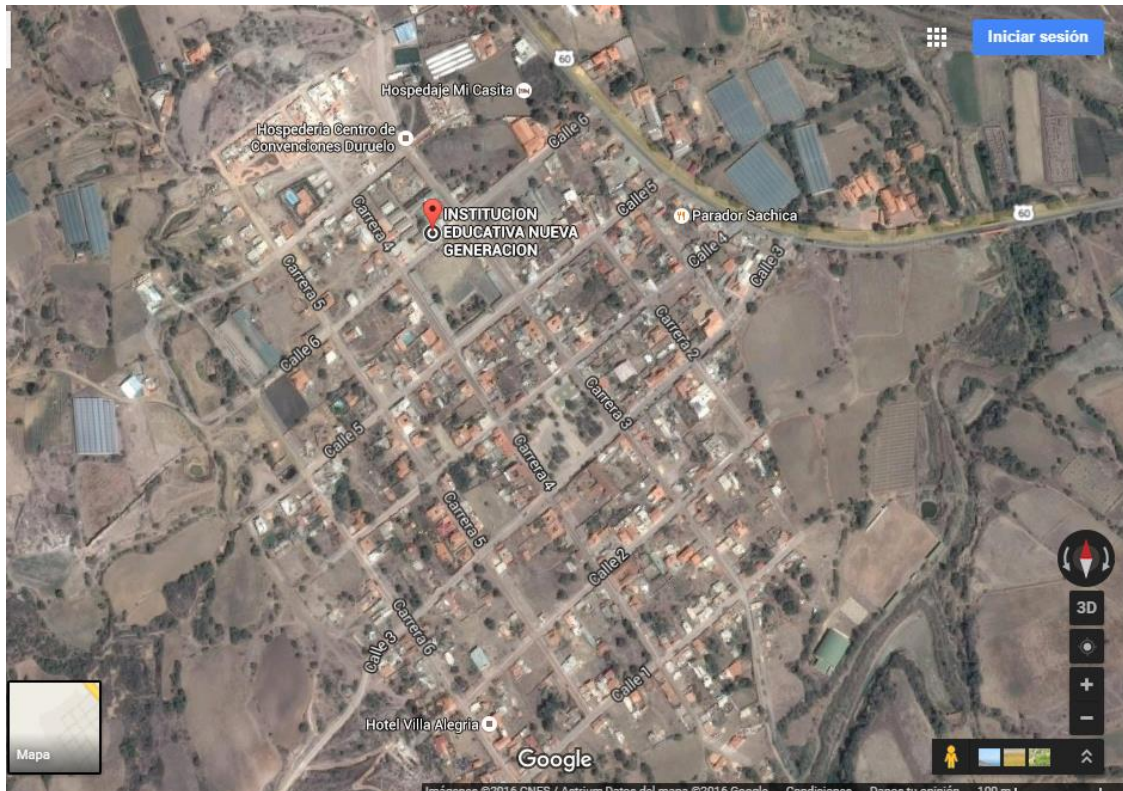
Ilustración 2. Institución Educativa, vista cartográfica.



Fuente: Google Maps, junio de 2016.

En la ilustración 3 se localiza la institución educativa desde una imagen satelital. En esta se puede apreciar con mayor detalle que la ilustración anterior las edificaciones de la institución y las vías de comunicación para llegar hasta ella.

Ilustración 3. Institución educativa, vista satelital.



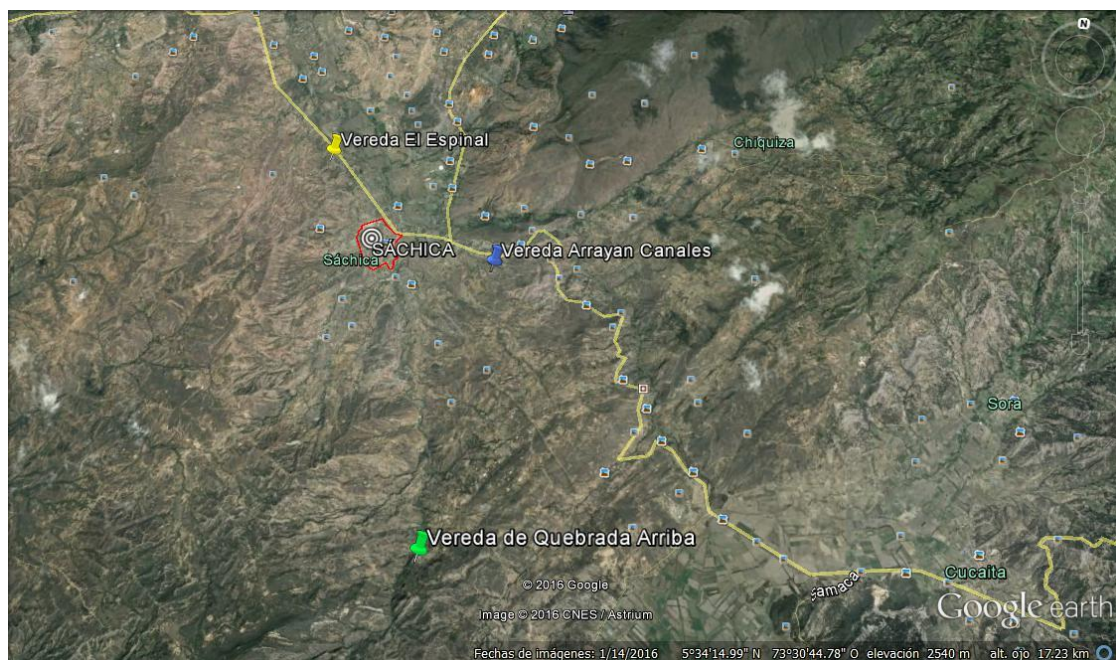
Fuente: Google Earth, junio de 2016.

El contrato de obra No. OP201509002 el cual tiene por objeto el mejoramiento, mantenimiento y adecuación de los acueductos rurales del municipio de sáchica, se desarrolló dentro de 4 veredas que conforman la extensión del municipio. Una de estas fue la vereda de Quebrada Arriba, dentro de la cual se encuentra la bocatoma del acueducto urbano, del acueducto de la vereda Arrayanes y del mismo acueducto

de Quebrada Arriba. Esta vereda aproximadamente cuenta con 180 familias que se abastecen del suministro de agua.

La vereda de Arrayan Canales se encuentra ubicada al costado Sur del municipio de Sáchica, antes de llegar al peaje, allí se construyó el tanque de almacenamiento de 75 metros cúbicos (m³). Por último, la vereda El Espinal se encuentra al costado Norte del casco urbana del municipio, a 2,38 Km., de distancia vía a Chiquinquirá, antes del cruce hacia el parque de Gondava. Dentro de esta vereda se encuentra ubicada la planta de tratamiento y tanque de almacenamiento del acueducto rural Las Manitas. En la ilustración 4 se marcan por medio de colores las veredas dentro de las que se desarrolló el contrato de obra OP201509002 y dentro de las que el pasante (auxiliar de interventoría) realizó su pasantía.

Ilustración 4. Localización de las veredas.



Fuente: Google Earth, junio de 2016.

3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS.

3.1. CONSTRUCCIÓN CUBIERTA Y ADECUACIÓN DE CAMPO DEPORTIVO.

3.1.1. Actividades preliminares. Las actividades preliminares ejecutadas dentro del proyecto consistieron en la localización y el replanteo del área arquitectónica, y el desmonte de la red eléctrica. La localización y replanteo del área arquitectónica se realizó referenciando los 14 ejes que integran el proyecto hincando eje caballetes y estacas. Sobre los caballetes se clavó una puntilla para referenciar el eje (centroide de las columnas).

Para referenciar el nivel de elevación del proyecto, a las puntillas por medio de las que se marcaron los ejes estructurales se amarró un hilo a nivel de 0,50m., sobre la superficie presente. Amarrado el hilo se midió a partir de éste la altura entre la superficie del campo de juego, encontrando que existía una diferencia de nivel de 26,00 cm., entre el costado Sur y Norte del campo de juego. Por tal razón a través del hilo se trasladó la cota 0,00 de la superficie del campo de juego 0,50 metros por encima, para a partir de éste medir la profundidad de las excavaciones y las alturas de los elementos de cimentación sin que se presentaran errores por la diferencia de nivel que presentaba la superficie del campo de juego. Además de lo anterior, se hincaron estacas en el área interior a los ejes del proyecto para por medio de éstas también referenciar la cota de nivel 0,00.

En la ilustración 5 se aprecia el campo de juego sobre el que se hizo el replanteo del proyecto y en la ilustración 6 se muestran los caballetes que fueron hincados sobre el eje 1.

Ilustración 5. Campo de juego.



Fuente: autor, septiembre de 2015.

Ilustración 6. Caballetes de replanteo.



Fuente: autor, septiembre de 2015.

El pasante verificó el replanteo comprobando que las dimensiones y distancias de los cimientos trazados sobre el terreno correspondieran a lo expuesto en los planos. Además revisó que los ejes quedaran trazados a escuadra. Esto, lo comprobó el pasante verificando que los ejes extremos formaran aristas con un ángulo de 90 grados entre las cimbras que demarcaban los ejes. Por medio del método del 3-4-5³ y con el uso de un ángulo magnético. Del replanteo de los niveles de elevación del proyecto, el auxiliar de interventoría (pasante) verificó que las diferencias de altura demarcadas en las estacas y caballetes correspondieran a los niveles representados en el plano topográfico.

La otra actividad del capítulo de preliminares fue el desmonte de la red eléctrica. Ésta consistió en el traslado de los postes de iluminación que existían dentro del campo deportivo antiguo, hacia la calle y carrera que rodean la institución educativa. La actividad fue ejecutada por medio de un carro grúa y trabajadores pertenecientes a la empresa de energía EBSA. Esto involucró primeramente excavar junto a las bases de los postes empotrados y en las nuevas áreas de ubicación, luego desenterrar los postes por medio del carro grúa y acostarlos sobre el planchón del mismo. Enseguida se procedió a transportar éstos a afuera de la institución educativa e instalarlos dentro de los hoyos excavados.

En la ilustración 7 se puede apreciar los postes de iluminación eléctrica que rodeaban el campo de juego. Más adelante se muestra la ilustración 8 donde se observa el lugar de reubicación actual de los postes por fuera de la institución educativa.

³ [Citado el 20 de mayo de 2106] Disponible en <

http://oicolumbia.com.co/pt/uploads/Cimientos/Localizacion_y_replanteo_de_lotes/Replanteo.pdf >

Ilustración 7. Postes de iluminación.



Fuente: autor, septiembre de 2015.

Para la realización de ésta labor el pasante solicitó que en el radio de operación del desmonte de los postes eléctricos se impidiera el acceso a los estudiantes, por lo cual la residente de obra tuvo que mandar a encerrar el área del proyecto por medio de tela de polipropileno. Además de lo anterior, el pasante supervisó que los operarios encargados del traslado de los postes eléctricos estuvieran portando durante la actividad, el casco con barboquejo y dieléctrico, gafas de seguridad, overol dieléctrico, botas dieléctricas y guantes dieléctricos. A quienes se encargaban de desconectar los cables eléctricos del poste además de los implementos de seguridad anteriormente mencionados, se les solicitó y revisó que se treparan a éstos utilizando el arnés de seguridad.

Ilustración 8. Reubicación postes iluminación.



Fuente: autor, junio de 2016.

3.1.2. Excavaciones. Las excavaciones manuales sobre material de conglomerado fueron ejecutadas para la construcción de las zapatas y vigas de cimentación. Las excavaciones desarrolladas para las zapatas de cimentación se realizaron sobre el eje 2 como se muestra en la ilustración 9, conformando una sección de 2,50x2,00m., y 2,00m., de profundidad. Puesto que el eje número uno está compuesto por dos tipos de zapatas se realizaron excavaciones de 3,00x2,00m., y 3,50x2,50m., (zapatas combinadas para tarima), ambas hasta una profundidad de 1,50m, como se puede apreciar también a través de la ilustración 9. La diferencia de 0,50m., entre las profundidades de excavación de las zapatas del eje 1 y 2 se debe a que el eje 2

fue replanteado sobre el área de la cancha antigua y el eje 1 sobre el área del terreno perimetral a la cancha.

De ésta actividad el pasante (auxiliar de interventoría) verificó que las excavaciones fueran realizadas hasta la profundidad que correspondía según la cota de nivelación de la superficie. Éste midió y comprobó profundidades teniendo en cuenta la distancia desde el hilo hasta el fondo de la excavación. Con las mediciones hechas el pasante obtuvo el volumen de excavación para estos elementos y realizó las memorias de cálculo de cantidades para anexar como evidencia de su revisión al informe técnico de avance de obra. Por ultimo con el volumen que obtuvo se realizó el balance presupuestal del proyecto por medio del acta modificatoria de obra No. para controlar la inversión del contrato (ver Modificatoria No.01 en anexo C)

Ilustración 9. Excavaciones Zapatas eje 1 y 2.



Fuente: autor, octubre de 2015.

Las excavaciones ejecutadas para la construcción de las vigas de cimentación o de amarre se desarrollaron siguiendo el trazado del replanteo realizado. En el área del eje 1 y 2 del escenario deportivo las excavaciones fueron hechas entre los hoyos

ya realizados para las zapatas. La sección de excavación ejecutada fue de 0,90m., de ancho x 0,60m., de profundidad y la longitud total de 22,00 metros sobre el eje 1. En el eje 2 del proyecto las excavaciones se hicieron con una sección de 0,90m., de ancho, 1,10m., de profundidad y 25,00 metros de longitud. El volumen total de material excavado para ambas vigas de cimentación fue de 36,63 metros cúbicos (m^3). En la ilustración 10 se observan las excavaciones realizadas para las vigas de cimentación de los ejes del proyecto.

Ilustración 10. Excavación vigas de cimentación.



Fuente: autor, noviembre de 2015.

De las excavaciones ejecutadas para las vigas de cimentación el pasante revisó que estas fueran trazadas siguiendo el alineamiento de los ejes 1 y 2, y también que su profundidad correspondiera con el nivel de elevación de -0,60m., en el eje 1 y -1,10m., en el eje 2. Esta profundidad contempló el alto de la viga de cimentación, el alto del solado de concreto y el del material para mejoramiento del suelo. Asimismo, para la realización de esta actividad se le solicitó a la residente de obra la presentación de un nuevo APU (ver APU 01 de anexos D) para la excavación manual sobre material conglomerado. Ésto fue requerido debido a que la

excavación contratada especificaba que era con máquina y en la obra fue ejecutada manualmente.

Al final de estas excavaciones el auxiliar de interventoría (pasante) junto a la residente de obra, cuantificaron los volúmenes ejecutados. El pasante anexó estas cantidades al acta modificatoria de obra No. 01 (ver Modificatoria No.01 en anexo C), por medio del cual se relacionó y controló el avance de obra y el presupuesto ejecutado.

3.1.3. Rellenos. Los rellenos que se ejecutaron fueron hechos con material granular recebo. Éste fue suministrado como mejoramiento del suelo de fundación para zapatas y vigas de cimentación. En el área de las zapatas del eje 1 y 2 se conformó una capa con espesor de 0,50m., compactada por medio de canguro vibratorio. Sobre el fondo de la excavación realizada tanto para las vigas de cimentación del eje 1 y eje 2 el mejoramiento de suelo realizado fue a través de una capa de 0,05m., de espesor. En la ilustración 11 se observa la compactación del material granular (recebo) para el área de las zapatas y vigas de cimentación.

Ilustración 11. Compactación material granular



Fuente: autor, noviembre de 2015.

El auxiliar de interventoría antes de que se ejecutaran las actividades de compactación le solicitó a la ingeniera residente de obra los ensayos de análisis granulométrico de los agregados grueso y fino (ver Análisis Granulométrico en anexo E). Por medio de estos el pasante analizó las cualidades que presentaba el material y corroboró que el tamaño de las partículas del suelo a suministrar correspondiera con los de una grava. Después de verificar que el suelo a suministrar era una grava éste autorizó para suministrarlo.

Durante el relleno con material granular (recebo) en las bases de las excavaciones de zapatas y vigas de cimentación, el pasante supervisó que el material fuera compactado en capas con espesores no mayores a los 20 cm. Éste requerimiento fue hecho para garantizar que el suelo quedara bien compactado.

3.1.4. Suministro, figurado y amarre de acero pdr-60 para zapatas, vigas de cimentación e inicio de columnas. El suministro y amarre de acero se ejecutó dentro de todas las actividades que relacionaron la construcción de estructuras en concreto. En los elementos como zapatas de cimentación se armó refuerzo de barras de entre 1/2 pulgada a 5/8 de pulgada. El refuerzo de las zapatas del eje No.2 incluyó una única parrilla de refuerzo, mientras que las zapatas del eje No. 1 tienen como refuerzo una parrilla inferior y una superior. Las zapatas del eje No.1 presentan una mayor cuantía de refuerzo debido a su condición de trabajo como péndulo invertido. Por medio de la ilustración 12 se observa el refuerzo suministrado, figurado y armado para las zapatas de cimentación del eje 1. Allí se identifica el refuerzo longitudinal y transversal aislado de la base de concreto solado por medio de panelas de concreto para garantizar su recubrimiento.

Ilustración 12. Refuerzo zapatas eje 2.



Fuente: autor, noviembre de 2015.

El pasante durante el armado del refuerzo de las zapatas de cimentación revisó que las barras suministradas como refuerzo longitudinal y transversal fueran de la nominación que exponían los planos estructurales. También verificó que se respetara la separación de las barras, las longitudes de los ganchos y la cuantía. En el caso del refuerzo de las zapatas del eje No.,1 éste comprobó que entre el refuerzo superior e inferior se proporcionara la separación relacionada en los despieces del acero de estas zapatas.

En la ilustración 13 se observa el refuerzo a tracción y compresión de las zapatas del eje 1, allí se identifican los aisladores en acero que separan la parrilla inferior de la superior. Estos fueron los elementos medidos por parte del pasante para verificar que proporcionaran la distancia de los diseños estructurales de las zapatas. En total son 7 las zapatas que contienen refuerzo a tracción y a compresión.

Ilustración 13. Refuerzo zapatas eje 1.



Fuente: autor, noviembre de 2015.

Luego de que el pasante aprobó el amarre del refuerzo de zapatas se procedió por parte del constructor a amarrar el acero de las columnas del pórtico estructural. Éste fue amarrado al acero de refuerzo de las zapatas. Se amarraron 17 barras verticales de 1 pulgada (No. 8) con longitudes de 3,20 y 5,24m., más 0,80m de la longitud de desarrollo de su gancho. Para el refuerzo a cortante se suministraron flejes circulares de 3/8 de pulgada. Por medio de la ilustración 14 se observa como las 17 barras verticales constituyeron las columnas. En ésta también se ven los flejes y ganchos del refuerzo a cortante.

El refuerzo de las columnas de graderías que también es amarrado al refuerzo de zapatas, pero únicamente a las del eje 1, es de 6 barras verticales de 3/4 de pulgada y estribos de 3/8 de pulgada. Estas se ven en la imagen izquierda de la ilustración 14.

Ilustración 14. Refuerzo de columnas.



Fuente: autor, diciembre de 2015.

En la ilustración 15 que es la que continua se observa que aparte del acero de refuerzo para las columnas del pórtico estructural y graderías, al mismo tiempo fue armado el refuerzo de las columnas de tarima. Éste fue amarrado a las barras de refuerzo de las zapatas combinadas o de tarima. Son 12 las barras verticales No., 6 (3/4 de pulgada) que constituyen el refuerzo que parte desde estas zapatas. Los estribos circulares y ganchos a cortante que también forman parte del refuerzo son barras No., 3 (3/8 de pulgada). Éste refuerzo fue armado para las cuatro columnas del área de tarima que conforman junto a las vigas y zapatas de cimentación un pórtico estructural independiente al que carga la cubierta.

Ilustración 15. Refuerzo columnas de tarima.



Fuente: autor, enero de 2016.

Del amarre del acero de refuerzo vertical de las columnas, el auxiliar de interventoría (pasante) revisó que éste estuviera conformado por las 17 barras que señalaba el plano del despiece estructural. Además comprobó que estas barras suministradas fueran de la nominación y longitud correcta y que su separación y longitud de desarrollo de sus ganchos y traslapes correspondieran también a los planos del despiece del refuerzo de las columnas. Del refuerzo a cortante se verificó que se amarran los 12 flejes que especificaban los planos, cumpliendo además que éstos fueran barras de 3/8 de pulgada.

El refuerzo de las vigas de cimentación que también se desarrolló dentro de este capítulo contempló acero de 5/8 de pulgada para las barras de refuerzo longitudinal y acero de 3/8 de pulgada para el refuerzo a cortante (estribos). Entre los elementos que contemplaron este refuerzo se encuentra la viga de cimentación del eje 1 (VC-101) y la viga de cimentación del eje 2 (VC-102). En la ilustración 16 se observa

armado el refuerzo de la viga de cimentación VC 101 y el encofrado por medio de formaleta de madera que se le hizo al refuerzo de la viga VC 102 para fundirla.

Ilustración 16. Refuerzo vigas de cimentación.



Fuente: autor, diciembre de 2015.

El refuerzo amarrado para las vigas de tarima y vigas de cimentación del muro de contención fue desarrollado por acero longitudinal No. 4 (1/2 pulgada) y acero a cortante (estribos) No. 3 (3/8 de pulgada). El pasante (auxiliar de interventoría) verificó de los refuerzos amarrados de las vigas de cimentación, que aspectos como nominación, separación de barras longitudinales, traslapo de las barras longitudinales y el recubrimiento de éstas se acogieran a lo descrito en los planos del despiece (ver plano-01 de anexo B) . En el refuerzo a cortante éste verificó que la separación de los estribos, la nominación y cantidad correspondieran a los planos.

3.1.5. Concreto de 24,5 Mpa (3.500 psi) para zapatas, vigas de cimentación y columnas entre el N.E -1,40 al N.E. +3,15m. Los concretos fundidos para las zapatas

de cimentación fueron vaciados directamente dentro de la excavación de tal forma que fueran ocupando el área o sección de zapata. Al tiempo estos fueron vibrados por medio de un vibrador de concreto a gasolina. Esto se hizo con el propósito de sacar el aire que quedaba dentro del concreto, el cual podía llegar a ocasionar la disminución de la resistencia a la compresión de este material.

En la ilustración 17 se observa la forma en el que el concreto quedaba recién era vaciado de los bogues de las carretillas a las zapatas y su aspecto después de un día de fundida.

Ilustración 17. Concreto de zapatas.



Fuente: autor, noviembre de 2015.

Por otra parte, la fundida de la viga de cimentación se hizo primeramente armando formaleta de madera para conformar el ancho y alto de ésta. Luego el vaciado del concreto dentro de las vigas de cimentación se realizó desde las carretillas así como se observa en la ilustración 18. Este concreto fue vibrado aproximadamente por cada $0,50 \text{ m}^3$ que eran vaciados. En la misma ilustración 18 se observa la viga VC-101 fundida. La sección de esta quedó de acuerdo a sus diseños (ver plano 1 de anexo A) con $0,30\text{m}$ de ancho y $0,50\text{m}$ de alto, el sobre ancho que se observa en

los nodos con las columnas fueron unos dados que se tuvieron que fundir para apoyar luego la formaleta de las columnas.

Ilustración 18: concreto vigas de cimentación.



Fuente: autor, noviembre de 2015.

Aproximadamente a los 8 días de fundidas las vigas de cimentación se fundieron las columnas del pórtico estructural entre N.E. – 0,50m., al N.E. + 3,15m., (niveles de elevación) en concreto de 3.500 PSI (24,5 Mpa). Para esta actividad se requirió mandar a hacer la formaleta metálica que se aprecia en la ilustración 19, debido a que la sección de la columna era circular y con un diámetro de 0,70m., en el caso de que esta hubiera sido de madera, podría haber llegado a fallar por la gran presión que ejercía el concreto. El vaciado del concreto se realizó desde la parte posterior de la sección a fundir y el vibrado del concreto tuvo que hacerse por medio de un vibrador de concreto en aguja cuyo era de 2,50 cm de diámetro lo cual facilitaba que éste entrara entre el refuerzo de la columna.

Ilustración 19. Fundida de columnas.



Fuente: autor, diciembre de 2015.

En la ilustración 20 se aprecian las columnas del eje No., 1 fundidas desde el N.E. -0,50m., hasta el N.E. +3,15m., (niveles de elevación). Éstas se observan recubiertas por medio de un plástico negro el cual las protegía para resguardar la humedad del concreto durante su proceso de curado. Estos plásticos negros fueron mandados a colocar por parte del auxiliar de interventoría (pasante) para evitar que por la pérdida de humedad del concreto, éste no alcanzara los 3.500 PSI de esfuerzo a compresión (f'_c) que se requería según los diseños. Además de fundir las columnas del pórtico estructural, fueron fundidas las columnas de tarima que se aprecian también dentro de la ilustración 20. Para fundir estas columnas el pasante le ordeno a la residente de obra presentar un nuevo APU (ver APU 02 de anexo D)

para estos elementos, ya que en un principio su volumen había sido cuantificado dentro del ítem denominado “concreto de columnas con altura mayor a 3 m” y la altura de éstas apenas alcanzaba a los 2,40m. De esta manera el pasante desarrollo una sus tareas dentro de la interventoría financiera, velando por la justa inversión de los recursos contratados.

Ilustración 20. Columnas eje 1.



Fuente. Autor, enero de 2016.

El trabajo que desarrolló el pasante como auxiliar de interventoría en la actividad descrita anteriormente consistió en inspeccionar que la mezcla de concreto fuera homogenizada cumpliendo con la dosificación de los agregados gruesos (grava), agregados finos (arena), cemento y agua que contemplaba el diseño de mezcla de

laboratorio (ver Diseño de Mezcla en anexo E). Durante la fundida se revisó que el concreto fuera vibrado para extraer el aire e impedir que se formaran vacíos que ocasionarían la disminución de su resistencia a la compresión (f'_c). Finalizada cada jornada que contempló la fundida de las zapatas, vigas de cimentación y columnas el pasante fundió cilindros con la mezcla para realizarles a éstos el ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto a los 7, 21 y 28 días y así poder evaluar la resistencia que adquiriría el concreto (ver Resistencia a la Compresión de anexo E).

3.1.6. Acero de vigas aéreas y columnas. Las vigas aéreas del nivel de elevación +3,15m., y +7,00m., tanto del eje 1 y del eje 2 del proyecto fueron armadas por medio de refuerzo longitudinal a tracción con barras No. 4 (1/2 pulgada) y No. 5 (5/8 de pulgada). En total la sección de las vigas aéreas fueron constituidas por 4 barras de 1/2 pulgada y 2 barras de 5/8 de pulgada. El refuerzo a cortante de las vigas aéreas fue desarrollado por estribos rectangulares de 3/8 de pulgada separados dentro de la zona de confinamiento cada 7,00cm y 14,00 cm en el tercio intermedio de la viga. Este refuerzo fue armado tanto en las vigas aéreas del nivel de elevación +3,15m., como también en las vigas aéreas del nivel de elevación +6,50m. En la ilustración 21 se observa el refuerzo armado de las vigas aéreas. A la izquierda de esta ilustración se encuentra el refuerzo de las vigas aéreas al nivel de elevación +3,15m., y a la derecha las vigas en el nivel de elevación +6,50m.

Ilustración 21. Refuerzo de vigas aéreas.



Fuente: autor, enero de 2016.

Como se ha podido entender las vigas de cimentación presentan una mayor cuantía de refuerzo con respecto a las vigas aéreas. Esto sucede porque las vigas de cimentación están sometidas a mayores esfuerzos de carga o solicitaciones de carga por parte del suelo respecto a las vigas aéreas que están impuestas a las cargas gravitacionales resultado de su peso propio y a las cargas sísmicas.

Por parte del ingeniero auxiliar de interventoría (pasante) se revisó que el refuerzo longitudinal estuviera acorde con la nominación o diámetro, con la longitud, espaciamiento, longitud de desarrollo de los ganchos y de las barras traslapadas, al igual que la longitud de traslape que exponen los planos estructurales de estos elementos (ver plano-03 de anexo B). Esta revisión fue en cuanto a las barras del refuerzo longitudinal a tracción. Del refuerzo a cortante desarrollado por medio de estribos el pasante revisó que su nominación fuera de barras No., 3, que estuvieran

separados dentro de la zona de confinamiento cada 0,07m., y en el tercio intermedio donde se desarrolla el momento positivo a 0,14m.

3.1.7. Concreto vigas aéreas y columnas. La fundida de los elementos por encima del nivel de elevación +3,15m., requirió inicialmente del montaje que se observa a través de la ilustración 22. Por medio de éste se conformó una estructura con cerchas, parales metálicos y camillas de madera que constituyeron las formaletas bases de las vigas aéreas, las franjas de transporte de material y del personal, y las rampas de acceso. Seguido a esto se armó el refuerzo de las vigas aéreas y finalmente la formaleta lateral.

Dentro del proceso constructivo ejecutado para fundir las vigas aéreas y columnas sobre el N.E. +3,15m., algo de interés que se apreció fue el tipo de formaleta que tuvo que mandarse a hacer para poder constituir el nodo entre la viga aérea de geometría rectangular y la columna de geometría circular. Hubo que construir 7 formaletas metálicas circulares de un diámetro de 0,70m y altura de 0,70m. Éstas en obra fueron perforadas conformando la sección de las vigas aéreas de 0,30x50m para ser dispuestas en los nodos de las vigas aéreas, exactamente sobre la secciones de columnas fundidas entre el nivel de elevación -0,50m., al +3.15m.

Armada la formaleta de las vigas aéreas, el concreto para fundir ésta fue transportado a través de las rampas hasta el nivel de elevación +3,15m. Para las vigas VG-201 y VG 202 que se encuentran a 7,00m., sobre la cota +0,00 del terreno el concreto fue subido por medio de baldes halados por poleas.

Al lado izquierdo de la ilustración 22 se observan las columnas fundidas entre el N.E. +3,65m., al N.E +7,00m. Al lado izquierdo de ésta se observa como finalmente quedo el pórtico en concreto fundido integrado por las columnas y las vigas aéreas.

Ilustración 22. Pórtico estructural de concreto.



Fuente. Autor, enero de 2016.

Para las columnas nuevamente se armó la formaleta metálica que fue tensionada por medio de cables de acero de 3/16 de pulgada por medio de los que se garantizó la estabilidad de ésta. Luego de armadas las formaletas el concreto fue vaciado desde la parte superior de ésta entre un embudo metálico. Aproximadamente cada $0,19\text{m}^3$, de concreto vaciado, se vibraba éste para así reducir los vacíos dentro de la mezcla de concreto.

El pasante como auxiliar de interventoría supervisó primeramente que los trabajadores involucrados dentro de la actividad de fundida permanecieran con los implementos de seguridad para trabajo en alturas. Éste vigiló que cada uno de ellos portara el arnés completo con mosquetones y la eslinga sujeta a la línea de vida, además que portaran el casco de seguridad con el barboquejo y las botas de seguridad.

En cuanto a la fundida de los concretos el pasante revisó que fueran mezclados con las dosificaciones de la arena, grava, cemento y agua que se especificaban en el diseño de mezcla para concreto de 3.500 PSI (24,5 Mpa). También se verificó que los concretos tuvieran un asentamiento entre las 5 a las 7 pulgadas, tal como se recomendaba entre los planos estructurales (ver planos de anexo B). Esta verificación el pasante la hizo por medio del ensayo de asentamiento o fluidez del concreto según la norma NTC 396⁴. Asimismo para corroborar que los concretos fundidos alcanzaran la resistencia a la compresión ($f'c$) requerida, el pasante fundió cilindros con la mezcla de concreto para por medio de ensayos de compresión verificar la resistencia alcanzada por éstos a los 7,21 y 28 días⁵ (ver Resistencia a la Compresión en anexo E).

3.1.8. Adecuación del suelo de fundación para placa base. Finalizada la construcción de la estructura en concreto del escenario deportivo se procedió a intervenir el área de juego. Las actividades que se ejecutaron dentro de este capítulo constructivo fue la excavación y retiro de material, el suministro y compactación de material granular recebo y material granular de sub-base.

La excavación que se aprecia en la ilustración 33 fue ejecutada con la finalidad de retirar el volumen de suelo que estaba constituido por material orgánico, el cual no tenía capacidad portante para cimentar la placa base del escenario deportivo. Las excavaciones ejecutadas fueron realizadas por medio de retroexcavadora dentro de un área de 898,24 metros cuadrados (m^2) a una profundidad promedio de 0,50m. Se retiró en total un volumen de 546,08 m^3 de suelo, por medio de esta cantidad se realizó el acta modificatoria No. 02 de obra (ver Modificatoria No.02 en anexo C) y las memorias de cálculo de este ítem que se aprecia en el Informe Cubierta del

⁴ NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-396. Ingeniería civil y arquitectura. método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. I.C.S: 91.100.30. Bogotá D.C: ICONTEC.15P.

⁵ [Citado el 24 de mayo de 2016] Disponible en < https://www.youtube.com/watch?v=_buTrOB9IkA>

anexo F. A través de la ilustración 23 se observa la realización de la excavación por medio de una retroexcavadora, enseguida a ésta se visualiza el área intervenida para esta actividad.

Ilustración 23. Excavación y retiro de suelo.



Fuente: autor, febrero de 2016.

El auxiliar de interventoría (pasante) durante la realización de la excavación y retiro de material verificó que se excavara hasta la profundidad que recomendaban los estudios geotécnicos donde según se mostraba que se debía llegar al nivel de elevación -0,50m. Para confirmar que se llegara a esta profundidad, el pasante midió la distancia entre la cota 0,00 hasta el fondo de la excavación.

Después de la excavación ejecutada, se suministró y compactó una primera capa compuesta de material granular recebo con un espesor de 0,20m. Posterior a la capa de recebo se suministró y compactó una capa de 0,18m., de espesor con material de sub-base granular. Estas dos capas de material de agregado fueron

compactadas por medio de vibro compactador, el cual también se conoce con el nombre de cilindro compactador. En la ilustración 24 se observa el suministro de material y la compactación de éste.

Ilustración 24. Mejoramiento de suelo.



Fuente: autor, marzo de 2016.

El auxiliar de interventoría para verificar que el suelo quedara compactado al 95,00% como lo especificaba el ítem contratado, mandó a realizar el ensayo de la determinación de la densidad y contenido de agua del suelo y del suelo-agregado en el terreno empleando medidores nucleares⁶. En las ilustraciones 25 se observa la aplicación del ensayo sobre la sub-base granular después de haber sido ésta compactada por medio de cilindro compactador.

⁶ MINISTERIO DE TRANSPORTE. I.N.E.V-164: Determinación de la densidad y del contenido de agua del suelo y del suelo-agregado en el terreno empleando medidores nucleares (profundidad reducida): Resolución 3290. 2007, P E164_1 – E164-20.

Ilustración 25. Toma de densidades.



Fuente: autor, abril de 2016.

3.1.9. Fabricación y montaje de estructura metálica. Esta actividad involucró el armado de las cerchas metálicas constituidas por tubería estructural grado 50 (GR-50). El cordón superior de éstas fue compuesto por tubería de diámetro de 4 pulg., y 4 mm., de espesor, mientras que el cordón inferior es de tubería de 4 pulg x 2,5 mm y 5 pulg x 6 mm. Armados los cordones de las cerchas se soldaron a éstos los elementos diagonales y verticales conformados por tubería de 4 pulg x 6 mm, 3 pulg x 4 mm y 2 pulg x 2,5 mm. En total fueron armadas 7 cerchas metálicas.

La manera en que fueron juntados los elementos que integran la cercha fue por medio de soldadura de referencia 6013 – 1/8 de pulgada. El pasante verificó que fuera realizada la suelda con este tipo de soldadura ya que por medio de ésta se le proporciona a los nodos una resistencia a la tracción de 60.000 PSI (420 Mpa), y el

cordón de soldadura queda de 3mm., de espesor⁷. Estos requerimientos formaban parte de los diseños de la estructura de cubierta.

Ilustración 26. Cerchas de cubierta.



Fuente: autor, abril de 2016.

El montaje de la estructura de cubierta involucró como primera actividad el anclaje de las platinas de apoyo a los pórticos estructurales de concreto. Las platinas de apoyo sobre la viga aérea (viga de corona) fueron embebidas al concreto. Las platinas de vinculación a columnas las cuales se juntan a los pies de amigos de la cercha metálica fueron ancladas a la cara de las columnas. Ésto se hizo por medio de perforaciones dentro de las que se suministró Anchorfix – 4 y se embebieron los pernos. En la ilustración 27 se observan las platinas ancladas a la estructura de concreto.

⁷ [Citado el 29 de mayo de 2016] Disponible en
<<http://www.westarco.com/westarco/sp/support/documentation/upload/catalogo-resumido-westarco.pdf>>

El pasante de los anclajes de las platinas verificó primeramente que las perforaciones fueran hechas en el lugar que correspondía según los planos y además que la perforación fuera de entre 1/8 a 1/4 de pulgada de más que el diámetro de los pernos de platinas (ver plano-03 de anexo B). Luego de hacer las perforaciones se revisó que se cumpliera que dentro de éstas se suministrara anchor Fix-4 de tal manera que se llenara toda la perforación y no quedara aire introducido⁸.

Ilustración 27. Platinas de estructura de cubierta.



Fuente: autor, mayo de 2016.

Posteriormente a la instalación de las platinas de la estructura de cubierta como se observa en la ilustración 43 se inició el montaje de las cerchas metálicas. Ésta actividad involucró el uso de una grúa con capacidad de 20 toneladas de carga para trasladar las cerchas desde el espacio en donde fueron construidas a encima del

⁸ SIKA. Sikadur AnchorFix-4: Adhesivo epóxico para anclajes estructurales. DCT-VO-153-07/2013.

pórtico de concreto. El montaje de las cerchas metálicas tardó 4 días y en promedio se montaron dos cerchas de cubierta por día. En la ilustración 28 se observa el montaje de la primer cercha, realizado por medio de una grúa. La cercha que se ve instalada es la del eje estructural G. A través de esta misma imagen se observa a los soldadores sobre cada extremo aplicando puntos de soldadura para retener la cercha. Más adelante en la ilustración 29 se observa las 7 cerchas montadas sobre la estructura de concreto (pórtico).

En el montaje de la estructura de cubierta el pasante estuvo encargado de supervisar que los trabajadores involucrados en esta labor utilizaran el equipo de seguridad. Estos debían contar con el casco de seguridad con barboquejo, con botas de seguridad, con guantes de seguridad y especialmente debían estar por fuera de un radio de 10 m., al eje del brazo de la grúa que cargaba la cercha de la cubierta. Los trabajadores encargados de recibir las cerchas sobre el pórtico debían permanecer con el arnés de seguridad junto con los mosquetones y la eslinga amarrada a la viga aérea que se tenía como línea de vida.

Ilustración 28. Montaje de cerchas.



Fuente: autor, marzo de 2016.

Ilustración 29. Cerchas montadas.



Fuente: autor, marzo de 2016.

Un aspecto más que supervisó el pasante (ingeniero auxiliar de interventoría), fue que durante el traslado de la cercha hasta su eje de apoyo o de cargue, éste procedimiento fuera realizado muy cuidadosamente para evitar que se golpeará ésta con alguna de las edificaciones de la institución educativa. El impacto que podría llegar a presentarse entre una de las cerchas contra una edificación podría llegar a ocasionarle deformaciones o el debilitamiento de sus juntas de suelda. Ésto disminuiría la resistencia de esfuerzos por parte de la cercha.

Estando las cerchas sobre el pórtico de concreto el pasante revisó que éstas quedaran a plomo en la trayectoria de su eje vertical y horizontal sobre las vigas IPE 140 las cuales son los apoyos de la estructura de cubierta. Ésto lo verificó por medio de un nivel de burbuja superpuesto sobre la cara de las cerchas, tras el cual el pasante visualizó que la burbuja del nivel vertical se posicionara en el centro del tubo que marcaba éste nivel. La nivelación de la cercha respecto a su eje horizontal no fue necesaria ya que las columnas sobre las cuales se apoyaban habían sido fundidas propiciando que su superficie superior y sección fuera a nivel.

Montadas las cerchas de la estructura de cubierta, la actividad que se procedió a hacer en obra fue el montaje de las correas, rigidizadores, templete y canal de aguas lluvias. Estos elementos exceptuando la canal de aguas lluvias, tenían como función rigidizar la estructura. El montaje de las correas se realizó también por medio de la grúa de la manera que se observa en la ilustración 30. Allí se muestra el montaje de una sección de correa PHR C254x67x18x1.5mm. La correa al ser subida era recibida por parte del personal, el cual la halaba por medio de cuerdas para finalmente posicionarla donde debía ir.

Mientras se realizó el montaje de las correas el pasante supervisó que los obreros utilizaran los mismos elementos de seguridad que se les solicitó durante el montaje de las cerchas. También se verificó de quienes iban a subir, que éstos tuvieran sus papeles de afiliación y pago de aportes a seguridad social (ver Pagos de Seguridad Social en el anexo G) dentro del sitio de obra. En la ilustración 31 se observa a los trabajadores portando su arnés con mosquetones y la eslinga sujeta a las

cerchas. En el momento en que fue tomada la fotografía estos se encontraban halando las correas extremas que no habían sido montadas por medio de la grúa.

Ilustración 30. Montaje de correas.



Fuente: autor, marzo de 2016.

Ilustración 31. Seguridad de trabajadores.



Fuente: autor, marzo de 2016.

En la actividad de suelda de las correas a las cerchas, se inició juntando la correa de cumbrera con las cerchas del eje extremo “A” y extremo “G”. Ésto se hizo para por medio de estos 3 elementos conformar el nivel vertical y horizontal que debían seguir los demás elementos de la estructura de cubierta. Con este proceso se favoreció que al soldar la correa de cumbrera a las cerchas de los ejes interiores, se tuviera como referencia del nivel vertical las cotas de las crestas de las cerchas del eje A y G. La nivelación de las cerchas interiores (ejes B,C,D,E y G) en proyección a su sentido horizontal, fue realizada amarrando un hilo entre los apoyos de la cerchas de los extremos. El hilo conformó el trazo horizontal entre las esquinas de las cerchas.

En la ilustración 32 se ha demarcado por medio de una línea roja el trazo que tenía el hilo para referenciar el nivel horizontal en que debían quedar las esquinas de las cerchas.

Ilustración 32. Nivel horizontal.



Fuente: autor,

Luego de estar soldadas las 22 correas a las cerchas de estructura de cubierta se procedió a la suelda de la tubería estructural de 3 pulgadas por 4mm., que conforman los rigidizadores de la estructura. Estos elementos se soldaron entre la 1^{er} a 2^{da} cercha y la 6^{ta} a 7^{ma} cercha, sobreponiendo un tubo como se ve en la ilustración 33 que conformó una “X”. Posterior se instalaron los contravientos que eran barras de acero de ½ pulgada con varillas roscadas en sus extremos. Éstos fueron atornillados a las correas de la estructura de cubierta. Las barras de contravientos al igual que los rigidizadores se desarrollan o trabajan conformando una “X”. Para finalizar el armado de la estructura de la cubierta se instalaron los templetes que se observan en la ilustración 34 los cuales son barras de 3/8 de pulgada atornilladas entre las correas, su función es rigidizarlas.

Ilustración 33. Rigidizadores cubierta.



Fuente: autor, abril de 2016.

Ilustración 34. Rigidizadores cubierta.



Fuente: autor, abril de 2016.

Dentro de la instalación de los elementos para rigidizar la estructura de la cubierta, el pasante estuvo supervisando cada uno de los procesos de integración de éstos a la cubierta. En la suelda de las correas a las cerchas y rigidizadores a cerchas el auxiliar de interventoría (pasante) evaluó que el cordón de soldadura para la unión de los elementos fuera hecho por medio de soldadura de la referencia 7018 por octavo de pulgada. Esta referencia garantiza que la soldadura desarrolle una resistencia a la tracción igual a los 70.000 PSI, lo cual viene indicado con el número 70 de la referencia. Un aspecto más que se revisó fue que el cordón de soldadura no presentara un espesor menor a los 3mm, para verificar esto se verificó que la soldadura fuera de 1/8 de pulgada ($1/8" = 3\text{mm}$) y también midiendo por medio de una cinta métrica o pie de rey el cordón fundido.

En la ilustración 35 se observan los cordones de soldadura fundidos para unir las correas a las cerchas de la estructura de cubierta.

Ilustración 35. Cordón de soldadura.



Fuente: autor, abril de 2016.

3.1.10. Construcción de graderías. La construcción de las graderías inició con la obra de los muros tras graderías. Éstos fueron levantados con ladrillo aparejado en estilo de tizón, proporcionando un muro de 25 cm., de ancho para resistir los empujes generados por el relleno de la zona de graderías. Los muros fueron contruidos sobre la viga de cimentación entre los ejes A1-B1 y F1- G1. Entre éstos existe una luz de 5,80m., mientras que entre los B1-C1 y E1-F1 la luz es de 5,30m., por 1,06m., de alto.

El pasante al verificar la construcción del muro inicial que se levantó entre los ejes A1 y B1 identificó que el constructor no había tenido en cuenta, que en los muros debían construirse columnetas de confinamiento intermedias a distancias no mayores de 4,00m. Al respecto, el pasante le solicitó a la residente de obra que se debía desarmar el muro y construir una columneta de confinamiento que cumpliera con los requerimientos de ubicación y construcción según el título E del *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente*, NSR-10. Por parte del constructor se obedeció a lo dispuesto por la interventoría y se construyó una columneta intermedia de concreto reforzado, de ancho igual al muro y largo de 0.15m.

En la ilustración 36 se observa el área del muro entre los ejes A1-B1 que tuvo que ser removida para construir la columneta de confinamiento.

Ilustración 36. Área removida de muro.



Fuente. Febrero de 2016.

A través de la ilustración 37 se observa el muro reconstruido con la columneta solicitada por parte del auxiliar de interventoría (pasante).

Ilustración 37. Columneta de confinamiento.



Fuente: autor, febrero de 2016.

Para la construcción de las columnetas el pasante verificó las disposiciones del título E.4.3 de la NSR-10. Entre éstas se revisó que el refuerzo longitudinal no fuera menor a 4 barras No., 3 (3/8 de pulgada) o 3 barras No., 4 (1/2 pulgada), y que el de cortante o transversal estuviera conformado por barras cerradas de nominación mínima de No., 2 espaciadas a 20mm⁹. Aparte de lo anterior se verificó antes de fundir las columnetas que el concreto fuera mezclado cumpliendo con las dosificaciones de los materiales gruesos y agregados, cemento y agua que exponía el diseño de mezcla mandado hacer por el contratista para concretos con resistencia a la compresión de 3.000 PSI (21 Mpa). Por ultimo durante el vaciado del concreto

⁹ COMISION ASESORA PERMANENTE DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10: Título E – Casas de uno y dos pisos. Ley 400 de 1997. E-15P.

se observó que este fuera vibrado dentro de la sección de formaleta para disminuir los vacíos y aire que pudiera quedar contenido dentro de éste.

Fundidas las columnetas de confinamiento entre los dos días siguientes se armó el refuerzo de las vigas de graderías VGR-03 y VGR-04. El refuerzo longitudinal de estas vigas fue constituido por 4 barras de acero de 1/2 pulgada, mientras que el refuerzo a cortante es desarrollado por estribos de 3/8 de pulgada. Éste refuerzo se observa en la ilustración 38 en donde se ven las barras longitudinales y transversales de la viga VGR-03 que confina el muro tras graderías, entre el eje A1 y B1 del proyecto.

Ilustración 38. Refuerzo VGR-03



Fuente: autor, febrero de 2016.

Para fundir las vigas de graderías VGR-03 y VGR-04 se armó la formaleta de la manera en que se observa en la ilustración 39, armada ésta se vació el concreto de

3.5000 PSI (24,5 Mpa) y se dejaron encofradas las vigas durante 8 días entre los que teóricamente el concreto alcanza un 75% de la resistencia a la compresión.

Ilustración 39. Formaleta vigas.



Fuente: autor, marzo de 2016.

Construidos los muros tras graderías con sus columnetas y vigas de confinamiento, se continuó con la construcción de las vigas de cimentación de graderías, donde la primera actividad que se ejecutó fue el replanteo de las vigas de cimentación y el suministro de una capa de concreto pobre (concreto solado) de 17,5 Mpa (2.500 PSI). Éste fue vaciado de forma que proporcionara la misma área de las caras inferiores de la viga de cimentación de graderías VGR-01 y VGR-02. De esta actividad el pasante revisó que el concreto pobre fuera vaciado siguiendo el alineamiento por donde iban a hacer fundidas las vigas de cimentación de las graderías. Finalmente, se revisó que el concreto solado fuera fundido quedando nivelado para proporcionarle a las vigas de cimentación una superficie plana con un espesor uniforme.

La actividad que continuó a la fundida del concreto pobre, fue el amarre del refuerzo de las vigas de graderías. En la ilustración 40 se observan las barras longitudinales y transversales del refuerzo de la viga de gradería VGR-02. El refuerzo longitudinal fue armado con barras de acero de 5/8 de pulgada, mientras que el refuerzo a cortante con flejes de 3/8 de pulgada. El pasante cuando se armó el refuerzo de estas vigas verificó de acuerdo a lo expuesto en los planos que coincidiera el área de las barras longitudinales, la longitud de los traslapes, la longitud de desarrollo de los ganchos, y la separación y nominación de los estribos a cortante.

Armado el refuerzo de las vigas de cimentación de graderías, éstas fueron fundidas con concreto de 3.500 PSI. El pasante revisó que las dosificaciones de los materiales del concreto correspondieran con el diseño de mezcla, que éste fuera vaciado de tal manera que ocupara la sección dentro de la formaleta y que se vibrara para no permitir que se generaran vacíos dentro, que redujeran su resistencia a la compresión. También por medio de la ilustración 40 se observa como quedó la viga VGR-02 fundida en concreto de 3.500 PSI.

Ilustración 40. Refuerzo y concreto VGR-02.



Fuente: autor, marzo de 2016.

Sobre las vigas de cimentación VGR-01 y VGR-02 se construyeron los contrapasos de graderías. Los contrapasos longitudinales a la gradería por medio de ladrillo tolete en sogá, mientras que los costados de las graderías con ladrillo en tizón. Las áreas interiores a los muros fueron rellenas con material granular (recebo). Éste fue suministrado y compactado conformando los escalones o niveles de graderías. Sobre los muros de ladrillo tolete común (contrapasos de graderías) y relleno fueron fundidas las placas de 0,10 m., de espesor, que conforman los pasos de las graderías. En la ilustración 41 los muros de contrapasos que se mencionan anteriormente son los que se ven en ladrillo naranja, junto a estos también se observa el material granular recebo compactado y el aspecto final de las graderías con la placa de paso y contrapaso fundidas.

Ilustración 41. Construcción de graderías.



Fuente: autor, abril de 2016.

El pasante antes de que se construyeran los muros de contrapasos revisó que el ladrillo suministrado para esta actividad no presentara fracturas que afectaran su resistencia a la compresión (f'_c), ni tampoco presentara deformaciones que no permitieran aparejarlo uniformemente en el muro. Construido los contrapasos éste revisó que quedaran a plomo verticalmente y siguiendo el alineamiento horizontal que permitiera constituir los pasos uniformes.

Durante el suministro y compactación del material de relleno, el pasante verificó que el material granular recebo fuera compactado por medio de plancha vibratoria u otro equipo en común, por medio del que se compactaran capas de espesores no mayores a 20 cm. Para el amarre y suministro de la malla electrosoldada de la placa (pasos de gradería), el pasante verificó que las mallas fueran traslapadas proporcionando una longitud de traslapo de 0,15m. Además se comprobó que este traslapo entre las mallas fuera amarrado por medio de alambre negro.

De la fundida de la placa (paso) en concreto de 3.000 PSI (21 Mpa) el pasante revisó que la mezcla de concreto se hiciera dosificando los materiales grava, arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de mezcla de laboratorio. Esto se comprobó visualizando que dentro de la concretadora (mezcladora) por cada bulto de cemento que se agregaba, fueran adicionados 6 baldes de arena, 8 de grava y 5 de agua.

3.1.11. Construcción de tarima. Construidas las columnas de tarima que se mencionaron dentro de una actividad anterior, después se construyeron los muros laterales bajo de ésta. Estos muros se levantaron en estilo tizón (ancho=25 cm) entre las columnas construidas para que éstas actuaran como elementos de confinamiento. La construcción de la tarima continuó con la fundida de las vigas de cimentación para construir más adelante el muro frontal bajo tarima, para los muros de la rampa y la escalera de acceso a tarima. El refuerzo de las vigas de cimentación del área de tarima fue anclado a las columnas de tarima y a la viga de cimentación del pórtico estructural VC-102. Éste refuerzo está integrado por un área de 6 barras

de acero de 1/2 pulgada para refuerzo a atracción y por flejes de 3/8 de pulgada, separados cada 0,07m., dentro la zona de confinamiento y 0,14m., en el tercio intermedio de las vigas.

El concreto con el que se fundieron las vigas fue hecho siguiendo el diseño de mezcla para obtener 24,5 Mpa (3.500 PSI) de resistencia al esfuerzo de compresión (f'_c). Sobre las vigas de cimentación ya fundidas, se construyeron los muros para la rampa, escaleras y el frente bajo de tarima. Éstos fueron levantados por medio de ladrillo tolete común de 0,10x0,06x0,20m., aparejado con el estilo de tizón. Posteriormente a la construcción de los muros se suministró relleno de material granular recebo dentro del área que conformaron los muros y se compactó por medio de canguro compactador.

En las ilustración 42 se observan los muros de ladrillo tolete común en estilo tizón que conforman la rampa, escaleras y muros bajo tarima. La función principal de éstos es cargar la placa de concreto y contener el material granular de relleno de esta. Más adelante, por medio de la ilustración 43 se muestra el material granular recebo con el que se rellenó el área bajo placa de tarima, rampa y escaleras.

Ilustración 42. Muros bajo tarima.



Fuente: autor, abril de 2016.

Ilustración 43. Relleno granular (recebo).



Fuente: autor, abril de 2016.

Posteriormente a que se construyeron los muros y se rellenaron las áreas entre ellos, fue fundida la placa de la tarima, la placa de la rampa, la de la escalera y los

pasos de ésta misma. Lógicamente antes de ser fundidas éstas, fue armado su refuerzo por medio de barras de acero para la placa de tarima y escalera. Para la placa de la rampa de acceso se utilizó como refuerzo malla electrosoldada.

La supervisión por parte del pasante durante la fundida de las vigas de cimentación se realizó verificando que se cumplieran los mismos aspectos que se han mencionado atrás dentro de la actividad del refuerzo y concreto para vigas de cimentación. Por otro lado, en el caso de la construcción de los muros por medio de ladrillo en tizón, se revisó que las partes superiores de los muros llegaran a un nivel de elevación que conformara la rampa de acceso a tarima con una pendiente del 12% según el diseño. También se verificó que por medio del muro se generaran los descansos que se requerían según el manual de *Accesibilidad al Medio Físico y al Transporte*. Éste expone que en caso de diseñar una rampa con una pendiente del 12% dentro de tramos longitudinales mayores a los 3m, se deben disponer descansos con un ancho igual al de la rampa y una longitud mínima de 1,20m¹⁰.

3.1.12. Construcción placa del escenario deportivo. La construcción de la placa del escenario deportivo tardó una semana e involucró la fundida de 10 paneles de 2,40m., de ancho por 40,10m., de longitud, con juntas de dilatación cada 2,00m. Por medio de la ilustración 44 se observan los paneles que constituyeron la placa base del escenario deportivo.

Los paneles de la placa fueron reforzados con malla electrosoldada de 15x15cm., y diámetro de 6 mm. El volumen de concreto fundido diariamente para conformar el panel de placa fue de 11,55m³, dentro del que se embebían 6,8 mallas de 2,35x6,00m. El pasante dentro de la construcción de la placa base del escenario deportivo desarrolló su trabajo, supervisando que la mezcla por medio de la cual se preparaba el concreto, cumpliera con la dosificación de los materiales expuesta en

¹⁰FONDO DE PREVENCIÓN VÍAL, MINDESARRROLLO, MINISTERIO DE TRANSPORTE, *Accesibilidad al medio físico y al Transporte*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Santa Fe de Bogotá, Facultad de Artes, Oficina de Proyectos. P. 12-16.

los diseños de mezcla. Además, el pasante evaluó el asentamiento del concreto por medio de la prueba del cono Slump, para verificar que éste cumpliera con el rango de asentamiento que proponía el diseño estructural. En éste se especificaba que el asentamiento del concreto debía estar entre 5 a 7 pulgadas.

Finalizada la fundida de los paneles de la placa base, el pasante fundió 3 cilindros con la mezcla de concreto fundido para realizarles a éstos el ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto. Éste ensayo se les realizó a los 7, 21 y 28 días, para por medio de éstos evaluar la resistencia que adquiriría el concreto (ver Resistencia a la Compresión en anexo E).

Ilustración 44. Placa base de concreto.



Fuente: autor, abril de 2016.

Del refuerzo de la placa base de concreto del escenario deportivo, el pasante evaluó que fuera suministrado y amarrado correspondiendo a la nominación que exponían los planos. Éste consistía en malla electrosoldada de referencia XX-188 (según NTC-5806), malla de diámetro igual a 6mm, separación longitudinal de 15cm y

transversal de 15cm¹¹. El pasante para finalizar su supervisión, verificó que las mallas electrosoldadas en sus puntos de empalme fueran traslapadas 0,15m y amarradas por medio de alambre negro.

3.1.13. Construcción muro de contención. En el costado sur del proyecto (entre los ejes A1 y A2) surgió una obra no prevista, la cual fue la construcción del muro en ladrillo tizón que se ve en la ilustración 45. Ésta se desarrolló para la contención de una ladera que conforma el sendero peatonal entre las aulas y área del escenario deportivo de la institución educativa. El muro de contención construido integró elementos estructurales como lo fue una viga de cimentación, una viga cinta y columnetas de confinamiento.

Ilustración 45. Muro de contención.



Fuente: autor, junio de 2016.

¹¹ PAZ DEL RÍO. Catálogo de productos. Malla electrosoldada, grafiles y acero figurado. DD-VSPDR-VCO-002 Versión 7.0. P.5.

En la construcción del muro de contención, el pasante desarrolló su función de ingeniero auxiliar de interventoría supervisando que el refuerzo de la viga de cimentación y viga cinta, fuera armado de forma que se cumpliera con la separación, las longitudes de desarrollo en los traslapes y ganchos que especificaban los diseños. Del refuerzo a cortante el pasante revisó, que este correspondiera a la nominación expuesta en los planos estructurales, donde se especificaban estribos de 3/8 de pulgada separados cada 0,20m. Por otro lado de la construcción del muro en ladrillo, el pasante revisó que los mampuestos no presentaran fracturas que deterioraran su capacidad portante y afectaran en general la resistencia y estabilidad del muro. También se revisó que los ladrillos fueran sentados de manera uniforme, nivelados sobre su eje horizontal, longitudinal a la viga de cimentación y sobre su eje vertical que conformaría la cara del muro.

3.1.14. Red de aguas lluvias. La construcción de la red de aguas lluvias del escenario deportivo constituyó la instalación de la canal sobre la estructura de cubierta, las bajantes, cárcamo de aguas lluvias y colector principal de aguas lluvias. La instalación de la canal de aguas lluvias fue ejecutada durante el montaje de la estructura de cubierta, siendo ésta empalmada a las correas extremas. Además de esto por medio de unos pie de amigos (barras de 3/8 pulg.) se soldó la parte inferior de la canal a la correa.

La instalación de las bajantes de aguas lluvias comprometió la instalación de tubería PVC de 4 pulgadas junto a accesorios como codos de 90° del mismo diámetro. Estas se conformaron desde la canal hasta el colector principal de aguas lluvias. El diseño hidráulico lo comprendieron 14 bajantes, una por cada columna. Las bajantes del eje 1 en promedio comprendían 9,00m., de longitud y las bajantes del eje 2 comprendieron 7,50m de longitud. En la ilustración 46 se observan las bajantes del ejes 2 del proyecto.

La instalación del colector principal de aguas lluvias comprendió una excavación para éste y para las cajas de inspección. Las excavaciones para el colector principal de aguas lluvias se ejecutaron con una sección de 0,50m de ancho x 0,80m de alto. Las excavaciones del tramo de colector que vierte directamente las aguas lluvias al colector del alcantarillado municipal comprometieron una excavación de 18,40m de longitud y una sección de 0,50m de ancho por un alto de 0,70m a 0,90m. En total se excavaron 42,46 m³ de material para la construcción de la red de aguas lluvias. Las excavaciones para la red de aguas lluvias se observan en la ilustración 47.

Ilustración 46. Bajantes aguas lluvias.



Fuente: autor, junio de 2016.

Ilustración 47. Excavaciones.



Fuente: Autor, mayo de 2016.

En el eje 2 del proyecto se construyó un cárcamo en concreto para la intercepción de las aguas de escorrentía superficial del área de las graderías antiguas. En el costado Sur del campo deportivo, es decir entre el eje A1 y G1 también se construyó un cárcamo de aguas lluvias para interceptar el agua de escorrentía superficial que fluye desde el área de las aulas académicas de la institución educativa. Estos cárcamos se observan en la ilustración 48 en donde aparecen con la rejilla que también los integra.

Ilustración 48. Cárcamo aguas lluvias.



Fuente: autor, mayo de 2016.

Para el mantenimiento de la red de aguas lluvias se construyeron 4 cajas de inspección de 0,80x0,80x0,80m en ladrillo tolete común. Estas cajas de inspección fueron ubicadas en el eje 2 en el punto donde el cárcamo vierte las aguas lluvia a la conexión domiciliaria de 6 pulgadas. En el eje A1, se construyeron en el punto donde el cárcamo del costado sur vierte las aguas al colector principal y en el eje G1 en donde la cañuela y bajante vierten el agua al colector principal. En el eje D1 se ubicó la caja principal en donde llegan los ramales A1-D1 y E1-G1 del colector principal. Desde esta misma caja de inspección parte el tubo que conforma la conexión domiciliaria a la red principal del alcantarillado municipal.

Estas cajas se observan a través de la ilustración 49. Al lado izquierdo se observa la construcción de la caja de inspección principal sobre el eje D1 y a la derecha se observa la caja de inspección del eje G1 terminada.

Ilustración 49. Cajas de inspección.



Fuente: autor, mayo de 2016.

3.1.15. Suministro e instalación teja standing seam. La instalación de la teja Standing Seam o teja sin traslazo involucró 3 actividades para su instalación. La primera actividad que se ejecutó fue su fabricación en obra por medio de un equipo especializado, el cual produjo 78 tiras de lámina calibre 26 (0,45mm de espesor) de 27,80m., de longitud y 0,50m., de ancho. Una segunda actividad involucrada fue el montaje. Éste se hizo manualmente por medio de cuerdas amarradas a la tira de teja para halarla hasta la estructura de cubierta. Finalmente la tercera actividad, fue la instalación de las láminas por medio de fijación de clips a la estructura de cubierta. Al ser esta una teja sin traslazo cada tira era fijada directamente a las correas por medio de unos clips que no quedan visibles ya que se fijan por debajo de la teja y sobre la correa¹².

¹² COLMENA. Standing Seam – sencilla y tipo panel, cubiertas herméticas – sin traslazos longitudinales – uniones grafadas - para todo tipo de pendientes. Bogotá D.C. P.2.

En la ilustración 50 se observa a los técnicos de la instalación de la teja halando a ésta por medio de cuerdas. En ésta misma se puede evidenciar que los operarios se encuentran utilizando el arnés de seguridad.

Ilustración 50. Montaje teja.



Fuente: autor, mayo de 2016.

El pasante (auxiliar de interventoría) supervisó que la fabricación de la teja en campo, se hiciera con la referencia de la lámina expuesta dentro del contrato. Éste verificó que el ancho de la teja, el calibre y el color correspondieran con la referencia contratada.

Durante el montaje de la teja el pasante supervisó que ésta no fuera maltratada, no se doblara o rayara. Éste les solicitó a los obreros que antes de montar la teja introdujeran dentro de las pestañas de ésta misma, barras de acero por medio de las cuales se lograra rigidizar la teja para que al momento de estar siendo halada no se doblara a causa de los fuertes vientos. Al llegar a la cumbrera de la estructura de cubierta el pasante revisó que las tiras de teja no hicieran contacto con las correas para que no se rayara la base de filtros contra la radiación ultravioleta, UV, que contiene en su cara exterior. Los filtros UV son los que le proporcionan a ésta un periodo útil de 30 años.

Instalada la teja el pasante subió y supervisó que ésta no presentara ningún tipo de deformación que pudiera ocasionar el empozamiento de agua. Igualmente se revisó que la teja no presentara perforaciones con el fin de evitar la infiltración de agua hacia el escenario deportivo. A través de la ilustración 51 se puede observar la teja Standing Seam instalada sobre la estructura de cubierta. Además se aprecia que no se observan juntas de traslapes.

Otra actividad realizada por el pasante para este ítem, fue la solicitud de la creación de un nuevo análisis de precio unitario, APU, a la residente de obra (ver APU 03 de anexo D). Éste se requirió a causa de que en el contrato la teja referenciada era ondulada thermoacustica, diferente a lo que disponían los diseños y el municipio. En el acta modificatoria No. 01 de obra se evidencia la inclusión de la nueva referencia de teja (ver Modificatoria No.01 en anexo C, capítulo denominado *Ítems No Previstos*) Un capítulo anterior llamado *Cubierta*, fue el reemplazado.

Ilustración 51. Teja Standing Seam.



Fuente: autor, junio de 2016.

3.1.16. Adecuación accesos al escenario deportivo (andenes). Se construyeron andenes perimetrales al escenario deportivo para la circulación de los peatones, desde el sendero peatonal de la institución educativa hasta la rampa, escalera de Tarima y accesos al escenario. Para la construcción de estos andenes se fundió una placa de 0,10m., de espesor monolíticamente a un sardinel de 0,20m., de ancho por 0,20m de alto. La placa de los andenes fue reforzada por medio de una malla electrosoldada de 4mm., de diámetro. Bajo el área donde se fundió ésta, se compactó material granular recebo para mejorar su suelo de fundación.

Los andenes del eje No.1 de la estructura se construyeron con un ancho de 1,40m., y 1,00m., en el tramo junto a la rampa. En el eje 2, el ancho del andén fundido quedo de 1,20m. Dentro de la supervisión que realizó el pasante, éste evaluó que los andenes cumplieran con los requerimientos para accesibilidad de discapacitados.

Siguiendo el manual de Accesibilidad al Medio Físico y al Transporte dentro del cual se exponen algunas consideraciones como que las pendientes longitudinales de un andén máximo deben ser del 4%, las pendientes transversales del 2% y que en los cambios de nivel se deben disponer de vados o rampas¹³, el pasante avaló que esta obra había sido bien ejecutada.

Durante el proceso constructivo del andén el pasante evaluó los mismos aspectos tanto del concreto como de la malla electrosoldada de refuerzo que tuvo en cuenta en la construcción de la placa base del escenario deportivo y placa de tarima.

Por medio de la ilustración 52 se muestran las dos áreas en donde se construyeron andenes. La imagen izquierda muestra el área del eje 1 en donde el tramo de andén junto a los muros presenta un ancho de 1,40m., y el tramo junto a la rampa tiene 1,00m., de ancho. La imagen de la derecha muestra el andén que comunica el área de la cafetería y del campo de juego de la institución educativa hacia el sector de las graderías antiguas.

Ilustración 52. Andenes en concreto.



Fuente: autor, junio de 2016.

¹³ FONDO DE PREVENCIÓN VÍAL, MINDESARRROLLO, MINISTERIO DE TRANSPORTE, Accesibilidad al medio físico y al Transporte. Universidad Nacional de Colombia, Sede Santa Fe de Bogotá, Facultad de Artes, Oficina de Proyectos. P. 12.

3.1.17. Construcción de muro sobre tarima. Sobre la tarima se construyó un muro en bloque No. 5, cuya finalidad fue proteger al área de la tarima de la filtración de agua durante los eventos de precipitación. Para la construcción de este muro inicialmente se replanteo el eje horizontal teniendo en cuenta su longitud y el espacio en donde debían quedar las columnetas de confinamiento. Replanteado el muro se procedió a construir éste por medio de bloque número 5. Ya que en la parte posterior a la tarima estaba la columna del pórtico se construyeron dos secciones de muro divididas por ésta, quedando una de 2,40 m., de longitud y 2,16m., de alto y la otra de 2,78m de ancho x 2,16m de alto.

En la ilustración 53 se observa la construcción y la terminación de los muros sobre tarima.

Ilustración 53. Muros sobre tarima.



Fuente: autor, junio de 2016.

Dentro de la actividad de la construcción de los muros sobre tarima, el auxiliar de interventoría (pasante) inspeccionó que éstos quedaran plomados. Es decir que su superficie (cara) quedara nivelada respecto a su eje vertical y a su eje horizontal.

Otro aspecto revisado fue que las columnetas de confinamiento de los muros de tarima se fundieran de tal manera que garantizaran su funcionamiento. Ésta verificación se realizó supervisando que al momento de fundir la columneta no se registrara una junta de dilatación entre el concreto de las columnetas y el muro de bloque No., 5.

3.1.18. Pañete mortero 1:4 para muros. Luego de construir lo que fueron los muros del área bajo tarima y sobre tarima, costado de graderías, muro de contención y los contrapasos de las graderías antiguas éstos fueron pañetados por medio de una relación de mortero 1:4. Es decir mortero mezclado manteniendo la relación de un (1) kilogramo de cemento y cuatro (4) kilogramos de arena. El pañete fue suministrado recubriendo toda el área de los muros con un espesor de 0,02m (2cm). Dentro de esta actividad el auxiliar de interventoría (pasante) inspeccionó que la mezcla del mortero fuera realizada por medio de la dosificación contratada. También se revisó que antes de que se iniciaran a ejecutar los pañetes las superficies a pañetar fueran humedecidas con agua. Ésto para que el mortero no presentara patologías de agrietamientos de su capa (mapeo). Un aspecto final inspeccionado fue que las superficies pañetadas quedaran niveladas, es decir que no se vieran superficies de pañetes cóncavas o convexas, sino totalmente planas.

En la ilustración 55 se muestran los muros bajo tarima, de la rampa de acceso a tarima y también de las escaleras de acceso a ésta. En el sector intermedio de la ilustración se visualiza el pañete realizado tras los muros de graderías y en los muros laterales de éstas mismas. Por último en la parte inferior izquierda se observa el pañete sobre la cara del muro de contención y en el costado inferior derecho se observa el pañete realizado a los muros sobre la tarima.

Ilustración 54. Pañetes.



Fuente: autor, mayo de 2016.

3.1.19. Pintura fachada. Dentro de ésta actividad fue pintado el muro de cerramiento de la institución educativa, el área de las graderías antiguas y el muro de contención. Estos elementos fueron pintados por medio de pintura de color blanco en el caso del muro de cerramiento y color gris claro en el caso de las graderías y muro de contención. Para lograr un acabado uniforme la pintura fue aplicada por medio de aerógrafo y compresor. En la ilustración 55 se muestra el muro de cerramiento pintado de color blanco y también el área de las graderías antiguas pintada de color gris claro.

Ilustración 55. Pinturas fachadas.



Fuente: autor, junio de 2016.

El trabajo realizado por parte del pasante, consistió en supervisar que las bases de la pintura fueran parejas, es decir que no existieran áreas con claros. Al mismo tiempo, se comprobó que la pintura presentara en las superficies una sola tonalidad. Otro aspecto que también inspeccionó fue el uso de los implementos de seguridad, el pasante revisó que los trabajadores del área de pintura usaran overol, monogafas

y tapabocas. Ésta supervisión forma parte de la interventoría administrativa que el pasante apoyaba.

3.1.20. Pintura sintética. Ésta actividad involucro pintar el área de la placa base del escenario deportivo para demarcar los escenarios de juego de futbol de salón, basquetbol y voleibol. Lo primero en ejecutarse para desarrollar este trabajo, fue limpiar las juntas por medio de una espátula y compresor de aire. Posteriormente fueron selladas las juntas por medio de un compuesto de Ripio, Acriten, estuco, agua y arena. El Ripio es un material en polvo, producto del caucho de las llantas recicladas, mientras que el Acriten es un aglutinante plástico. La mezcla de estos dos materiales produce un plastificante que se adhiere al concreto. Un día después de selladas las juntas de la placa base, se adhirió a esta superficie una capa de un mortero preparado por medio de Acriten, Ripio, arena, estuco de color verde y cemento. Esto se hizo con el fin de sellar toda porosidad o discontinuidad que se presentara en la superficie del concreto. En la ilustración 56 se observa a mano izquierda las juntas selladas por medio del Ripio, el que se ve de color negro y a la derecha se observa un área verde que es el mortero.

Ilustración 56. Sellado de juntas y mortero.



Fuente: autor, junio de 2016.

Luego de realizar el sellado de las juntas, se aplicó sobre la superficie de la placa una base compuesta por ripio, arena y Acríten como primera capa de la pintura sintética. Posterior al secado de ésta, se aplicaron las capas de color para conformar las áreas de los campos de juego y sus bombas. Los colores aplicados en orden fueron: el verde que constituyó el área general de juego, el rojo que formó las bombas central y de los arcos de juego y finalmente se aplicó la pintura azul que conformó el área de corredor o zona de seguridad para desaceleración de los jugadores, banco de jugadores suplentes y mesa del juez. Lo último en ejecutar para esta actividad fue pintar las líneas de demarcación. Éstas fueron realizadas inicialmente replanteándolas con cinta para dentro de ésta finalmente pintarlas. En la ilustración 57 que se presenta a continuación se muestra la base general de color negro, la base de color verde que conforman el área de juego y la roja que conforma las bombas.

Ilustración 57. Bases de pintura sintética.



Fuente: autor, junio de 2016.

El pasante durante la actividad de sellado de las juntas supervisó que la masilla sellara el área de la junta pero que ésta no saturara el volumen libre que comprendía la junta. Si se saturaba el volumen comprendido por la junta, posiblemente con el tiempo por fenómenos de retracción y temperatura al momento de contraerse el concreto podría llegar a rebosar la masilla y ocasionar ruptura de las capas de la pintura sintética. En el mejoramiento de la superficie de la placa de concreto por medio de mortero, se revisó que se recubriera toda el área que comprendía el escenario deportivo, y que por medio de éste mortero se proporcionara una base lisa y plástica. También se revisó que la mezcla de la base de pintura fuera dosificada de tal manera que se controlara la cantidad de arena. En caso de que se llegara a sobrepasar la dosificación necesaria de arena, la superficie quedaría muy áspera y con discontinuidades.

Finalmente durante la aplicación de la pintura el pasante revisó que fueran aplicadas 2 capas por color. También revisó que el replanteo de las áreas de los campos de juego de futbol de salón, basquetbol y voleibol correspondiera con los planos arquitectónicos y los planos de Coldeportes.

Ilustración 58. Campo de juego pintado.



Fuente: autor, junio de 2016.

3.2. ADECUACIÓN DE ACUEDUCTOS RURALES, SÁCHICA

3.2.1. Adecuación de la red de aducción del acueducto rural de la vereda quebrada arriba. La adecuación de la red de aducción del acueducto de Quebrada Arriba involucró la excavación sobre el trazado de la red antigua, el retiro del tubo de 2^{1/2} pulgadas, el reemplazó de esta tubería por una nueva de PVC de 3" RDE 26 U.M. (unión mecánica) y el relleno de la misma. Conjuntamente sobre la nueva red de aducción se instalaron algunos elementos para su correcto funcionamiento hidráulico como lo fueron 2 unidades de ventosas y una válvula de purga. En la ilustración 59 se muestra un tramo de la tubería de 3 pulgadas instalada y en la 60 se observa una ventosa y una válvula de purga.

Ilustración 59. Tubería red de aducción.



Fuente: autor, diciembre de 2015.

Dentro de la actividad mencionada el pasante realizó seguimiento de las actividades de excavación. Éste revisó que la sección de excavación se hiciera uniforme para garantizar las mismas pendientes existentes y no alterar las cabezas de presión de la red. Además el pasante cuantificó el volumen de excavación ejecutado para tenerlo en cuenta dentro del balance presupuestal del proyecto, su memoria de cálculo se muestra en el Informe Acueductos (ver anexo F) y su cantidad en el acta Modificatoria No. 03 (anexo C).

Ilustración 60. Ventosas y válvulas de purga.



Fuente: autor, enero de 2016.

En la instalación de la tubería, el pasante revisó que la tubería suministrada correspondiera a la referenciada en los planos hidráulicos y a la especificada dentro de la actividad contratada. Ésta debía ser tubería de PVC de 3 pulgadas de diámetro, con una relación de diámetro y espesor RDE 21 y utilizar el sistema de conexión mecánica. Aparte de estas especificaciones revisadas el pasante

inspeccionó que quedaran correctamente instalados los tubos. Dentro de la actividad del relleno de la red de aducción el pasante comprobó que este relleno fuera echo con material seleccionada de la excavación, donde el material escogido presentara un tamaño adecuado para su compactación y no fuera material orgánico que pudiera lavarse en eventos de precipitaciones.

3.2.2. Suministro e instalación planta de tratamiento de agua potable. Para el acueducto rural de la vereda de Quebrada Arriba se suministró una planta de tratamiento con capacidad de 1,7 litros por segundo (l/s). Esta planta constó de 3 unidades en fibra de vidrio. Cada unidad desarrolla una función o actividad de tratamiento. En el primer tanque, a donde llega el agua de la red de aducción, se desarrollan los procesos de floculación y sedimentación, luego el flujo de agua pasa al tanque de equilibrio/filtración, desde donde parte un ducto para la cámara de cloración y otro para el tanque de lechos de secado. La cámara de cloración es el lugar en donde se adiciona una porción de cloro al agua para eliminar los organismos microbiológicos del agua. Por último, el tanque de lechos de secado es la cámara en donde se retienen los sólidos que producen los procesos de tratamiento, para de esta manera verter el agua de mantenimiento limpia de impurezas al cuerpo receptor.

La supervisión realizada por parte del pasante consistió en verificar que la planta fuera instalada y conformada por todos los elementos y repuestos de los que constaban los planos hidráulicos. Lego de instalada y puesta en funcionamiento la planta, el pasante tomó unas muestra del agua tratada para mandarla a analizar en el laboratorio de aguas y de esta manera evaluar las características microbiológicas, físicas y químicas con las que salía el agua después de ser tratada. Por medio de esta prueba se comprobó que la planta disminuyera el *Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano*, IRCA por debajo del 5%. Valor por medio

del cual se considera el agua apta para consumo humano según la resolución 2115 de 2007¹⁴.

Por medio de la ilustración 61 se muestran cada una de las unidades que integran la planta y su lugar de instalación en la vereda de Quebrada Arriba. En la imagen superior izquierda se muestra el tanque de sedimentación, mientras que al costado derecho superior se presenta el tanque de equilibrio filtración. En la parte izquierda inferior se muestra el tanque de lechos de secado. Por último en la imagen inferior derecha se presenta la planta de tratamiento instalada sobre el tanque de almacenamiento del acueducto veredal. En ésta se observan los dos depósitos que se encuentran en la parte superior del tanque de sedimentación y cuya función es almacenar y dosificar los compuestos conglomerantes que ocasionaran la sedimentación, y los compuestos desinfectantes (ver plano-06 de anexos B).

Ilustración 61. Planta de tratamiento.



¹⁴ MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución número 2115 (22 JUN 2007). Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. P. 8-10.



Fuente: autor, enero de 2016.

3.2.3. Estructura en acero A-36. La estructura en acero A-36 fue una obra no prevista dentro del contrato, cuya implementación tuvo que hacerse. Este proceso ocurrió a causa de que la planta de tratamiento del acueducto de Quebrada Arriba inicialmente venía propuesta para ser instalada sobre la tapa del tanque de almacenamiento. Sin embargo, después de una inspección por parte de la interventoría y contratista al tanque de almacenamiento se evaluó que la planta no podría apoyarse sobre la tapa del tanque. La razón fue que la tapa presenta un espesor de 10 cm., y una luz aproximadamente de 4,00m. Al respecto, se concluyó que la tapa no podría responder a las cargas solicitadas por la planta de tratamiento que pesa 1,8 toneladas. Por las razones anteriores se solicitó al contratante (municipio) que contratara los diseños de una estructura para soportar la planta. En respuesta a eso el municipio hizo el proceso requerido y contrato los diseños de una estructura para soportar la base. La estructura diseñada y construida finalmente fue una base metálica compuesta de perfiles IPE 160,120 y 100, platinas de acero, lamina alfajor y ángulos de $1\frac{1}{2} \times 3/16$ de pulgada. Su cimentación se desarrolló con zapatas en concreto reforzado de 3.000 PSI (21 MPa).

El refuerzo de las zapatas estuvo constituido por barras de acero con un esfuerzo a la fluencia (f_y) igual a 60.000 PSI (420 Mpa) de nominación No. 5 (5/8 de pulgada) en el sentido longitudinal y transversal de las zapatas. Las 4 zapatas fueron fundidas en concreto de 3.000 PSI conformando una sección de 0,50x0,60m., y 0,35m., de espesor. Éstas zapatas conformaron 0,42m³ de concreto fundidos.

Los perfiles IPE se distribuyeron en las columnas, vigas y viguetas. Las columnas las conformaron los perfiles IPE 120, las vigas de carga los perfiles IPE 160 y las viguetas y vigas de rigidez son los perfiles siderúrgicos IPE 100. A las IPE 160 y 120 fueron soldadas las platinas como elementos para unión entre estos 2 perfiles y anclaje a las zapatas de concreto. A continuación por medio de la ilustración 63 se muestran en un plano izquierdo los apoyos (perfiles IPE 120), platinas y zapatas y en el plano derecho de la ilustración se ven los ángulos rigidizadores. Más adelante en la ilustración 62 se observa a la izquierda de esta los perfiles IPE 160 e IPE 100 que conforman las vigas de la estructura. Al lado derecho se observa la lámina de alfajor y los ángulos que completaron la estructura.

Ilustración 62. Columnas, zapatas y platinas.



Fuente: autor, diciembre de 2015.

La lámina de alfajor fue instalada sobre los perfiles IPE 100 (viguetas) como base para tránsito de personas sobre la estructura. Los ángulos de 1^{1/2} x 3/16 pulgadas conformaron la placa o base de los tanques de la planta de tratamiento, estos se distribuyeron cada 20,00 cm., entre una luz de 1,50m.

Ilustración 63. Base planta de tratamiento.



Fuente: autor, enero de 2016.

La supervisión ejecutada por parte del auxiliar de interventoría (pasante) en el área de la cimentación consistió en la verificación de la nominación del refuerzo, la separación de las barras y la colocación de éste para proporcionarle su recubrimiento de 0,05m. Del concreto fundido el pasante inspeccionó que este fuera mezclado utilizando la dosificación de sus materiales según el diseño de mezcla de laboratorio.

La inspección que realizó el pasante en el montaje de la base con perfiles siderúrgicos, consistió en verificar que las piezas fueran dispuestas según los planos. También, se verificó que la estructura fuera unida por medio de los tornillos referenciados y estos fueran debidamente ajustados por medio de la presión necesaria para trabajar.

3.2.4. Adecuación red de suministro vereda de Quebrada Arriba. La adecuación de la red de suministro fue una obra ejecutada con el fin de suministrarles agua potable a los usuarios nuevos del acueducto rural de quebrada arriba. Esta actividad requirió de la ejecución de obras de excavación, instalación de tubería de 1/2, 3/4 y 1 pulgada, relleno de las excavaciones e instalación de micromedidores con su respectiva caja de inspección. Estas obras se desarrollaron dentro de una longitud de 4.893,00 m., que conforman la red de usuarios nuevos.

La obra inició con la ejecución de las excavaciones conformando las zanjas desde la red matriz del acueducto hasta la acometida de los lotes o viviendas de los usuarios nuevos. Las excavaciones se realizaron de forma manual formando una sección de 0,32m., de ancho por 0,55m., de profundidad. Por medio de la ilustración 64 en su plano izquierdo se muestra la sección de excavación ejecutada en el sector alto de la vereda, cerca de la bomba de presión del acueducto. Al costado derecho se ve la sección excavada en el sector bajo de la vereda, cerca de la escuela Nueva generación de Quebrada Arriba.

Ilustración 64. Excavaciones red de suministro.



Fuente: autor, marzo de 2016.

La instalación de la tubería se desarrolló acorde a los planos hidráulico. La tubería de 1/2 pulgada conformó las acometidas de las viviendas, la tubería de 1 pulgada la red secundaria del acueducto (ramales) y la tubería de 3/4 de pulgada se utilizó para reemplazar tramos de la red secundaria antigua que se encontraba deteriorada dentro del acueducto. A continuación en la ilustración 65 se muestra la tubería suministrada y la tubería instalada.

Ilustración 65. Tubería red de suministro.



Fuente: autor, marzo de 2016.

Los registros de bola de 1/2 pulgada fueron instalados sobre las acometidas de media pulgada, con el fin de regular el caudal que circulaba y para sellar el paso de agua de la red matriz hacia las acometidas donde aún no existían viviendas. Los registros de bola de una 1 pulgada fueron instalados en la tubería de la red secundaria del acueducto, sobre los puntos en donde parten los ramales. Éstos fueron instalados con la finalidad de regular el flujo de agua hacia cada ramal. Por último, también se instalaron registros de bola en los tramos de la red secundaria antigua de 3/4. Especialmente en los lugares en donde hacían falta para regular el

flujo de caudal en caso de rupturas de la red o suspensiones del agua por mantenimiento.

En la ilustración 66 se muestran dos tipos de registros de bola. El del lado izquierdo es de un diámetro de 1/2 pulgada y el de la derecha de 1 pulgada. Nótese en estas que el color de la válvula es azul. Por medio de este color el pasante reconocía que eran válvulas de alta presión. Las válvulas de baja presión vienen de color rojo.

Ilustración 66. Registros de bola.



Fuente: autor, marzo de 2016.

En total fueron instalados 86 micromedidores que representan el número de usuarios nuevos del acueducto. Estos fueron instalados dentro de su respectiva caja de inspección la cual también fue suministrada y contaba con su respectiva tapa metálica. Estos micromedidores junto a su caja se muestran en la ilustración 68.

Ilustración 67. Micromedidores.



Fuente: autor, marzo de 2016.

La inspección realizada por parte del ingeniero auxiliar de interventoría (pasante) en las obras de excavación consistió en supervisar que estas fueran ejecutadas con una sección de 0,32m., de ancho y 0,55m., de profundidad. Esta sección debía ser cumplida con el fin de garantizar una profundidad dentro de la cual la tubería quedara protegida y un ancho por medio del cual se facilitaba su medición ya que correspondía al de la pala. También se excavó este ancho por la comodidad para la instalación de la tubería. Dentro de las actividades de la instalación de la tubería el pasante vigiló que los extremos de cada tubo, fueran limpiados por medio de limpiador removedor y luego unidos por medio de soldadura líquida para PVC. El pasante al tiempo midió la longitud de la tubería instalada según cada nominación (diámetro) con el fin de avalar la tubería que el constructor cobraba en las actas parciales (ver Parcial No. 01 en anexo C).

En la instalación de los registros de bola el pasante inspeccionó que se instalaran los que correspondían a la referencia de registros de alta presión. A la vez el pasante cuantificó la cantidad de registros instalados para corroborar que correspondieran

con los cobrados por parte del constructor. Otro aspecto que supervisó el pasante de los registros de bola fue que su lugar de instalación concordara con el lugar especificado en los planos. En el relleno de la red de suministro del acueducto para usuarios nuevos, el pasante inspeccionó que el material suministrado para el relleno fuera material seleccionado de la excavación. Éste debía no presentar una geomorfología de pronunciadas aristas ya que podrían ocasionar que al momento de compactar el material se rompiera la tubería de la red. También el pasante supervisó que el material fuera compactado para disminuir la infiltración de agua dentro de la red y para que no se asentara el relleno al paso de vehículos o peatones.

Del suministro e instalación de los 81 micromedidores instalados el pasante inspeccionó que estos contaran con sus certificados de calidad y calibración. De la instalación de las cajas de los macromedidores el pasante revisó que estas fueran niveladas por medio de una base en concreto ciclópeo.

3.2.5. Construcción tanque de almacenamiento en la vereda de arrayan canales. En la vereda de Arrayan Canales se construyó un tanque de almacenamiento de 75 m³ de capacidad, en concreto impermeabilizado de 4.000 PSI (28 Mpa). Su construcción involucró excavar sobre el terreno en un área de 8,50x8,90m., y una profundidad promedio de 1,72m., para encontrar el estrato de fundación que recomendaba el estudio geotécnico. Sobre el estrato de fundación se realizó un mejoramiento del suelo por medio de compactación de material de afirmado de 0,40m., de espesor. Éste fue compactado por medio de canguro vibratorio. Sobre este mejoramiento de 8,50x8,90m., se fundió una capa de 0,05m de espesor de concreto ciclópeo de 2.500 PSI (17,5 Mpa). Un día después de haber fundido la carpeta de concreto ciclópeo, sobre esta superficie se realizó el replanteo del tanque de almacenamiento demarcando por medio de una cimbra la sección del tanque 5,00mx5,00m. Replanteada la sección del tanque de almacenamiento se amarro el

refuerzo de la placa y muros. Este refuerzo estuvo integrado por barras de acero de 1/2 pulgada y 5/8 de pulgada. En la ilustración 68 se muestra el refuerzo de muros y placa de tanque de almacenamiento.

Ilustración 68. Refuerzo tanque de almacenamiento.



Fuente: autor, diciembre de 2015.

La forma en que se construyó el tanque inició con la fundida monolítica de la placa y los muros hasta un nivel de +0,70m., (nivel de elevación). A este nivel fue embebida una cinta Sika PVC O-22 para impermeabilizar la junta que se genera al momento de fundir los muros del tanque a partir del nivel de elevación +0,70m., hasta el +3,00m. Durante la fundida a 0,50m., de altura desde la placa base del

tanque, también fueron embebidos 3 pasamuros metálicos de diámetro de 3 pulgadas.

A los 7 días siguientes de la primer fundida, se fundieron los muros del tanque de almacenamiento entre el nivel de elevación +0,70m., al nivel de elevación +3,00m. Dentro de esta altura de muros quedo embebida una escalera tipo gato conformada por barras de acero de 1,00 pulgada. Del mismo modo se embebió un pasamuro de 3,00 pulgas de diámetro.

A los 8 días de haber fundido los muros del tanque se armó la formaleta para la placa del tanque. Ésta fue conformada por cerchas metálicas y camillas de madera. Armada la formaleta del tanque de almacenamiento se armó el refuerzo de la tapa con barras de acero en el sentido longitudinal y de 3/8 de pulgada (No.3) en el sentido transversal. La tapa del tanque fue fundida en concreto de 4.000 PSI (28 Mpa) dejando un área sin fundir cerca al centro del tanque de 0,60x0,60m., como acceso a éste. En la ilustración 71 se muestra el proceso de construcción del tanque de almacenamiento y su aspecto final.

Ilustración 69. Tanque fundido.



Fuente: autor, enero de 2016.

Las actividades que desarrolló el pasante como ingeniero auxiliar de interventoría durante la construcción del tanque de almacenamiento se desarrollaron entre la excavación a la puesta en funcionamiento del sistema. Dentro de la excavación, el pasante comprobó que esta fuera hecha hasta la profundidad que recomendaban los estudios geotécnicos. Esto lo comprobó el pasante por medio de un nivel y mira topográfica. Dentro de la actividad del mejoramiento del suelo, el pasante inspeccionó visualmente que el material suministrado fuera un afirmado, comprobó que este fuera compactado por medio de canguro vibratorio y además que el material fuera suministrado hasta conformar una capa de 0,40m de espesor, según como recomendaban los estudios geotécnicos.

De lo que fueron las actividades del suministro y amarre de acero PDR-60, el pasante se encargó de revisar que el refuerzo suministrado el cual ya venía figurado de fábrica, correspondiera con la nominación, longitud y forma según como correspondía a los planos. En el amarre del acero el pasante supervisó que este se hiciera cumpliendo con el espaciamiento, número de barras y nominación.

De las actividades de la fundida en concreto de la placa, muros y tapa, el pasante revisó que el concreto fuera mezclado en obra con las dosificaciones que correspondían al diseño de mezcla para obtener un concreto impermeabilizado con resistencia de 4.000 PSI (28 Mpa). Este revisó que los pesos del cemento, arena, grava, agua y el impermeabilizante mezclados dentro de la concretadora (mezcladora de cemento) fueran los equivalentes al diseño de mezcla. Además, éste fundió cilindros para comprobar en laboratorio por medio del ensayo de compresión de especímenes cilíndricos de concreto, que el concreto fundido en el tanque alcanzara la resistencia requerida. Los cilindros fueron fallados a los 7 días para verificar que estos alcanzaran una resistencia no menor al 70% de los 4.000 PSI y a los 28 para verificar que el concreto hubiese llegado al 100% de la resistencia requerida.

Además de la construcción del tanque de almacenamiento en concreto, se realizó la adecuación de la red de funcionamiento de éste, lo cual comprendió la instalación de 30,00m., de tubería de 3 Pulgadas de diámetro RDE 21 (relación diámetro espesor) unión mecánica (UM). Junto a la instalación de la tubería se realizó la instalación de las válvulas de compuerta h.f. de 3 pulgadas, para regular el caudal de entrada y salida, y para la red de limpieza del tanque de almacenamiento.

En la ejecución de la actividad anterior el pasante realizó su trabajo de auxiliar de interventoría supervisando que la tubería se instalara según como lo especificaban los planos hidráulicos. También el pasante revisó que ésta quedara con una pendiente del 1,00 % a la entrada y salida del tanque y de 2,00 % en el tramo de la red para limpieza del tanque. Luego de instalada la tubería de la red de funcionamiento del tanque de almacenamiento, se construyeron las cajas para las válvulas. Se construyó una caja para las 2 válvulas de entrada y una para las válvulas de salida. Dentro de esta actividad el pasante supervisó que las cajas fueran construidas cumpliendo que su área libre (interna) quedara de 1,00x1,00m., al igual que su altura también fuera de 1,00 m. En la ilustración 70 que se presenta a continuación se observan las cajas de inspección construidas junto con las válvulas de compuerta h.f., instaladas y la red de 3 pulgadas. Dentro de ésta misma se observan unas tapas en lámina alfajor también instaladas que en el siguiente párrafo serán mencionadas.

Ilustración 70. Cajas de inspección.



Fuente: autor, marzo de 2016.

Sobre las cajas de inspección y en el acceso al tanque de almacenamiento se instalaron los marcos y las tapas en lámina alfajor c-14. El pasante supervisó que las tapas instaladas correspondieran al calibre contratado. Para finalizar la construcción del tanque de almacenamiento, se rellenó el área de excavación junto al tanque construido y la excavación dentro de la que fue instalada la tubería de 3 pulgadas. El auxiliar de interventoría (pasante) revisó que este relleno fuera compactado cada 0,25m., de espesor por medio de plancha vibratoria, para imposibilitar que el suelo quedara expuesto a la alta tasa de infiltración y a un asentamiento que moviera la tubería del sistema de almacenamiento ocasionándole alguna falla.

3.2.6. Construcción paso elevado acueducto rural las manitas (vereda el espinal). La construcción del paso elevado para la red de aducción del acueducto de Las Manitas fue otra de las obras no previstas que debieron ser ejecutadas. Esta obra se requirió debido a que la red de aducción tenía que atravesar sobre el río Sáchica.

La cimentación del paso elevado se desarrolló por medio de 2 muertos de anclaje en concreto ciclópeo de 3.000 PSI, dentro de los que fueron empotradas las torres del costado norte y sur del paso elevado. A parte de estos muertos se fundieron otros 2 muertos (dados) para el cable principal de 7/8 de pulgada. Cada muerto de anclaje acarreo de 15,63 m³ de concreto ciclópeo constituido por una sección de 2,5x2,5m., y 2,5m., de profundidad. Dentro de cada muerto de anclaje fue embebida una barra de acero lisa de 6m de longitud y 1 pulgada de diámetro que conformaron el gancho de anclaje. Paralelo a los muertos de anclaje de 1,5x1,5x2,0m., (cimentación de las torres) se fundieron 2 contrapesos al costado norte y 2 al costado sur para anclaje de los cables de contraviento de 3/8 de pulgada. Estos contrapesos tenían como dimensiones 1,00m., de ancho en sus dos lados y 1,20m., de profundidad. Dentro de cada uno de los 4 contrapesos fundidos fuer embebido un gancho de 5/8 de pulgada del mismo tipo que se para tensionar por medio de un cable los postes de energía eléctrica. En la ilustración 71 mostrada a continuación se observa la fundida del muerto de 2,50x2,50x2,50m., por medio de concreto ciclópeo y en ésta misma la instalación de su gancho para anclaje. También se observa el aspecto final de este muerto de anclaje.

Ilustración 71. Muertos de anclaje.



Fuente: autor, febrero de 2016.

El paso elevado lo conforman dos torres construidas en tubería estructural de 3"x4mm, 3"x3mm y 2"x2,5mm, todas grado 50 (GR-50). La tubería de 3pulgx4mm conforma las cuatro columnas de las torres mientras que la tubería de 3"x2,5 mm., y 2"x2,5mm., conforman las vigas del pórtico. Sobre las torres fue instalado el cable principal colgante que sostendría a la tubería, el cual era un cable de doble alma con 19 alambres por cada torón de los 6 que lo conforman, A-A 6x19¹⁵, de 7/8 de pulgada. Los pendolones tanto verticales como horizontales fueron constituidos por cable de 3/8 de pulgada al igual que los 2 cables contravientos.

A través de la ilustración 72 se muestra el paso elevado construido. En ésta se puede identificar las 2 torres de color rojo y blanco en tubería estructural y el cable principal de 7/8 de pulgada que cuelga sobre éstas.

Ilustración 72. Paso elevado del acueducto Las Manitas.



Fuente: autor, junio de 2016.

¹⁵[Citado el 24 de junio de 2016] Disponible en
<http://www.unionrope.com/resource_/pageresource/union/wire-rope-user-guide-spanish.pdf>

Los anclaje y uniones de los cables fueron realizadas por medio de la instalación de perros y guardacabos según su nominación. En total se instalaron 88 perros de 7/8 de pulgada que se distribuyeron entre la luz principal del paso y en los extremos de anclaje del cable de 7/8 de pulgada. De los perros de 3/8 de pulgada fueron instalados 476 que formaron parte de los pendolones horizontales y verticales, y de los cables de contraviento. Además, para rigidizar las torres del paso elevado fueron amarrados a éstas cables de 1/2 pulgada que tan bien fueron anclados a los muertos de 2,5x2,5x2,5m.

Por medio de la ilustración 74 se muestran a su lado izquierdo los perros de 7/8 de pulgada instalados al cable del mismo diámetro. Además se detalla cada elemento por separado, los de color rojo son los perros y los de plateado los guardacabos. Al lado derecho de la ilustración se ve como queda anclado el cable de 7/8 de pulgada junto a los perros y guardacabos al muerto de anclaje.

Para el desarrollo de esta obra, por parte del pasante se le solicito a la residente de obra crear un APU (análisis de precios unitarios) de los elementos que componían a ésta (ver desde APU 04 al APU 08 en anexo D). Dentro de éstos se encuentra la tubería de acero grado 50, la manguera de polietileno de alta densidad, los cables de acero, lo perros o grapas de anclaje y las abrazaderas. Además estos elementos fueron cuantificados por medio de una memoria de cálculo que se presenta en el Informe Acueductos (ver anexo F) y dentro del balance de obra o Modificatoria No.03 de cantidades de obra (ver anexo C).

Ilustración 73. Guardacabos y perros.



Fuente: autor, abril de 2016.

El pasante en su función de ingeniero auxiliar de interventoría verificó inicialmente las actividades de excavación para las zapatas, muertos y contrapesos de anclaje. Dentro de ésta el pasante inspeccionó que las excavaciones se hicieran acordes a las dimensiones como deberían quedar cada uno de estos elementos fundidos. El otro aspecto que se inspeccionó fue que el fondo de la excavación para las zapatas, muertos y contrapesos fuera hecho hasta la profundidad que especificaba el estudio de geotécnico.

De la fundida de los muertos, zapatas y contrapesos, el pasante revisó que la relación de piedra y concreto se suministrara y fundiera acorde a lo especificado dentro del contrato y planos estructurales del paso elevado. En éstos se exponía una relación de 60% de concreto y 40% de piedra rajón. También se inspeccionó que la mezcla se hiciera con la dosificación especificada dentro del diseño de mezcla de laboratorio, para garantizar una resistencia a la compresión del concreto (f'_c) de 3.000 PSI (21 Mpa). Durante la fundida de estos elementos el pasante se acreditó que los ganchos de anclaje fueran embebidos en la dirección y a la profundidad según los diseños. Además se tomaron cilindros para realizarles el ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto y verificar que éste llegara a los 3.000 PSI de esfuerzo a la compresión. En la ilustración 74 se observan los cilindros hechos por parte del pasante.

Ilustración 74. Cilindros de concreto.



Fuente: autor, marzo de 2016.

En lo referente a la construcción de las torres metálicas, el pasante se cercioró de que estas fueran construidas acorde con la referencia de la tubería estructural especificada en los planos, éste revisó que correspondiera el diámetro, espesor y longitud de la tubería. Además el pasante atestiguó lo mismo en los otros elementos que conformaron las torres como lo fueron las platinas de acero para unir las secciones y rigidizarlas, y las barras de acero para la escalera de las torres y empotramiento de éstas dentro de las zapatas.

Dentro de la instalación de los cables el pasante inspeccionó que el cable principal de 7/8 de pulgada formara la catenaria según los diseños. De este mismo cable, de los cables de 3/8 de pulgada (pendolones y contravientos) y los cables de 1/2 pulgada (tensores) el pasante revisó que sus anclajes se hieran cumpliendo con la longitudes de desarrollo, la nominación del guardacabo, números de perros y separación de estos mismos que especifica el manual de *Terminaciones para Cable*¹⁶.

De la instalación de la manguera de polietileno el pasante revisó que esta fuera de 3 pulgadas de diámetro y que las uniones entre los tramos de estas fueran hechas por medio de termofusión que como garantía tiene que “impiden por tal motivo la contaminación del agua conducida. Además también impiden la erosión de los suelos y el hundimiento de vías, debido a exfiltraciones”¹⁷. En las abrazaderas que cuelgan de los pendolones y sostienen la manguera el pasante revisó que estas fueran pintadas por medio de galvanizado en frio para protegerlas de la corrosión por la exposición al ambiente.

¹⁶ Terminaciones para cable. Copyright © 2002 The Crosby Group, Inc. 25 Todos los derechos reservados. P. 1-10.

¹⁷ PAVCO. Manual Técnico Tubosistemas PEAD para conducción de agua potable ACUAFLEX. Diagramado por SADE diseño y producción. Impreso por offset gráfico. 1000 ejemplares. 2014. 39P.

3.2.7. Adecuación de la red de aducción del acueducto rural las manitas (vereda el espinal). La red de aducción del acueducto las manitas comprende 3,8 Km de longitud y fue instalada aproximadamente hace 25 años. Esta red estaba integrada por tubería de 3 Pulgadas de diámetro en PVC-U (tubería negra). El objeto del contrato fue reemplazar la tubería de la red de aducción por tubería de PVC-biaxial sistema campana espigo o unión mecánica.

Con el reemplazo de la tubería de la red de aducción se buscó disminuir las pérdidas de presión que se presentaban dentro del acueducto rural de Las Manitas, a causa de fugas en las uniones de la tubería, por fenómeno de abrasión de la tubería (perdidas por rugosidad) y por la existencia de tramos compuestos por manguera agrícola. Además con el uso de tubería PVC-biaxial se reducía la existencia de biopelículas.

A la fecha de este informe solo se pudieron adecuar 352,00m., de la línea de aducción, por causa de que surgió un impedimento para ingresar a una de los predios dentro de los cuales atraviesa la red de aducción. Esto sucedió en los predios de la finca de Calizas y Agregados, tramo integrado por 1,10 Km., de tubería. Como consecuencia no se pudo realizar el reemplazo de los 3,8 Km de la red, ya que dentro de los predios de calizas y agregados se tiene la incertidumbre de la profundidad a la que se encuentra enterrada la red de aducción a reemplazar. Sin embargo por visitas se alcanzó a visualizar que en más de un punto ésta se encuentra entre los 3 a los 4,00m de profundidad.

La proyección presupuestal hecha para el contrato se realizó considerando que toda la tubería se encontraba a 0,50m., de profundidad, hecho por el cual se desequilibra el presupuesto proyectado para la intervención de la adecuación de la red de aducción del acueducto Las Manitas. A la fecha el contrato se encuentra suspendido hasta que el municipio realice el proceso requerido para la imposición

de una servidumbre por medios legales. En la ilustración 75 se muestra el único tramo de red de aducción que pudo ser optimizado a la fecha de este libro.

Ilustración 75. Red de aducción.



Fuente: autor, marzo de 2016.

La inspección que realizó el pasante éste verificó los mismos aspectos de la supervisión hecha a la adecuación de la línea de aducción del acueducto de Quebrada Arriba.

Una de las obras que si se pudo ejecutar dentro del acueducto Las Manitas fue el suministro e instalación de un macromedidor de 3 Pulgadas. Éste fue instalado a la salida de la planta de tratamiento del acueducto. La instalación del macromedidor se hizo con la finalidad de cuantificar el gasto o caudal suministrado por la red de aducción y para controlar y detectar las posibles pérdidas que se presenten por conexiones fraudulentas o por la imprecisión de la lectura de los micromedidores. El pasante para verificar las condiciones de calidad del macromedidor le solicito al residente de obra el certificado de calibración y calidad. Éste fue entregado por parte del residente de obra y demostró cumplir con las certificaciones de calidad. Además

de esto el pasante verifico que el macromedidor instalado fuera de la referencia especificada en los planos y en el contrato.

4. APORTES DEL TRABAJO REALIZADO

4.1. COGNITIVOS.

Uno de los aportes más sobresalientes en relación a lo cognitivo, por parte del pasante, fue la adquisición de conocimiento en especial en el área de las estructuras metálicas, procesos constructivos, administrativos y financieros que intervienen dentro de un proyecto. Del seguimiento de los procesos constructivos, en el área de las estructuras metálicas, la construcción de la cubierta para la Institución Educativa Nueva Generación fue un aporte cognitivo al pasante muy importante. Al respecto generó, el conocimiento sobre los elementos que conforman una estructura de cubierta, la función de la estructura de cubierta, conocimiento sobre las propiedades de los elementos metálicos y la aplicación de la soldadura. Éste los adquirió por medio de labores como lo fueron la revisión de las cantidades de obra y el seguimiento de su construcción. Entre éstos se relacionó con el uso de los perfiles metálicos tubulares grado 50, aprendiendo sobre sus propiedades físicas como nominaciones utilizadas en la construcción de cerchas metálicas, diámetros, espesores y geometría. El peso de la tubería estructural fue otra de las propiedades físicas que el pasante asimiló dentro de este proceso.

Entre los aspectos que reconoció el pasante de la estructura de cubierta fueron sus partes, entre las que están las cerchas metálicas compuestas en este caso por un cordón superior e inferior y diagonales en tubería estructural. Además también por las correas, rigidizadores, contravientos y apoyos. En el caso de las propiedades mecánicas de la tubería estructural, fue el conocimiento sobre su límite de fluencia, del que reconoció que se encuentra entre los 46.000 PSI (322 Mpa) y 42.000 PSI (295 Mpa) y que por tal razón difiere del límite de fluencia del acero de refuerzo de las estructuras de concreto.

La construcción del paso elevado fue una de las obras por medio de la cual el pasante conoció sobre una de las alternativas existentes, para el paso de líneas del acueducto sobre el cauce de un río. Dentro de esta obra asimiló el uso de cables de acero, de perros y guardacabos, que eran elementos sobre los cuales el estudiante no tenía conocimiento. Además reconoció el uso de tuberías para acueducto en otro material diferente al PVC. En este caso reconoció la manguera de polietileno de alta densidad que como ventaja posee una alta resistencia a la exposición al ambiente (rayos solares y cambios de temperatura).

En la obra de la estructura metálica construida como base de la planta compacta de tratamiento del acueducto rural de Quebrada Arriba, el pasante reconoció las grandes ventajas que tienen las construcciones por medio de perfiles siderúrgicos contra las estructuras de concreto, en cuanto a tiempo de construcción, ocupación de espacios, comodidad de construcción y costos.

Otro aporte destacado dentro de las estructuras metálicas fue la parte de la soldadura de estas. En esta actividad el pasante aprendió sobre la soldura de perfilaría estructural, se relacionó sobre algunos tipos de soldaduras aplicadas como la soldadura 6013-1/8 de pulgada y 7018-1/8 también por octavo de pulgada. De estas referencias el pasante aprendió sobre sus propiedades mecánicas que generan y el uso que tienen. De la soldadura 6013 por 1/8 de pulgada se asimiló que esta se utiliza para unir elementos de acero al carbono. Su número 60 indica la resistencia última a la tracción que proporciona el cordón (60.000 PSI). El número 1 hace referencia a las posiciones en que puede aplicarse ésta (1= todas) y sobre el 3 se aprendió que hace referencia al tipo de revestimiento y al tipo de corriente y polaridad con que debía aplicársele al electrodo (3= soldadura con revestimiento rutilico)¹⁸.

¹⁸[Citado el 2 de julio de 2016] Disponible en
<<http://www.westarco.com/westarco/sp/support/documentation/upload/catalogo-resumido-westarco.pdf>>

El uso de las tintas penetrantes para inspeccionar el estado de las soldaduras fue un método también con el que se relacionó el estudiante, ya que por el uso de este medio este inspeccionó en obra el estado de las soldaduras de la estructura de cubierta, torres de paso elevado y base de planta de tratamiento. “La aplicación de estas tintas se realiza con el fin de localizar porosidades, picaduras o fisuras producidas por esfuerzos de fatiga y contracción por temperatura (esfuerzos térmicos)”¹⁹.

Por otra parte la pintura sintética del campo deportivo de la institución Educativa Nueva Generación (contrato de obra No. OP201508001) fue una de las prácticas sobre las que más desconocía el estudiante. Sin embargo dentro del desarrollo de esta actividad el pasante tuvo la oportunidad de adquirir conocimiento sobre la forma de aplicación de ésta y sus componentes. Éste asimiló el proceso de mejoramiento que le hacen a las superficies de los escenarios deportivos en el caso de que presenten picaduras o porosidades. De ésta actividad también se identificaron los materiales que eran empleados para desarrollarse.

De la la pintura sintética el pasante obtuvo conocimiento sobre los componentes que la integran, materiales como el ripio (caucho reciclado) el cual es el mismo material base de las canchas de pasto sintético, el producto Acríten que es un aglutinante y la arena. Éstos tienen como propiedad una gran adherencia a las superficies de concreto, son plastificantes y resistentes a la abrasión.

Con relación también a la pintura sintética y a la vez con reglamentación de escenarios deportivos, el estudiante tuvo que investigar la reglamentación por medio de la cual se especifican las medidas, demarcaciones o áreas de los campos de juego que cumplen con las normas deportivas. En este caso como fue construida una multicancha este tuvo que profundizar sobre las áreas de un campo para fútbol

¹⁹ [Citado el 2 de julio de 2016] Disponible en < <http://www.isotec.com.co/portal2/index.php?id=56.>>

de salón, basquetbol y voleibol. Para avalar los campos de juego expuestos en los planos arquitectónicos el pasante se remitió a los documentos, manuales y planos dispuestos por Coldeportes²⁰.

Durante el suministro, instalación y puesta en funcionamiento de la planta compacta de tratamiento del acueducto rural de Quebrada Arriba, el pasante afianzó conocimientos de pregrado al estudiar los procesos de tratamiento de agua que comprendía ésta. Los procesos que se desarrollaron dentro de la planta de tratamiento fueron floculación, sedimentación y equilibrio/filtración. Estos se generaban dentro de los 2 tanques de la planta de tratamiento. En ésta misma el estudiante corroboró el funcionamiento de los procesos de tratamiento para la disminución de algunos aspectos de calidad del agua. Por medio de un ensayo antes y después de instalada la planta este comprobó la disminución del *Índice de Riesgo de Calidad para el Consumo de Agua, IRCA*.

Las actividades dentro de las que el pasante supervisó las fundidas de concreto contribuyeron a que obtuviera conocimiento sobre algunos de los procesos constructivos requeridos para realizar esta actividad. Éste observó y aprendió sobre las tareas adjuntas necesarias para fundir elementos como columnas y vigas a niveles de 7,00m de altura, en donde se deben armar estructura metálicas con formaletas para proporcionar fundación a estos elementos y para llegar hasta estas alturas. También observó como en algunos casos se deben diseñar elementos para fundir concretos, en el caso del escenario deportivo se diseñó la formaleta metálica para las columnas redondas de diámetro de 0,70m., y de 0,45m. También evidenció las secciones que tuvieron que hacerse exclusivamente para los nodos ya que en el caso de la obra se instalaron en estos puntos secciones circulares perforadas entre el paso de las vigas aéreas.

²⁰ [Citado el 24 de mayo de 2016] Disponible en <
http://www.coldeportes.gov.co/coldeportes/biblioteca_deportiva/planos_escenarios_deportivos_2742>

En la misma área de las obras de concreto reforzado el pasante reestudio e investigó sobre ensayos para evaluar propiedades del concreto. Éste reforzó su conocimiento y practica sobre los ensayos para la determinar del asentamiento del concreto y para la elaboración y curado de especímenes cilíndricos de concreto y la obtención de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto. Los anclajes estructurales de elementos como vigas de cimentación y vigas aéreas fue una más de las actividades sobre las que el estudiante se instruyó para inspeccionar su ejecución dentro de las obras. Para realizar la inspección de los anclajes estructurales por medio de AnchorFix-4, este investigo por medio de manuales aspectos como el uso y contraindicaciones, el ancho de las perforaciones, profundidades de las perforaciones y la cantidad de producto que se le debía suministrar a éstas.

Para evaluar la densidad y humedad de compactación de la sub-base de material granular suministrada en la construcción de la placa del escenario deportivo (contrato de obra No. OP201508001), el pasante investigo sobre el ensayo para la determinación de la densidad y del contenido del agua suelo y del suelo-agregado en el terreno empleando medidores nucleares (profundidad reducida) (I.N.V.E-164-13). Para el estudiante este ensayo fue uno de los métodos nuevo para obtener estas propiedades del suelo.

Para ejecutar las actividades de adecuación de las redes de suministro y aducción del acueducto rural de Quebrada Arriba el estudiante tuvo que informarse sobre el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS . Por medio de este reglamento el estudiante se aprendió que especificaciones debían cumplir los diseños de la línea de aducción en cuanto a su dirección de trazado, pendiente, materiales y control de calidad de las tuberías, entre otros aspectos.

4.2. A LA COMUNIDAD

Dentro de los aportes que obtuvo la comunidad a causa del trabajo de pasantía ejercido por el estudiante, se encuentra la ejecución de obras con materiales de calidad y con el buen desarrollo de sus procesos constructivos que garantizan su durabilidad y seguridad. En el caso de la construcción y adecuación del campo deportivo de la Institución Educativa Nueva Generación (contrato de obra No. OP201508001), la interventoría técnica desarrollada por el pasante trae como aportes a la comunidad:

La verificación de las cuantías de refuerzo y el proceso de armado de éste mismo de los elementos estructurales (cimentación y pórticos) le ofrece a la comunidad elementos sismoresistentes. El garantizar estructuras sismoresistentes da como garantía que estas no fallen durante eventos sísmicos, de esta manera se resguardará la salud y primordialmente la vida de estudiantes y demás población que hagan uso del campo deportivo.

La verificación realizada por parte del estudiante en cuanto a la resistencia alcanzada por los concretos a la compresión, también le garantiza a la comunidad la durabilidad y seguridad del escenario deportivo. La durabilidad de aspectos como el concreto de la placa base, graderías, andenes y tarima permite que la comunidad disfrute por un largo periodo de estos. El aspecto de durabilidad además disminuye el gasto de inversión por parte de directivas del colegio o municipales en reparaciones o reestructuraciones del escenario deportivo.

La inspección y la realización de ensayos por parte del pasante durante la instalación de la planta de tratamiento del acueducto rural de Quebrada Arriba, garantiza que los usuarios del acueducto consuman agua que cumplan con el IRCA apto para calificar al agua acta para su consumo. Éste aspecto es de gran importancia ya que en ocasiones se le ha engañado a la comunidad o contratante la instalación de equipos que no cumplen su función de potabilizar el agua. “Este

indicador muestra el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano”²¹.

La interventoría administrativa sobre el contrato de obra No. OP201508001 y No. OP201509002 para el cumplimiento de la seguridad industrial en obra, manejo ambiental, manejo de información entre el constructor y municipio; seguimiento a los periodos contemplados de la ejecución de obras (cronograma de actividades), inspección de la vigencia de los amparos sobre el municipio, vigilancia sobre el pago de aportes y salud de los trabajadores fueron los aportes que el trabajo desarrollado por el estudiante también trajo a la comunidad.

El seguimiento del cumplimiento de la normatividad de seguridad industrial dentro de la obra, garantizó la protección de la vida de los maestros, oficiales, ayudantes e ingenieros. En el caso del contrato de obra No. OP201508001 que fue ejecutado dentro de las instalaciones de la Institución Educativa Nueva Generación, se protegió la vida y salud de los estudiantes y profesores. En la construcción y optimización de los acueductos rurales a los habitantes del sector rural también se les protegió su vida por medio de la obligación requerida por el pasante hacia el residente de obra para que les suministrara la dotación de seguridad y se implementará la señalización de las excavaciones.

El cumplimiento del manejo ambiental permitió que a la comunidad no se le afectara su entorno. Esto se hizo a partir del cumplimiento de los planes ambientales o fichas ambientales que el pasante (auxiliar de interventoría) siguió, por medio de los cuales se evitó que se acumularan escombros en las áreas perimetrales a las obras, que se ocasionara polución en el ambiente, que se generaran altos niveles de ruido que afectaran las actividades de la comunidad del municipio y que se ejecutaran actividades que ocasionaran el deterioro de los recursos ambientales.

²¹ [Citado el 5 de julio de 2016] Disponible en < <http://www.invisbu.gov.co/observatorio/eje-transversal/gestion-del-riesgo/agua/item/130-indice-de-riesgo-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano-irca>>

El control del tiempo de ejecución del contrato (cronograma de obra) aportó a que las obras se mantuvieran en continua construcción y se garantizaran los tiempos de entrega de estas. La supervisión sobre la validez de los amparos por parte del constructor al municipio, por medio de las pólizas de cumplimiento ante la entidad estatal, calidad de la obra y otras, le garantizó el compromiso y obligación por parte del constructor para el cumplimiento de las obras y calidad de estas mismas. Además exoneró al municipio de cualquier inversión o demanda en caso de que no cumpliera el contratista de obra.

La supervisión por parte del pasante del cumplimiento de los pagos de los aportes de salud y de prestaciones (pensión, caja de compensación), le garantizó a los trabajadores que no quedarán sin el servicio de salud y que se les fueran hechas las respectivas contribuciones para su pensión que tiene por derecho. “Una de las obligaciones más importantes de las empresas afiliadas es la de realizar las cotizaciones por sus trabajadores y presentar a la ARL la relación de cada uno de ellos. Si no se cuenta con esta información, la ARL no podrá cumplir con el pago oportuno de las prestaciones económicas a que tendría derecho el trabajador en caso de un accidente de trabajo o enfermedad profesional”²².

La interventoría que el pasante desarrolló sobre el área financiera garantizó la inversión de los recursos y el buen uso de estos. La revisión de las cantidades ejecutadas para los pagos parciales al contratista de obra, garantizó que el presupuesto del municipio no fuera esquilmado. El balance presupuestal desarrollado por parte del auxiliar de interventoría fue la herramienta por medio de la cual se verificó la inversión de los recursos contratados y a la vez la forma en que se evaluó el poder de inversión dentro del contrato.

²²[Citado el 5 de julio de 2016] Disponible en <
https://www.arlsura.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1426&Itemid=285>

5. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

5.1. CAMPO DEPORTIVO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA NUEVA GENERACIÓN, SÁCHICA

Por medio de la construcción de la cubierta se generaron impactos de tipo social y económico. Dentro de los impactos de tipo social por medio de la construcción del escenario deportivo, se les ha brindado a todos los miembros de la institución educativa Nueva Generación un lugar propicio para la práctica de actividades físicas, culturales y recreacionales. Dentro de este escenario los estudiantes se formaran como estudiantes y deportistas practicando las disciplinas como el futbol de salón, el basquetbol y voleibol. También a los maestros se les ha proporcionado un escenario por fuera de las aulas para complementar la formación académica de los estudiantes. En el caso de los docentes de educación física cuentan con unos escenarios reglamentados para instruir y exponer la práctica de cada deporte, los profesores de las demás ciencias podrán utilizar este escenario para el desarrollo de nuevas prácticas de formación académica.

Este escenario no solo permite la práctica de deportes, sino que además también sirve para la práctica de actividades artísticas y culturales entre las que se destacan la danza, el teatro y la música. Además dentro de éste escenario se forjara la integración de padres y familiares de estudiantes por medio del acompañamiento durante actividades deportivas o culturales. Éste también es una cara de presentación del colegio y municipio que puede atraer a estudiantes de otros municipios o del área rural incentivándolos a estudiar.

En el aspecto económico, esta edificación podrá proporcionarle a la institución educativa y al municipio un ingreso económico en el caso de que sea utilizado para

la realización de campeonatos deportivos. Éste escenario puede llegar a fomentar que se celebren unos juegos intercolegiados en el municipio.

La magnitud que forjó la construcción de esta obra, en donde se culminó toda su construcción y se ve reflejada la calidad, motivara a las administraciones a seguir invirtiendo en grandes obras para el municipio. Debido a lo que significó en inversión el contrato (796'.567.980,00 millones de pesos M/cte) y al cumplimiento del objetivo, la comunidad y el municipio confiaran en la contratación de proyectos de mayor envergadura.

Finalmente, un impacto que quizás no es directo pero que ha surgido por medio de ésta construcción, es la constitución de un área que también servirá para la concentración y atención de emergencias en caso de que ocurriera un terremoto u otro tipo de fenómeno natural. Este escenario forma parte de las edificaciones de atención a la comunidad según la NSR-10, clasificada como grupo de uso de edificación II. Según ésta “comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas”.

5.2. ACUEDUCTOS RURALES, MUNICIPIO DE SÁCHICA

Iniciando por la instalación de la planta de tratamiento compacta del acueducto rural de la vereda de Quebrada Arriba, este proyecto genera un fuerte impacto humano. Los usuarios de este acueducto, que son 180 suscriptores, gracias a esta planta se abastecerán de agua apta para el consumo humano. Por medio de ésta se llegó a disminuir el IRCA de 5,4% a 3,4%. De esta forma se está protegiendo la salud de los usuarios. De esta misma actividad fueron impactados otros campos a parte de la salud, la economía y la economía aunque en un muy pequeño porcentaje lo son. El ambiente se ha beneficiado en cuestión de que se está reutilización el agua por

medio de la cual se le hace mantenimiento a la planta. A partir de la cámara de lechos de secado que es el área de vertimiento del agua utilizada para mantenimiento, se conectó una tubería para regar los cultivos de cebolla que se siembran en la zona. De esta manera se disminuye el gasto del agua para agricultura, la cual es una de las prácticas por medio de la cual más se malgasta el agua.

Otra obra que favoreció las condiciones de suministro de agua del acueducto de Quebrada Arriba, fue la adecuación de la red de aducción. El remplazar la tubería de 2 pulgadas a 3 pulgadas aumento la presión del flujo transportado, por consiguiente los suscriptores de este acueducto rural se abastecen ahora de un mejor caudal que les felicita hacer sus actividades de alimentación e higiene personal. Ésta obra está en el momento suministrándoles agua a 66 usuarios nuevos del acueducto, de los cuales unos tenían vivienda sin el servicio y otros al obtenerlo se esmeraron por iniciar a construir sus viviendas. Algunos de los usuarios favorecidos son familias con muy bajos recursos que antes para abastecerse de agua tomaban el agua desde pozos contruidos que almacenan el agua lluvia.

Por parte de la construcción del tanque de almacenamiento en el sector de arrayan canales que fue una obra que reemplazó un tanque de almacenamiento antiguo para este sector ha superado en volumen de almacenamiento al reemplazado. Gracias a sus 75,00m³ se restableció el almacenamiento para 85 familias. Así, se aumentó la presión del agua, permitiendo que se pudiera suministrar también agua a los usuarios en donde ya casi no llegaba por falta de presión.

La instalación de las válvulas H.F. (hierro fundido) para regular el caudal de entrada y salida del tanque de almacenamiento y también para realizarle mantenimiento a éste, trajo otros beneficios sociales. Gracias a este sistema de válvulas la gente podrá regular el caudal que demanden, especialmente en las épocas de sequía, que frecuentemente presenta el municipio. La facilidad de mantenimiento que por medio de las válvulas reguladoras se puede realizar sin cortar el servicio de suministro de agua, es un aspecto muy esencial. La limpieza de este módulo de

almacenamiento favorecerá la calidad del agua suministrada. De ésta manera se protegerá la salud de los suscriptores.

La construcción del paso elevado para la línea de aducción del acueducto Las Manitas fue una obra por medio de la cual se condujo la tubería sobre el río Sáchica. Esta obra ha eliminado las infiltraciones que se presentaban en el paso artesanal por donde antes se transportaba el agua. Éste la conducía por medio de manguera agrícola. De ésta manera se ha favorecido al medio ambiente, disminuyendo su gasto por la infiltración. En el aspecto de la calidad de agua, el suministro de tubo sistemas PEAD (manguera de polietileno) como conducto de transporte del paso elevado, disminuyó el crecimiento y desprendimiento de películas biológicas y/o de depósitos minerales que los cuales disminuyen la calidad del agua. Como sus uniones fueron hechas por medio de termofusión o electrofusión totalmente monolíticas, se impiden por tal motivo la contaminación del agua conducida²³.

Otro aspecto que favoreció la construcción del paso elevado por medio de manguera de polietileno fue que aumentó la presión del agua transportada, favoreciendo a los usuarios con un mayor caudal en su servicio. Esto se favoreció debido a que este tipo de tuberías poseen un menor índice de rugosidad igual a con respecto al de las mangueras agrícolas. Otro aspecto que también se logró por medio del paso elevado con tubosistemas PEAD, fue la eliminación de las conexiones fraudulentas que existían a la manguera agrícola. Por medio de estas conexiones algunas personas se abastecían de agua para uso agrícola, disminuyendo el caudal transportado para la vereda el Espinal, el cual es el acreedor del acueducto Las Manitas.

La instalación del macromedidor de 3,00 pulgadas dentro de la red del acueducto Las Manitas, también es una obra que otorgó beneficios a la comunidad. Por medio de éste los administradores del acueducto ahora llevan un control con mayor

²³ PAVCO. Manual Técnico Tubosistemas PEAD para conducción de agua potable ACUAFLEX. Diagramado por SADE diseño y producción. Impreso por offset gráfico. 1000 ejemplares. 2014. 39P.

exactitud sobre el caudal suministrado a la red de suministro. Además detectan la existencia de posibles infiltraciones, ex filtraciones o conexiones fraudulentas.

CONCLUSIONES

La inspección técnica por parte del auxiliar de interventoría sobre los materiales, produjo que se obtuvieran concretos de hasta 3.800 PSI. Resistencia superior a la que se requería según el diseño que era de 3.500 PSI. Por medio de esto se garantiza que las estructuras de concreto como lo es el pórtico estructural de la Institución Educativa Nueva Generación, resista los esfuerzos solicitados por las cargas gravitacionales y sísmicas. Con esto se cumple con el objetivo del *Reglamento Colombiano de Sismoresistencia NSR-10*, cuyo objeto es proteger la vida del ser humano.

Gracias al apoyo por parte del pasante se logró que materiales como la tubería estructural de las obras metálicas fuera tubería certificada y que correspondieran sus propiedades físicas con los diseños. Ésto mismo sucedió con otros materiales como lo fue la tubería de PVC y micromedidores para la adecuación de las redes de los acueductos rurales.

Gracias al seguimiento administrativo realizado por parte del pasante se logró que la ejecución de los proyectos se llevara conforme con la reglamentación de seguridad dentro de las obras. Ésto se evidencio con la comprobación y delegación del uso de elementos de protección dentro del proyecto. Además de lo anterior, su supervisión comprometió a que se cumplieran los pagos de seguridad social por parte del contratista a sus trabajadores.

Otra forma en que se desarrolló la interventoría administrativa dentro de los proyectos de obra fue el seguimiento del cronograma de obra, la supervisión de la documentación legal para ejecutar la obra como lo eran el Acta de Inicio de Obra y las pólizas de cumplimiento y de seguridad extracontractual. Esto se consiguió gracias a la supervisión realizada por parte del pasante.

Como resultado del seguimiento presupuestal de las obras por parte del pasante, actividad dentro de la cual éste cuantificó las cantidades de obra ejecutadas y revisó los análisis de precios unitarios, APUS, se logró hacer una correcta inversión de los presupuestos contratados. Ésto se consiguió verificando que los precios de los materiales ejecutados correspondieran con el mercado y al igual que las cantidades cobradas por parte del contratista de obra concordaran con las del proyecto ejecutado.

BIBLIOGRAFÍA

COLMENA. Standing Seam – sencilla y tipo panel, cubiertas herméticas – sin traslapos longitudinales –uniones grafadas - para todo tipo de pendientes. Bogotá D.C. P.2.

COMISION ASESORA PERMANENTE DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10: Titulo E – Casas de uno y dos pisos. Ley 400 de 1997. E-15P.

FONDO DE PREVENCIÓN VÍAL, MINDESARRROLLO, MINISTERIO DE TRANSPORTE, Accesibilidad al medio físico y al Transporte. Universidad Nacional de Colombia, Sede Santa Fe de Bogotá, Facultad de Artes, Oficina de Proyectos. P. 12.

FONDO DE PREVENCIÓN VÍAL, MINDESARRROLLO, MINISTERIO DE TRANSPORTE, Accesibilidad al medio físico y al Transporte. Universidad Nacional de Colombia, Sede Santa Fe de Bogotá, Facultad de Artes, Oficina de Proyectos. P. 12-16.

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución número 2115 (22 JUN 2007). Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. P. 8-10.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. I.N.E.V-164: Determinación de la densidad y del contenido de agua del suelo y del suelo-agregado en el terreno empleando medidores nucleares (profundidad reducida): Resolución 3290. 2007, P E164_1 – E164-20.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-396. Ingeniería civil y arquitectura. método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. I.C.S: 91.100.30. Bogotá D.C: ICONTEC.15P.

PAVCO. Manual Técnico Tubosistemas PEAD para conducción de agua potable ACUAFLEX. Diagramado por SADE diseño y producción. Impreso por offset gráfico. 1000 ejemplares. 2014. 39P.

PAZ DEL RÍO. Catálogo de productos. Malla electrosoldada, grafiles y acero figurado. DD-VSPDR-VCO-002 Versión 7.0. P.5.

SIKA. Sikadur AnchorFix-4: Adhesivo epóxico para anclajes estructurales. DCT-VO-153-07/2013.

Terminaciones para cable. Copyright © 2002 The Crosby Group, Inc. 25 Todos los derechos reservados. P. 1-10.

[citado el 4 de junio de 2016] > disponible en > http://www.sachica-boyaca.gov.co/informacion_general.sht

[Citado el 9 de julio de 2016] disponible en < http://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/ASIS_2013/ASIS%20SACHICA%202013.pdf>

[Citado el 20 de mayo de 2106] Disponible en < http://oicolumbia.com.co/pt/uploads/Cimientos/Localizacion_y_replanteo_de_lotes/Replanteo.pdf >

[Citado el 24 de mayo de 2016] Disponible en < https://www.youtube.com/watch?v=_buTrOB9lkA>

[Citado el 29 de mayo de 2016] Disponible en <<http://www.westarco.com/westarco/sp/support/documentation/upload/catalogo-resumido-westarco.pdf>>

[Citado el 24 de junio de 2016] Disponible en
<http://www.unionrope.com/resource_/pageresource/union/wire-rope-user-guide-spanish.pdf>

[Citado el 2 de julio de 2016] Disponible en
<<http://www.westarco.com/westarco/sp/support/documentation/upload/catalogo-resumido-westarco.pdf>>

[Citado el 2 de julio de 2016] Disponible en <
<http://www.isotec.com.co/portal2/index.php?id=56>>

[Citado el 24 de mayo de 2016] Disponible en <
http://www.coldeportes.gov.co/coldeportes/biblioteca_deportiva/planos_escenarios_deportivos_2742>

[Citado el 5 de julio de 2016] Disponible en <
<http://www.invisbu.gov.co/observatorio/eje-transversal/gestion-del-riesgo/agua/item/130-indice-de-riesgo-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano-irca>>

[Citado el 5 de julio de 2016] Disponible en <
https://www.arsura.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1426&Itemid=285>

ANEXOS

ANEXO A. BITACORAS PASANTÍA

Anexo B. Planos de proyectos.

ANEXO C. ACTA DE PRESUPUESTO.

ANEXO D. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, APUS.

ANEXO E. ENSAYOS DE LABORATORIO.

ANEXO F. INFORMES DE AVANCE DE OBRA.

ANEXO G. PAGOS DE SEGURIDAD SOCIAL.

ANEXO H. DOCUMENTOS.