

**APOYO A LA RESIDENCIA DE INGENIERÍA EN LA OPTIMIZACIÓN
HIDRAÚLICA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE
ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR – LA GUAJIRA**

**APOYO A LA RESIDENCIA DE INGENIERÍA EN LA OPTIMIZACIÓN
HIDRAÚLICA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE
ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR – LA GUAJIRA**

Oscar Eliécer Aragón Acosta



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
COMITÉ DE TRABAJO DE GRADO
BUCARAMANGA
2017**

**APOYO A LA RESIDENCIA DE INGENIERÍA EN LA OPTIMIZACIÓN
HIDRAÚLICA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE
ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR – LA GUAJIRA**

OSCAR ELIÉCER ARAGÓN ACOSTA

Trabajo de grado

Práctica empresarial como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Director

JULIAN ANDRE GALVIS FLOREZ

INGENIERO CIVIL

VISTO BUENO DIRECTOR _____

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
COMITÉ DE TRABAJO DE GRADO
BUCARAMANGA
2017**

“Da el primer paso con fe. No tienes por qué ver toda la escalera. Basta con que subas el primer peldaño”

Martín Luther King

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga (Santander-Colombia)

AGRADECIMIENTOS

Primero dar gracias a Dios por permitirme cumplir este sueño de encaminarme a ser un ingeniero civil, por mostrarme el camino y guiarme a ser mejor cada día.

A mis padres por la confianza puesta en mí, por la oportunidad brindada para convertirme en profesional, por su apoyo constante, su entrega y su amor en todo momento, son la motivación de cada objetivo que me propongo en la vida, son el motor para siempre querer ser el mejor.

A los docentes de la Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga por las enseñanzas y las experiencias durante mi paso por la institución y por el conocimiento que aportaron para que hoy me pueda convertir en un profesional íntegro.

A la Unión Temporal San Juan por permitirme dar un paso más a mi objetivo de convertirme en ingeniero civil, brindándome la oportunidad de realizar la práctica y afianzar mis conocimientos.

A mis supervisores de práctica empresarial por la dedicación, la paciencia y los consejos brindados.

GLOSARIO

RAS 2000 define:

- Acueducto: Sistema de abastecimiento de agua para una población
- Agua potable: Agua que, por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el Decreto 475 de 1998, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud.
- Accesorios: Elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tres etc.
- Tubo o tubería: Conducto prefabricado, o construido en sitio, de concreto, concreto reforzado, plástico, poliuretano de alta densidad, asbesto-cemento, hierro fundido, gres vitrificado, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio, u otro material cuya tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular.
- Fugas: Cantidad de agua que se pierde en un sistema de acueducto por accidentes en la operación, tales como rotura o fisura de tubos, rebose de tanques, o fallas en las uniones entre las tuberías y los accesorios.
- Acometida o red domiciliaria: Es la red externa de las instalaciones hidráulicas de una edificación; comprende el tramo de tubería que va desde la red pública de distribución de agua hasta el medidor o contador. En ella se encuentra una llave de corte que permite cortar el suministro de agua de un inmueble desde el exterior del edificio.
- Medidor: En cualquier tipo de toma domiciliaria se deberá incluir un medidor de flujo según el tipo y capacidad, su instalación debe realizarse en la parte exterior del predio a Nivel de calle (Terreno Natural), de tal modo que esté libre de obstáculos, a fin de que en todo momento y sin dificultad pueda tomarse la lectura, realizarle mantenimiento o revisar su buen funcionamiento.
- Codos: se utilizan para cambiar la dirección del flujo de agua (ya que

usualmente no es práctico doblar las tuberías).

- Uniones: Facilitan la unión de dos tuberías del mismo diámetro. Su diámetro es el mismo de las tuberías que conecta.
- Tapones: se utilizan para cerrar algún extremo de la tubería.
- Adaptador macho: elemento que permite la conexión con rosca por fuera del tubo.
- Adaptador hembra: elemento que permite la conexión con rosca por dentro del tubo.

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 13 |
| 2. OBJETIVOS | 14 |
| 2.1 OBJETIVO GENERAL | 14 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 14 |
| 3. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO | 15 |
| 4. APORTE AL CONOCIMIENTO | 29 |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 30 |
| 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 32 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|------|
| Figura 1. Sectores Hidráulicos del municipio de San Juan del Cesar | 15 |
| Figura 2. Modo de instalación de la tubería. | 16 |
| Figura 3. Prueba de presión hidrostática a 90 PSI..... | 17 |
| Figura 4. Instalación de acometida..... | 17 |
| Figura 5. Instalación de formaleta para micro medidor | 18 |
| Figura 6. Añadidura de triturado y arena, y compactación manual. | 18 |
| Figura 7. Fundición de concreto de 3000 PSI en micro medidor..... | 18 |
| Figura 8. Corte de pavimento..... | 20 |
| Figura 9. Demolición de pavimento..... | 21 |
| Figura 10. Demolición de pavimento..... | 21 |
| Figura 11. Mini cargador demoliendo..... | 22 |
| Figura 12 Concreto demolido..... | 22 |
| Figura 13. Instalación de doble tubería (6" y 3")...... | 23 |
| Figura 14. Instalación de doble tubería (6" y 3") | 23 |
| Figura 15. Instalación de tubería de 3" | 24 |
| Figura 16. Instalación de tubería de 4"..... | 24 |
| Figura 17. Instalación de tubería de 4"..... | 25 |
| Figura 18. Ensayos de laboratorio in-situ..... | 26 |
| Figura 19. Cilindros para ensayo de resistencia a la compresión..... | 26 |
| Figura 20. Ensayo de asentamiento del concreto..... | 27 |
| Figura 21. Fundición del concreto y vibración..... | 27 |
| Figura 22. Preparación de dilatación y añadidura de barras de acero para evitar fracturas..... | 28 |
| Figura 23. Fundición de concreto..... | 28 |
| Figura 24. Fraguado, dilatación y detalles luego de fundir..... | 29 |
| Figura 25. Líquido antisol..... | 29 |

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: APOYO A LA RESIDENCIA DE INGENIERÍA EN LA OPTIMIZACIÓN HIDRAÚLICA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR – LA GUAJIRA

AUTOR(ES): Oscar Eliécer Aragón Acosta

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Julian Andre Galvis Florez

RESUMEN

Este proyecto de grado presenta la metodología utilizada en la práctica empresarial que se basó en el apoyo a la residencia en la optimización hidráulica de la red de acueducto del municipio de San Juan del Cesar – La Guajira, que consiste en cambiar la tubería de asbesto-cemento por la tubería de PVC, teniendo en cuenta los diferentes diámetros, y el proceso de seguridad para la buena ejecución de la obra al momento de realizar los cortes de pavimentos, la demolición del mismo, la instalación de la nueva red y la fundición del concreto en el área intervenida, puntuando en la buena realización de las actividades encargadas para obtener resultados óptimos, todos los inconvenientes presentados, y el avance en la ejecución del proyecto durante el tiempo de trabajo, creciendo en el ámbito profesional, adquiriendo la experiencia en obra para tener un buen rendimiento, y dar las soluciones pertinentes como corresponde al ser ingeniero encargado de diferentes frentes de trabajo.

PALABRAS CLAVES:

PVC, Red de acueducto, demolición, concreto, residencia

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: SUPPORT TO THE ENGINEERING RESIDENCE ON THE HYDRAULIC OPTIMIZATION IN THE DISTRIBUTION NETWORK OF THE AQUEDUCT SYSTEM IN SAN JUAN DEL CESAR – LA GUAJIRA

AUTHOR(S): Oscar Eliécer Aragón Acosta

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Julian Andre Galvis Florez

ABSTRACT

This graduation Project present the methodology used in the business practice which was based in the residence support on the hydraulic optimization of the aqueduct network in San Juan del Cesar – La Guajira that consists on changing the pipeline of asbesto-cement of the PVC pipeline. Counting on the different diameters, and the security process to the good implementation of the Project on the moment of cutting the pavement, pulling down of it, the installation of the new network and the melting of the concrete in the intervenes area, scoring in the good realization of the activities on charge to get excellent results, and fulfill all the troubles presented, growing on the professional field taking the experience to have a good performance and to give the right solutions as it is the responsibility of being the engineer in charge of the different assignments.

KEYWORDS:

PVC, aqueduct network, concrete, residence, demolition

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

Basándose en la necesidad de mejorar la calidad del agua y brindarles un mejor servicio a los usuarios este proyecto tiene como fin el cambio de toda la red de distribución hidráulica, dejando obsoleta la tubería de asbesto-cemento que ha estado en funcionamiento durante los últimos 30 años para instalar tubería en PVC. La Gobernación de La Guajira con la Unión Temporal San Juan hacen posible que el Plan Departamental De Agua se haga realidad, específicamente en San Juan del Cesar, lugar de la práctica empresarial como auxiliar residente, supervisando cada una de las actividades encargadas a la hora de ejecutar la obra aplicando los conocimientos teórico-prácticos adquiridos durante el pregrado y reforzarlos con la experiencia de un proyecto fuera de lo académico. A continuación se describe el proceso, objetivos alcanzados, actividades realizadas, y lo aprendido al momento de hacerse responsable del cumplimiento del proyecto en el tiempo requerido.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar la práctica profesional en UNION TEMPORAL SAN JUAN, como Trabajo de Grado en la ejecución del Proyecto de optimización hidráulica de la red de distribución del sistema de acueducto del municipio de San Juan del Cesar departamento de La Guajira.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el seguimiento del proceso de medición de tramos a instalar tubería PVC.
- Realizar la evaluación previa del terreno y tramos próximos a ser intervenidos.
- Supervisar la instalación de acometidas de las residencias.
- Supervisar el corte de concreto en el área a ser intervenida.
- Inspeccionar la demolición de concreto y trabajo con maquinaria al momento de realizar la excavación para instalar las tuberías.
- Realizar pruebas de concreto para hacer el pavimento rígido en el área intervenida.

3. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

El proyecto empleado por la gobernación llamado Plan Departamental de Agua consiste en la optimización de la red de acueducto de los municipios de La Guajira, basándose específicamente en el municipio de San Juan del Cesar donde se realizó la práctica empresarial en la Unión Temporal San Juan con aprobación de la Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga en un tiempo entre el 3 de agosto al 2 de diciembre (4 meses) para la obtención del título a INGENIERO CIVIL.

El proceso constructivo del proyecto consiste en la excavación manual y mecánica en tierra para la instalación de tubería PVC en todo el municipio donde se encuentra tubería de asbesto-cemento, instalación de acometidas y micro medidores a las viviendas, corte y demolición de pavimento con especificaciones del contratista y aprobación de la interventoría para la instalación de la red, compactación de subbase al 95% del próctor para fundir concreto con resistencia mínima a 3500 PSI en las zonas intervenidas en las diferentes calles de los sectores antes inspeccionados.

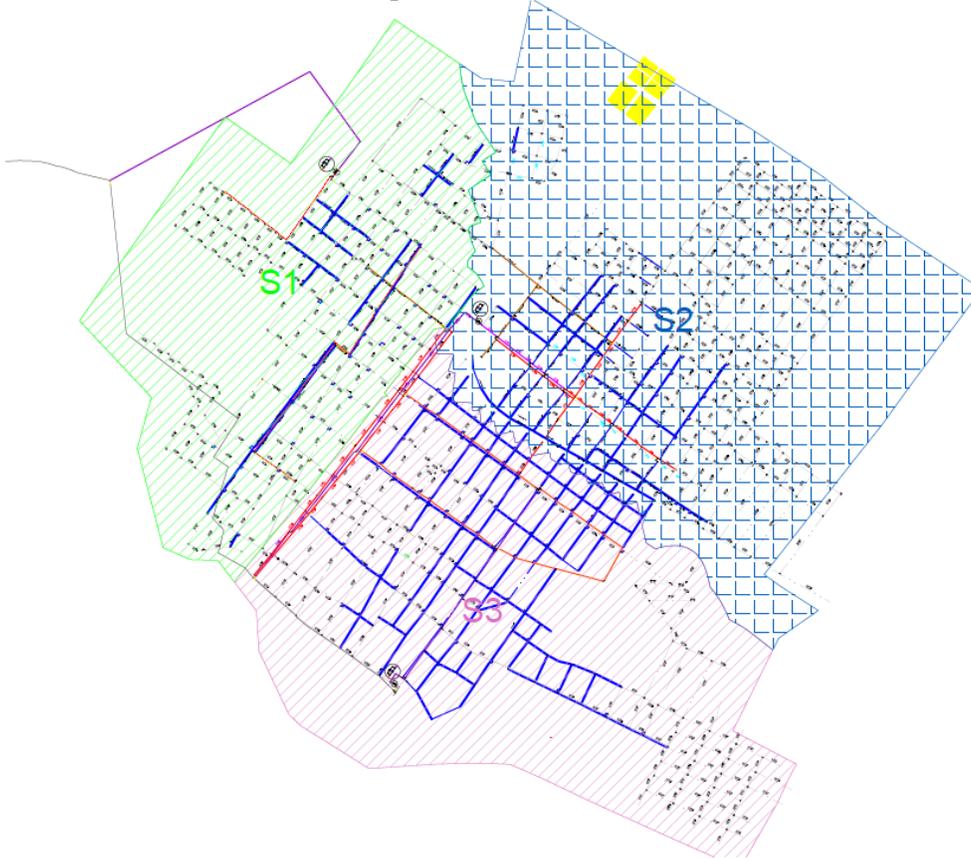


Figura 1. Sectores Hidráulicos del municipio de San Juan del Cesar

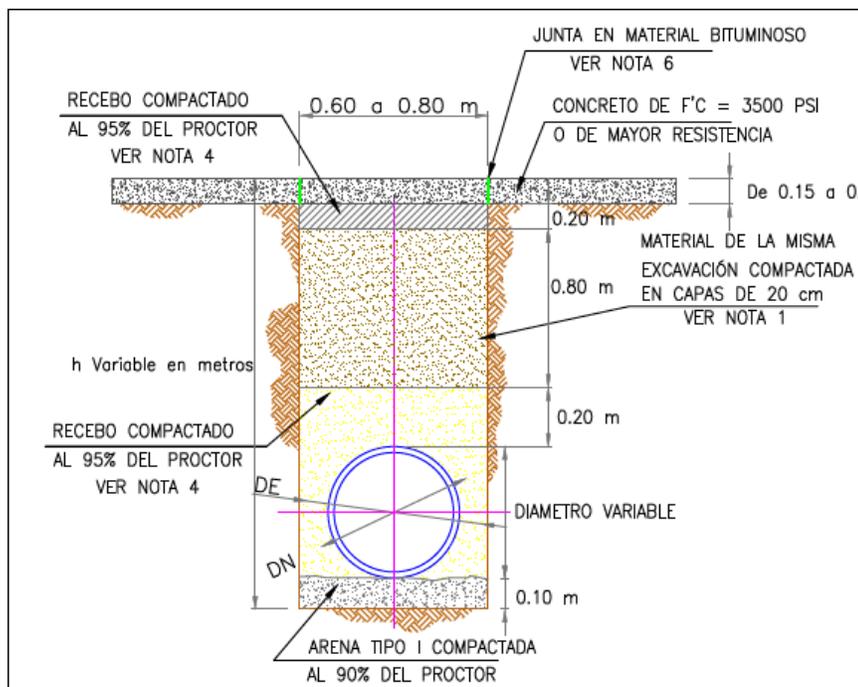


Figura 2. Modo de instalación de la tubería.

Durante el inicio de la obra se hizo acompañamiento y apoyo en la distribución de materiales, ejecución del proyecto con el debido cumplimiento a lo especificado en los planos y la verificación del interventor. Inicialmente se buscan los tramos en tierra para realizar los apiques de inspección y confirmar la existencia de los tubos de asbesto-cemento; y así realizar la excavación manual con los alineamientos y dimensiones indicados en los planos o aceptados por la interventoría efectuándose primeramente en los barrios nuevos donde no existía ningún tipo de tubería y suplir sus necesidades de obtener agua, esta operación se hizo con retroexcavadora teniendo en cuenta el ancho del balde y la profundidad a 1.20m, haciendo una cama de arena tipo I de 10 cm por especificaciones de la compañía que distribuye la tubería, luego se realiza el relleno con el mismo material extraído compactándolo en capas de 30cm hasta la superficie, instalando así un mínimo de 15 tubos de 3" por día; luego de instalar aproximadamente 1.3km de tubería en estos barrios se procede a realizar la prueba de presión hidrostática a 90 PSI, esto teniendo en cuenta que en el municipio se maneja una presión no mayor a 45 PSI y debe ejecutarse la prueba al doble de la presión tratada, esta prueba consiste en llenar un tramo específico de tubería con agua para comprobar la hermeticidad de la misma que es medida con un manómetro calibrado y se debe sostener durante un tiempo determinado el valor de la presión especificada y así con interventoría dar el visto bueno.

Los diámetros de tubería que se manejaron fueron de 3", 4" y 6", y estos se instalaban acorde se especificara en los planos, interventoría aprobara o la empresa operadora del agua avisara donde se necesitaba tubería PVC; la excavación manual para instalación de tubos de 3" y 4" que son los que reparten el agua a las viviendas, se realiza en una zanja de 1.20m de profundidad con 0.6m de ancho, luego de la verificación e inspección con anticipación se iba

a campo a supervisar la excavación con las medidas pertinentes, la instalación de los tubos que encajaran bien en los empaques para evitar fugas, el tape con el material in-situ en capas de 30cm con la respectiva compactación hasta la superficie, tratando de dejar el terreno nivelado conforme se encontraba. Para la instalación de tubería de 6" o de doble tubería 3" y 6" la profundidad es de 1.30m y el ancho es de 0.7 y 0.8 respectivamente, analizando y realizando el mismo proceso explicado anteriormente dándole toda la importancia a la mayor producción y ejecución del proyecto.



Figura 3. Prueba de presión hidrostática a 90 PSI.



Figura 4. Instalación de acometida



Figura 5. Instalación de formaleta para micro medidor.



Figura 6. Añadidura de triturado y arena, y compactación manual para fundir.



Figuras 7. Fundición de concreto de 3000 PSI en micro medidor.

Luego de finalizar todos los tramos en tierra aprobados para la instalación de tubería, se les realizó la prueba de presión hidrostática y se comenzaron a hacer las acometidas o

domiciliarias a las viviendas teniendo en cuenta la acometida que tenían tomada del tubo antiguo para mayor facilidad al momento de realizar el empalme con la tubería que entra directamente a la casa; en las domiciliarias se consideraba la instalación de un collarín o galápago que va en el tubo madre y un adaptador que se empalma en el collarín con una manguera de polietileno de $\frac{3}{4}$ " de diámetro que se lleva hasta el frente de la vivienda; para mantener el control de la instalación de acometidas se llevaba un formato donde se anotaban las medidas (ancho, largo y profundidad), la dirección de la casa, y el diámetro del tubo madre que se suministrará el recurso, todo esto con el fin de continuar con el proceso de instalación de los micro medidores, que se encuentra respaldado por una cajilla de concreto de 3000 PSI con la relación 1:2:3 y dimensiones en metros de 0.6x0.7x0.1, considerando que todos los medidores deben quedar alineados para que al momento de la empresa operadora medir el consumo sea más viable ubicarlos, verificando así la correcta colocación y fundición de estos dejándolos encofrados y protegidos por un día para evitar daños externos; aproximadamente se instalaban 22 medidores por día.

Ya terminados todos los procesos en tierra se hizo mayor énfasis en los tramos pavimentados, teniendo en cuenta principalmente el sector 1; luego de gestionar y llegar a un acuerdo con los permisos ingresamos a este sector con los cortes de pavimento en las diferentes calles con la cortadora que con su disco abrasivo realizaba un corte en línea recta, siguiendo una marca hecha a lo largo del tramo, teniendo en cuenta los anchos de 70cm u 80cm para los tubos a instalar; luego de tener suficiente campo de trabajo los mini cargadores con martillo se encargaban de la demolición de las placas de concreto en el área cortada, supervisando aquí los metros cortados por día y los metros demolidos por día, que aproximadamente eran 200m y 120m diarios respectivamente; teniendo tramo suficiente se realizaba la remoción de escombros y adecuación para iniciación de excavación manual en cada una de las calles instalando las tuberías de 3", 4", 6" y doble donde correspondían dejando así campo para la realización de la prueba de presión, instalación de domiciliarias y micro medidores para ejecutar el proceso final en los tramos intervenidos que empezaba con la excavación manual o mecánica de 50cm de profundidad para adecuar el terreno y transportar, ubicar y agregar la sub base en el área con 30cm de altura bien compactados para realizarle las pruebas correspondientes in-situ como lo es densidad específica, granulometría y cono de arena para seguir con la fundición de concreto que debía cumplir con una resistencia a la compresión mínima de 3500 PSI, donde el concreto no podía sobrepasar los bordes de las formaletas para mayor facilidad al momento de pasarle la regla pero no sin antes pasarle el vibrador para acomodar los materiales, y una vez extendido el concreto y colocadas las varillas en las zonas donde puede fracturarse, se le pasa la llana quita poros y se restablece la textura del pavimento y se le pasa un cepillo para darle rugosidad a la superficie y evitar deslizamientos de los vehículos haciendo el respectivo control de calidad del concreto con los ensayos de asentamiento en campo y llenando los cilindros para la prueba de resistencia a la compresión. Finalizado cada tramo se accede a la limpieza del mismo para evitar dejar residuos que atenten con la salud de los usuarios.



Figura 8. Corte de pavimento



Figuras 9, 10. Demolición de pavimento.



Figura 11. Mini cargador demoliendo.



Figura 12. Concreto demolido.



Figuras 13, 14. Instalación de doble tubería (6" y 3")



Figura 15. Instalación de tubería de 3"



Figura 16. Instalación de tubería de 4"



Figura 17. Instalación de tubería de 4"



Figura 18. Ensayo de laboratorios in-situ.



Figura 19. Cilindros para ensayo de resistencia a la compresión



Figura 20. Ensayo de asentamiento del concreto.



Figura 21. Fundición de concreto y vibración.



Figura 22. Preparación de dilatación y añadidura de barras de acero para evitar fracturas



Figura 23. Fundición de concreto.



Figura 24. Fraguado, dilatación y detalles luego de fundir.



Figura 25. Líquido antisol.

4. APORTE AL CONOCIMIENTO

El afianzamiento al momento de dirigir, coordinar y organizar personal en obra fue una de las tareas más importantes que tuve, y que fui adquiriendo con el pasar del tiempo para mayor producción en los frentes de trabajo y avanzar en el cronograma de actividades. Es una gran responsabilidad, cuando todo depende de una decisión que puedas tomar, del criterio que debes tener al momento de solucionar todo lo que se presente en campo, de eso se trató esto, de saber administrar, sacar el espíritu de líder, y no olvidarse de sacar adelante el proyecto mediante la buena coordinación con los diferentes componentes (social, seguridad, ambiental y técnico) para organizar a los trabajadores; mantenerse seguro es clave, sin titubear, porque los obreros tienden a preguntarle todo a uno, y uno siempre debe estar preparado para resolver sus inquietudes.

Entrando en la parte técnica; es de suma importancia la terminología que se maneja, la buena lectura y actualización de planos con los avances diarios, para llevar un control de todas las zonas intervenidas, los comité de obra para planificar lo que se iba a hacer cada semana me ayudaban mucho a entender como hablaban los ingenieros y lo que querían hacer, que atajos tomar, como mejorar el rendimiento y buscar siempre la manera de hacer mucho con poco (aunque no es lo ideal). La adecuada disposición de la sub base, su manejo y compactación en los 30 cm requeridos para tener un próctor óptimo muchas veces no se daba debido a las condiciones en que llegaba de la cantera al sitio donde iba a ser usada, sin embargo ya se había pedido el concreto de la planta y se fundía; la resistencia mínima requerida era de 3500 PSI y siempre dio mayor en los ensayos de resistencia a la compresión. La buena señalización y cerramiento en los tramos a trabajar se coordinaba con el componente de seguridad para que la interventoría no tuviera la necesidad de parar el frente de trabajo y atrasarnos; el retiro de escombros, de material de relleno, de tubos sanitarios dañados, el manejo de campamentos se coordinó con el componente ambiental que era el encargado de organizar lo mencionado anteriormente; con el componente social se organizó la atención al público, a resolver las inquietudes que tuvieran los usuarios y la aceptación de los micro medidores; y el componente técnico nos encargábamos de llevar en la bitácora de obra los datos diarios de todos los frentes de trabajo como excavación para tubería de 3", 4" y 6", excavación para la instalación de acometidas, metros de los tramos donde se hacía prueba de presión hidrostática, instalación de micro medidores, metros de cortes de pavimento, metros de demolición de pavimento, metros de fundición de concreto (reparcho) luego de intervenir. Añadiendo, en este caso aprendí que cada camión mixer traía 7m³ de concreto que se podían repartir en 50 m lineales aproximadamente.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El liderazgo y la organización al momento de dirigir personal en obra es fundamental, coordinar los diferentes frentes de trabajo con mucha entrega para obtener buenos resultados es la clave.
- La solución de problemas al instante es crucial para avanzar en obra, ya que no se puede quedar estancado y perder lo planeado para realizar en un día específico.
- En la lectura y actualización de planos se debe mantener el orden y es recomendable avanzar y terminar un solo sector primero, ya que así no hay desconcierto y se puede interpretar mejor la situación para planificar mejor las actividades del día siguiente.
- La realización de comité de obra fue una propuesta interesante para poder organizar semanalmente las actividades a realizar para mantener una organización prudente y visual en los tramos intervenidos.
- Al momento de fundir el pavimento se debe mantener el alrededor limpio y protegerlo de los diversos agentes externos que puedan dañarlo como la lluvia.
- El componente social es el que juega el papel más importante para la ejecución del proyecto debido a que este es el primero que va a los tramos y realiza las actas de vecindad para intervenirlo luego, cumpliendo con un requisito de la interventoría; también al momento de la aceptación de micro medidores este componente es el que lo hace posible para luego instalarlos.
- En la instalación de acometidas hay que tener en cuenta la ubicación de la acometida en funcionamiento de la vivienda para realizar la nueva, esto para generar facilidad al momento de realizar los empalmes de las acometidas nuevas, micro medidor y la tubería que distribuye el agua por toda la casa.
- En muchas ocasiones el próctor dio por debajo del 95%, esto debido al cambio frecuente de cantera para traer el material de sub base, sin embargo así se fundió el concreto en las zonas intercedidas.
- Teniendo en cuenta la resistencia mínima permitida para el concreto de 3500 PSI, al momento de hacer el ensayo de resistencia a la compresión el concreto siempre superó ese requisito y la mayoría de los ensayos dio por encima de los 4000 PSI.
- Las pruebas de presión hidrostática en ocasiones presentaban inconvenientes, seguramente debido a las curvaturas verticales que se presentaban en la tubería por algunos desniveles, lo cual se debía solucionar colocando ventosas para realizarlas y así tener el visto bueno de la interventoría para proceder a realizar las domiciliarias
- Por el afán de fundir concreto y avanzar en la obra hubo un caso particular con una tubería de 6” que la prueba no alcanzó los 90 PSI, sino que llegó hasta 75 PSI debido a una fuga, se dejó así, teniendo en cuenta que la presión manejada en el municipio es de 45 PSI, la cual podría aumentar más adelante, ocasionando tal vez fuga en el tramo de tubería de 6” mencionado.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Contrato de obra entre el departamento de La Guajira y la Unión Temporal San Juan del servicio de Acueducto del municipio de San Juan Del Cesar. Documento preparado por La Gobernación de La Guajira. Abril de 2.016.
- [2] Planos de obra en el municipio de San Juan del Cesar para la distribución de la red de acueducto. Realizado por La Gobernación de La Guajira. Abril de 2.016.
- [3] Ministerio de Desarrollo Económico. Reglamento técnico para el sector de agua potable. Resolución 1096 de noviembre de 2000.
- [4] Corcho Romero, F. H., & Duque Serna, J. I. (1993). Acueductos Teoría y Diseño. In Acueductos Teoría y Diseño. Universidad de Medellín.
- [5] Martínez del Amo, Y., & Romero Montoya, M. (2015, June). Tuberías de PVC Orientado: Eficiencia, Ahorro Energético y Sostenibilidad. In XXXIII CONGRESO NACIONAL DE RIEGOS. Valencia 16-18 junio de 2015. Editorial Universitat Politècnica de València.
- [6] Sánchez Henao, J. C. (1997). Manual de programación y control de programas de obra (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- [7] Cáceres, R. G. G., Castro, M. L., & Mercado, J. F. T. (2008). Aproximación a un modelo de despacho óptimo de flujo de agua en una red de acueducto. Ingeniería, 8(1), 58-63.
- [8] Ferro, P. S. (2008). Redes y modernización. El acueducto de Bogotá. Bitácora Urbano Territorial, 2(13), 151.
- [9] Daza, R. A. D. (2016). La crisis del agua en La Guajira: un análisis crítico frente al concepto de desarrollo sostenible. Asuntos Económicos y Administrativos, (31), 151-160.