

**APOYO TÉCNICO PARA EL CONSORCIO TRESA EN LA EJECUCIÓN DEL
PROYECTO DENOMINADO “CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE RIEGO DE
ADECUACIÓN DE TIERRAS DE PEQUEÑA ESCALA CORREGIMIENTO DE
SAN PEDRO”.**

DANY ALBERTO CHAMORRO CABRERA

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2015**

**APOYO TÉCNICO PARA EL CONSORCIO TRESA EN LA EJECUCIÓN DEL
PROYECTO DENOMINADO “CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE RIEGO DE
ADECUACIÓN DE TIERRAS DE PEQUEÑA ESCALA CORREGIMIENTO DE
SAN PEDRO”.**

DANY ALBERTO CHAMORRO CABRERA

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Civil**

**Director:
Ing. HERNANDO JAVIER LEYTÓN ARTEAGA
Director de obra
Consortio TRESA**

**Codirector:
Ing. JAIME INSUASTY ENRIQUEZ
Docente Departamento de Ingeniería Civil**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2015**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad y exclusiva del autor.

Artículo Primero del Acuerdo Número 324 de Octubre 11 de 1966 Emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”.

Artículo 13, Acuerdo N. 005 de 2010 emanado del Honorable Consejo Académico.

Nota de Aceptación:

Jurado

Jurado

San Juan de Pasto, Junio de 2015

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. CONSTRUCCIÓN DE BOCATOMA DE FONDO.....	19
2. CONSTRUCCIÓN DESARENADOR CONVENCIONAL.....	27
3. INSTALACIÓN CONDUCCIÓN PRINCIPAL.....	36
4. ESTRUCTURAS ESPECIALES	46
5. APOYO ADMINISTRATIVO	53
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	62

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Cuantificación de tubería en hoja de cálculo.....	38
--	----

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Replanteo de la bocatoma.	20
Figura 2. Recibimiento de material para bocatoma.	21
Figura 3. Desvío de la quebrada Porcaurco.	22
Figura 4. Limpieza en el área de construcción de la bocatoma.	22
Figura 5. Acopio de rajón.	23
Figura 6. Losa del pozo de amortiguación.	24
Figura 7. Fundición aleta lateral izquierda.	24
Figura 8. Formaleteado de la presa.	25
Figura 9. Toma de muestras para ensayo de resistencia	26
Figura 10. Transporte local de material en tarabita.	28
Figura 11. Figurado acero de refuerzo para desarenador.	29
Figura 12. Armado parrilla de fondo y muros para desarenador.	29
Figura 13. Excavación en roca para desarenador.	30
Figura 14. Fundición de solado para Desarenado	31
Figura 15. Empleo de vibrador en fundición de losa de fondo.	32
Figura 16. Fundición muros.	32
Figura 17. Zona de salida.	33
Figura 18. Losa superior del Desarenado.	34
Figura 19. Fundición cámara de recolección	34
Figura 20. Toma de muestras para ensayos de resistencia.	35
Figura 21. Comisión de topografía.	36
Figura 22. Visita técnica PAVCO.	37
Figura 23. Recepción de tubería.	39
Figura 24. Excavación en material común.	40
Figura 25. Anuncio vial.	40

Figura 26. Excavación en vía con retroexcavadora.	41
Figura 27. Excavación en roca.....	41
Figura 28. Transporte local de tubería en zonas de difícil acceso.	42
Figura 29. Empleo de lubricante.	43
Figura 30. Ensamble de tubería empleando una barra y cuerda.	44
Figura 31. Relleno con material del sitio.	45
Figura 32. Compactador.	45
Figura 33. Vista planta cámara tipo 1.	47
Figura 34. Vista perfil cámara tipo 1.	47
Figura 35. Transporte local de materiales.....	48
Figura 36. Cámara de quiebre No. 2.....	49
Figura 37. Construcción de cerchas.	50
Figura 38. Zapata para paso elevado.	50
Figura 39. Anclajes	51
Figura 40. Cimientos.....	52
Figura 41. Búsqueda de permisos con servidumbres.	56
Figura 42. Socialización con usuarios. Fuente: Este trabajo.	57
Figura 43. Fuga de agua en el distrito de ASOGUABARÍN.	58
Figura 44. Acartonamiento de tubería en el distrito de ASOGUABARÍN.	58
Figura 45. Comité de obra.	59

LISTA DE GRÁFICAS

Pág.

Grafica 1. Avance de obra - Contratista.....	54
Grafica 2. Mano de obra utilizada en el mes.....	55

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Informe mensual	69
Anexo B. Memoria de cálculo para cantidades	70
Anexo C. Formato para cuantificación de tubería.....	71
Anexo D. Formato avance de obra.....	72
Anexo E. Presupuesto.....	73
Anexo F. Plano diseño hidráulico bocatoma	74
Anexo G. Plano diseño hidráulico desarenador	75
Anexo H. Plano estructura hidráulica de cámara de quiebre tipo y esquema estructural.....	76
Anexo I. Informe de resistencia de cilindros.....	77

RESUMEN

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA: Ingeniería Civil

TÍTULO DEL PROYECTO:

APOYO TÉCNICO PARA EL CONSORCIO TRESA EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DENOMINADO “CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE RIEGO DE ADECUACIÓN DE TIERRAS DE PEQUEÑA ESCALA CORREGIMIENTO DE SAN PEDRO”.

AUTOR: Dany Alberto Chamorro Cabrera.

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:

El presente trabajo contiene la descripción del apoyo al Consorcio TRESA, en gran parte del proceso constructivo del proyecto “Construcción del distrito de riego de adecuación de tierras de pequeña escala corregimiento de San Pedro”, ubicado en el corregimiento de San Pedro en el municipio de El Tambo, enmarcado dentro del departamento de Nariño. Este se fundamenta en la descripción de las actividades llevadas a cabo durante la construcción, de manera que la información se organiza teniendo en cuenta los objetivos y el orden en que se desarrollaron las actividades, mas no de manera cronológica.

Se describe además el apoyo realizado a la Asociación para garantizar el correcto desarrollo de las actividades que contempla el proyecto.

Finalmente se realiza las conclusiones y recomendaciones emitidas respecto a la ejecución de los procesos constructivos y demás actividades inherentes a una construcción de esta magnitud, fortaleciendo así el perfil profesional e iniciando con la consecución de experiencia en varios ámbitos que ocupan a la ingeniería civil.

ABSTRACT

COLLEGE: Engineering

PROGRAM: Civil Engineering

PROJECT TITLE:

TECHNICAL SUPPORT FOR THE TRESA CONSORTIUM IN THE EFFECTUATION OF THE FORENAMED "THE CONSTRUCTION OF AN IRRIGATION SYSTEM ZONE ADAPTED FOR SMALL PROPERTIES IN THE VILLAGE (CORREGIMIENTO) OF SAN PEDRO."

AUTHOR: Dany Alberto Chamorro Cabrera.

JOB DESCRIPTION:

The current work contains the description of the backing for the TRESA Consortium, a large part of the construction activity during the project "The construction of an irrigation system zone adapted for small properties in the village (corregimiento) of San Pedro." This project is located in the village (corregimiento) of San Pedro in the municipality of El Tambo, situated in the department of Nariño. This work is based on the description of the activities that took place during the construction. The relating information is organized in a manner that takes into account the objectives and the order in which the activities were carried out, but not necessarily in chronological order.

It also describes the support provided for the Association in order to guarantee the correct development of activities that compose the project.

Finally the conclusions and recommendations are laid out in respect to the undertaking of the construction activities and the other relating activities for construction projects of this magnitud. This strengthens its professional profile and it begins with the experience gained in various environments that constitutes the field of Civil Engineering.

GLOSARIO

Adecuación de tierras: Programa de servicio público que mediante la construcción, ampliación o rehabilitación de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje o protección contra inundaciones, busca aumentar la productividad del sector agropecuario.

Anclaje: Bloque de concreto construido que restringe el movimiento de los accesorios y/o tubería, transmitiendo la carga producida por el empuje de la tubería o los accesorios.

Asociación: Conjunto de socios, constituidos para llevar la representación, el manejo y administración del Distrito.

Distrito de adecuación de tierras: se denomina como tal, la delimitación del área de influencia de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje o protección contra inundaciones; para los fines de gestión y manejo, se organizará en unidades de explotación agropecuaria bajo el nombre de Distrito de Adecuación de Tierras.

Impermeabilizante: Aditivo donde su compuesto químico aumenta la cohesión de las partículas de concreto, eliminando la porosidad del material.

Línea de conducción: Sistema constituido por el conjunto de ductos y accesorios destinados a transportar el caudal de diseño del desarenador a la red de distribución suministrando el agua a los usuarios.

Personal calificado: aquel trabajador en donde sus tareas predomina el esfuerzo mental, orientando al personal semicalificado y no calificado.

Personal semicalificado: trabajador que tiene cierto grado de autonomía para actuar en sus labores.

Personal no calificado: trabajador en donde predomina el esfuerzo físico y su actuación es orientada.

Usuario: persona natural o jurídica que explote en calidad de propietario, tenedor o poseedor, un predio en el área del proyecto. Dicho beneficiario adquiere la calidad de usuario una vez se ejecuten las obras de infraestructura del proyecto y el correspondiente Distrito entre en operación.

INTRODUCCIÓN

Con el fin de impulsar el desarrollo y bienestar de los productores del departamento de Nariño como también a nivel nacional, el Gobierno Nacional ha buscado promover proyectos a través de la implementación en el 2007 del programa “Agro, Ingreso Seguro – AIS”, encaminado a proteger el ingreso de los productores ante las distorsiones derivadas de los mercados externos, promover la productividad y la competitividad de todo el sector agropecuario nacional, prepararlo para enfrentar el reto de la internacionalización de la economía y reducir la desigualdad en el campo, a través de la implementación de diversos incentivos, apoyos y mecanismos, entre los cuales se encuentra la cofinanciación de obras de infraestructura de riego y drenaje, para el apoyo a la agricultura en los diferentes departamentos y municipios como una estrategia que permita mejorar la calidad de vida de los habitantes, en este caso del corregimiento de San Pedro, municipio de El Tambo.

El sector agrícola al representar una gran parte del desarrollo económico del departamento de Nariño y con un sin número de necesidades o dificultades que pueden llegar a limitar este sector, se observa una natural importancia por la búsqueda de fomentar proyectos nacionales o departamentales que permitan y conlleven un desarrollo que beneficie y mejore la calidad de vida de los productores de esta comunidad, de ahí la construcción de este proyecto “Construcción del distrito de riego de adecuación de tierras de pequeña escala corregimiento de San Pedro”.

La Universidad de Nariño en conjunto con el CONSORCIO TRESA, que es la unión de las empresas constructoras Tresing S.A.S. y S.A. Ingenieros S.A.S, brindan herramientas teórico-prácticas necesarias para el correcto desempeño y aprendizaje en el área de desarrollo de un Ingeniero Civil, permitiendo así la formación de un profesional integro con un perfil social y humano, en capacidad de enfrentar las problemáticas actuales y futuras, presentar soluciones viables y oportunas que aporten al desarrollo de la región y comunidad.

GENERALIDADES

El área del proyecto se sitúa en el corregimiento de San Pedro en la zona suroccidente del municipio del Tambo, ubicado al occidente del Departamento de Nariño. A esta zona se accede por la vía que conduce del Tambo a Linares por carretera destapada, 15 km (Ver mapa 1).

Descripción física:

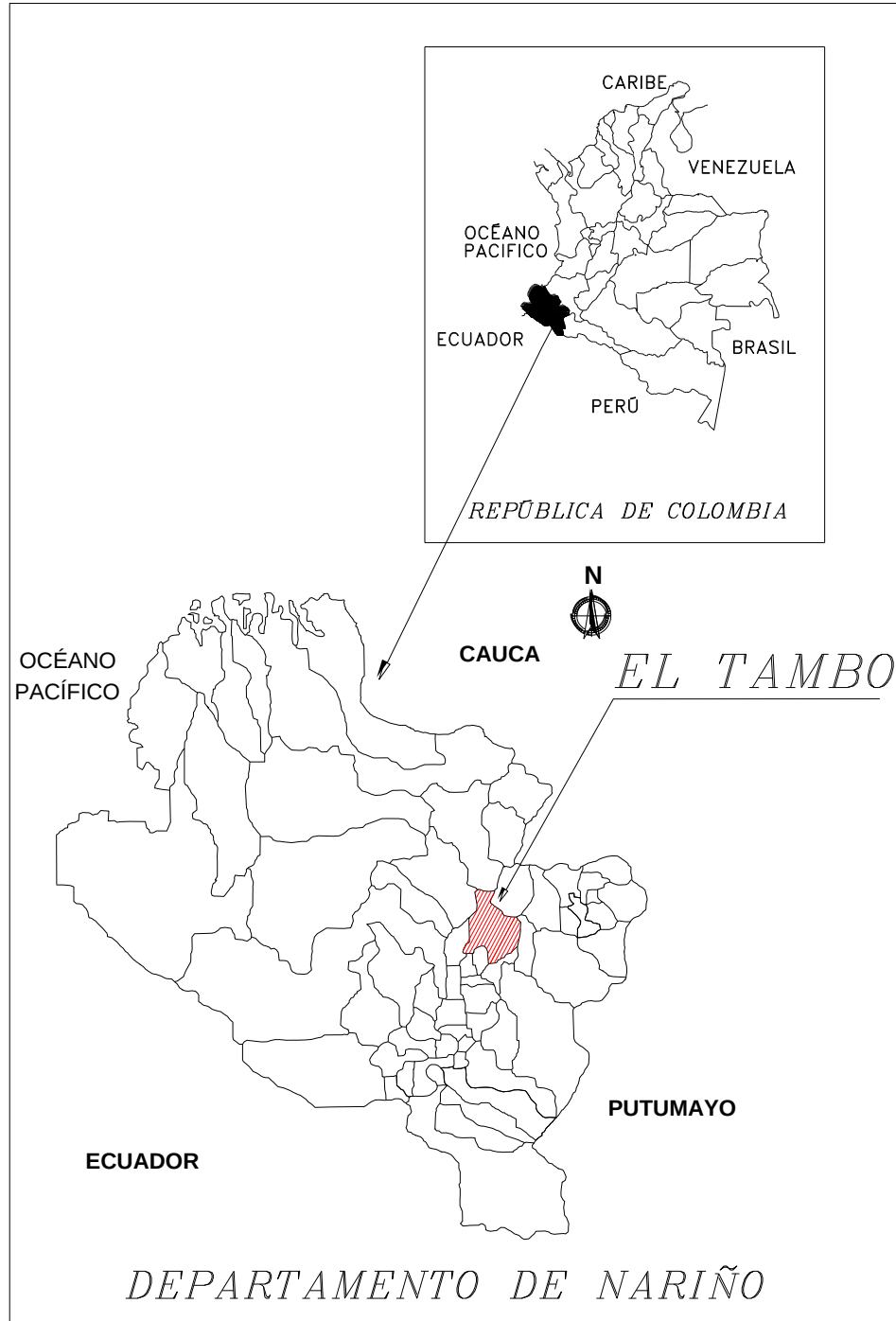
El municipio, posee una extensión de 247 km², dista de la ciudad de Pasto a 39 kilómetros, su cabecera cuenta con una temperatura promedio de 18 grados centígrados y altitudinalmente se encuentra entre las cotas 600 y 2700 m.s.n.m. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas a 1° 24" de latitud norte y a 77° 27" de latitud oeste del meridiano de Greenwich, las siguientes coordenadas planas; Longitud: X Min. 954168 m. EX Max. 976084 m.E. Latitud: Y Min. 639056 m. NY Max. 660824 m.N. Posee una humedad relativa del 60% y una precipitación media anual: 600 mm.

Está ubicado en su mayoría sobre territorio montañoso, destacándose como accidentes orográficos La Cuchilla del Tambo y el Cerro de La Espada. Los pisos se distribuyen en térmicos cálidos, medios y fríos. Lo riegan ríos como Curiaco, Guáitara, Pasto, Juanambú, Patía, Saraconcho, Guambiyaco, Tamajoy y Yambinoy, además de algunas corrientes menores.

Límites y extensión:

Los límites del Municipio de El Tambo, son:

- AL NORTE: Municipio de El Peñol.
- AL ORIENTE: Municipio de Chachagui y La Florida.
- AL SUR: Municipio de La Florida y Sandoná.
- AL OCCIDENTE: Municipio de Linares y Los Andes.



Mapa 1. Localización del municipio de El Tambo en el contexto nacional.
Fuente: Diseño plano reducido por la Ing. Ana Paola Rodríguez.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Coordinar y ejecutar todas las actividades asignadas, que están enmarcadas en el campo de la Ingeniería Civil dentro de la ejecución de las diferentes etapas del proyecto **“Construcción del Distrito de Riego de Adecuación de Tierras de Pequeña Escala Corregimiento de San Pedro”** durante el tiempo que dure la pasantía.

Objetivos específicos:

- Verificar que lo estipulado en los diseños y planos se cumpla a cabalidad y en caso de ser necesario ya sea por deficiencia o carencia de diseños realizar el respectivo estudio.
- Orientar al personal que labora en obra y que lo solicite en cuanto a interpretación de planos y explicaciones técnicas, durante el tiempo que dure la obra.
- Cuantificar y solicitar los materiales requeridos en obra de manera exacta y con la anticipación adecuada al CONSORCIO TRESA.
- Recibir todos los pedidos de materiales, tubería y accesorios además de verificar la cantidad, calidad, el tipo y su correcto almacenamiento de acuerdo con las especificaciones o recomendaciones del fabricante como también de la parte de la Interventoría SNC-LAVALING.
- Verificar que las tuberías y accesorios se instalen de acuerdo a los diseños y verificar que se ejecute correctamente las actividades donde se requieren concretos y aceros de refuerzos de tal manera que cumplan con las especificaciones estipuladas en el contrato.
- Entregar a la parte de Interventoría SNC-LAVALING, un informe mensual con el aporte de avance de obra cuantificado y organizado, incluyendo un registro fotográfico.
- Apoyar a la asociación ASODISAN, en las actividades correspondientes a socialización del proyecto, información a los usuarios, tramites de servidumbres, y en general cualquier actividad donde la asociación lo requiere.

METODOLOGÍA

La metodología desempeñada en el presente proyecto fue directamente de tipo práctica, dividida por las actividades para desarrollar la obra como tal, y se clasificó de la siguiente manera:

- Revisar información, estudiando y conociendo a cabalidad los planos y especificaciones de la obra.
- Inspección de excavaciones para instalación de tubería con la ayuda de una cuadrilla de trabajadores.
- Coordinar y vigilar la correcta instalación de tubería.
- Inspeccionar los rellenos y compactación en las excavaciones, utilizando un vibrocompactador y un pisón manual para consolidar el terreno en caminos y vías.
- Inspección de excavaciones para obras de infraestructura.
- Coordinar y vigilar la correcta construcción de obras de infraestructura en bocatoma, desarenador, cámaras de quiebre, anclajes, columnas, entre otros. Controlando el buen estado de operatividad y buen uso del equipo mecánico asignado.
- Inspeccionar la construcción de pasos elevados.

Estas actividades requirieron apoyo técnico y administrativo como auxiliar de obra, ejecutándose con las instrucciones del ingeniero director de obra y apoyo del ingeniero residente de obra, verificando el cumplimiento de diseños y especificaciones técnicas, solucionando cualquier diferencia de interpretación de los planos y especificaciones que se presente antes y durante la ejecución de la obra.

Se destaca las intervenciones realizadas por el pasante a las posibles anomalías dentro de los procesos constructivos, procurando mostrar la participación y la aplicación de los conocimientos adquiridos en la Universidad de Nariño, para apoyar o solicitar alguna modificación en las obras.

Finalmente, de acuerdo a los resultados generales y específicos se sacaron conclusiones alcanzadas en el proceso constructivo donde el pasante estuvo presente, de tal manera que contribuyó a obtener bases sólidas para emitir recomendaciones en situaciones similares, las cuales permitieron fortalecer el conocimiento y el resultado del proyecto.

1. CONSTRUCCIÓN DE BOCATOMA DE FONDO

Se designan con el nombre de captaciones o bocatomas las obras que se proyectan en los ríos, lagos y acuíferos con el objeto de derivar de ellas el agua para su adecuado aprovechamiento.

El proyecto contempló la construcción de una bocatoma de fondo. Estas son empleadas para captaciones de pequeñas cantidades de agua en quebradas y con pendiente considerable, de tal forma que la estructura debe moldearse a la forma del lecho del río, procurando que en épocas de caudal mínimo el agua pase sobre la rejilla. La bocatoma diseñada tiene una capacidad de 70 litros por segundo (lps), ya que según el módulo de riego y la hectárea a irrigar, no se requería utilizar más caudal.

➤ Verificación de diseños y planos para bocatoma.

Inicialmente, el Consorcio TRESA suministró los diseños con los cuales se aprobó el proyecto. Con estos diseños, el pasante chequeo dimensiones y cotas en los planos, encontrando algunas inconsistencias, siendo más relevante la dimensión del pozo de amortiguación la cual tenía una longitud demasiado grande, por lo tanto se reportó al director de obra para su respectiva corrección.

Una vez corregidos los diseños, en obra se revisó, verificó y chequeo los niveles de la bocatoma de acuerdo a los diseños plasmados en los planos. Con la ayuda de un decámetro y flexómetro se tomaron medidas de las dimensiones de muros, presa, pozo de amortiguación, rejilla, entre otros. Con estas medidas se chequearon en los planos suministrados por el Consorcio TRESA. (Ver anexo F).

➤ Orientación de personal para construcción de bocatoma.

Se orientó al personal, estudiando e interpretando los planos suministrados por el consorcio Tresa.

Se hizo entrega de diseños en planos al maestro de obra. Una vez los revisó, se aclaró cualquier inquietud respecto a las nomenclaturas empleadas, dimensiones, forma de construir la bocatoma en cuanto a materiales a emplear, entre otros.

➤ **Localización y replanteo para bocatoma.**

Posterior a la localización de la bocatoma por parte de la comisión de topografía, se realizó un reconocimiento del área donde se replanteó la bocatoma estando presente la constructora y la interventoría. Debido a la falta de disponibilidad de espacio en el sitio, la cresta de la bocatoma fue ubicada como máximo a mitad de la bocatoma del distrito existente de ASOGUABARIN, con el fin de no ahogar a esta. (Ver figura1).

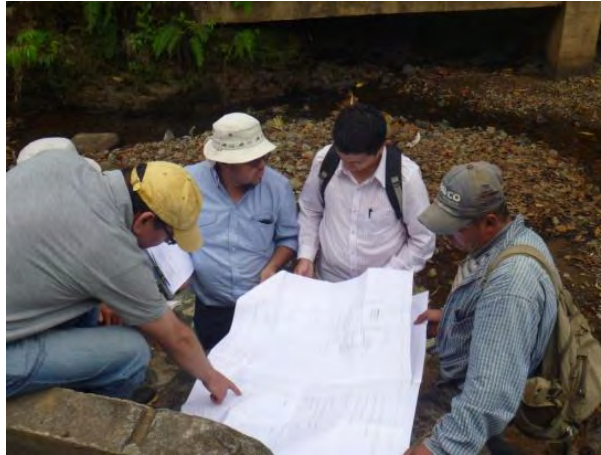


Figura 1. Replanteo de la bocatoma.

➤ **Cuantificación de materiales para bocatoma.**

Basándose en los diseños suministrados, se determinó el volumen de concreto necesario con el cual se cuantificó el cemento, la arena, el triturado y el hierro, teniendo en cuenta el refuerzo del diseño.

Para determinar el volumen de materiales a utilizar en esta estructura, se empleó un software de dibujo, el cual facilitó la determinación de áreas amorfas. El volumen de concreto fue calculado por unidades o elementos, es decir, presa, muros, pozo de amortiguamiento, entre otros, ya que la estructura se fundió por elementos, esto facilitó establecer los materiales requeridos para el día de su fundición. Para encontrar las cantidades de cemento, arena y triturado, se realizó empleando el volumen determinado y multiplicándolo con las cantidades del diseño de mezcla basadas en un metro cúbico.

Con el refuerzo se realizó el despiece de la bocatoma, calculando todo el hierro empleado para la construcción de la estructura disminuyendo desperdicios.

➤ **Recibimiento y almacenamiento de materiales para bocatoma.**

El material recibido en obra se almacenó en sitios cercanos a la obra. Para la construcción de bocatoma, la arena y triturado se almacenó en un lote acondicionado cercano a la bocatoma. Una vez llegaba la volqueta con el material se lo recibía verificando su calidad y cantidad de tal forma que corresponda con el pedido solicitado.

Este material se debió transportar empleando una tarabita, la cual constaba de un sistema de poleas y una canastilla. (Ver figura 2).



Figura 2. Recibimiento de material para bocatoma.

➤ **Verificado del figurado y armado del acero de refuerzo para bocatoma.**

Se examinó que el figurado del acero de refuerzo esté de acuerdo a los diseños en cuanto a especificaciones dadas referentes al tipo de varilla, longitudes y cantidad.

En el armado del refuerzo se chequeo la separación entre varillas y la cantidad empleada, como también las distancias para cumplir con el recubrimiento mínimo para estas estructuras.

➤ **Desvío de la fuente**

Debido al espacio reducido de trabajo, el desvío de la quebrada Porcaurco se realizó empleando costales llenos de arena para represar el cauce y desviar la mayor cantidad posible de agua por tubos de doce pulgadas en PVC aguas arriba de las dos bocatomas existentes. También mediante un acuerdo con los distritos

existentes ASOGUABARIN y San Francisco, se propuso que el sistema de captación de estos tomen la mayor cantidad de agua posible y la desvíen a sus desarenadores aguas abajo de la construcción de la bocatoma, de esta manera disminuyo el caudal en la zona de trabajo. (Ver figura 3).



Figura 3. Desvío de la quebrada Porcaurco.

➤ **Adecuación del terreno para cimentación bocatoma.**

Con el fin de lograr el nivel adecuado para no ahogar la bocatoma existente de ASOGURABARIN, se profundizó en promedio 80 cm retirando el material rocoso y orgánico. Para ello, se demarcó la zona de trabajo y se procedió al retiro de material del rio, en material rocoso se emplearon trabajos de fuerza con la ayuda de herramienta menor. Este proceso tardó cuatro días en completarse. (Ver figura 4).



Figura 4. Limpieza en el área de construcción de la bocatoma.

➤ **Elaboración de concretos para bocatoma.**

Para verificar la correcta ejecución en la elaboración de concretos, se tuvo en cuenta el tipo de estructura a fundir con su respectivo tipo de concreto a emplear según el presupuesto, diseños estructurales y diseños de mezcla.

En fundiciones se chequeo que los materiales sean mezclados en proporciones adecuadas. Empleando baldes, se determinó las proporciones necesarias para mezclar el concreto, estableciendo cuantos baldes fueron necesarios para cuantificar la cantidad de baldes necesaria a mezclar para un bulto de cemento en la mezcladora de concreto.

➤ **Fundición de solado para bocatoma.**

Para fundir el solado se manejó un concreto ciclópeo con un volumen de ocho m³ y un diseño de mezcla 1:2:3 obteniendo una resistencia 3000 psi, garantizando una mejor respuesta a esfuerzos futuros producidos por cargas y empujes.

Durante la adecuación del terreno se separó el rajón para aprovecharlo en este tipo de concreto, empleando 40% de rajón y 60% de concreto simple. En el proceso para fundir el concreto ciclópeo, se requirió mayor trabajo para acondicionar el rajón de tal forma que quedó embebido por el concreto simple. (Ver figura 5).



Figura 5. Acopio de rajón.

➤ **Fundición de la losa para el pozo de amortiguación.**

Debido al caudal máximo suministrado por los estudios hidrológicos de Coorponariño, el pozo de amortiguación resultó con una longitud de 7.9 m ,

logrando una distancia suficiente para disipar la energía del cauce. El volumen total para fundir toda la losa fue de $15,25 \text{ m}^3$ en concreto simple con diseño de mezcla 1:2:2 para una resistencia 4000 psi. Se empleó acero de refuerzo de diámetro $\frac{1}{2}$ " cada 20 cm. (Ver figura 6).



Figura 6. Losa del pozo de amortiguación.

➤ **Fundición de aletas**

La construcción de las aletas laterales se realizó empleando una dosificación 1:2:2 en concreto simple para una resistencia de 4000 psi. Se fundió inicialmente la aleta lateral derecha, posteriormente la aleta lateral izquierda cada una con un volumen de 8.1 m^3 . El acero de refuerzo de diámetro $\frac{1}{2}$ " cada 20 cm en el sentido vertical y en el sentido horizontal de diámetro $\frac{3}{8}$ " cada 20 cm. (Ver figura 7).



Figura 7. Fundición aleta lateral izquierda.

➤ Prolongación aleta lateral izquierda

Se prolongó la aleta lateral izquierda de la bocatoma para unirla a la bocatoma existente de ASOGUABARIN, esto con el fin de encausar el río. Con una ampliación de 7.7 m , un espesor de 30 cm y una altura promedio de tres m , se fundieron 0.77 m³ en estructuras pequeñas con un diseño de mezcla 1:2:3 para una resistencia 3000 psi y 7.2 m³ para estructuras grandes con un diseño de mezcla 1:2:2 para una resistencia 4000 psi. El acero de refuerzo de diámetro ½" cada 20 cm en el sentido vertical y en el sentido horizontal de diámetro 3/8" cada 20 cm.

➤ Fundición presa

Su construcción se realizó empleando un volumen de 11.14 m³ con concreto ciclópeo de 2500 psi, 60% concreto simple y 40% rajón, y en menor cantidad con un volumen de 1.63 m³, un concreto de 4000 psi en la canaleta de entrada donde además se utilizaron 50 kg de acero de refuerzo de 3/8" que no estaban contemplados en los diseños, esto con el fin de dar mayor seguridad a la captación de la estructura. La rejilla de fondo fue fundida junto con la presa monolíticamente dándole mayor resistencia a las cargas recibidas. (Ver figura 8).



Figura 8. Formateado de la presa.

➤ Toma de muestras para el ensayo a compresión para bocatoma

La toma de muestras se realizó en cada una de las fundiciones mediante un acuerdo con interventoría y constructora para dar cumplimiento a la norma NSR-10 C.5.6.2.3, frecuencia de los ensayos, la cual cita que cuando la cantidad total de una clase dada de concreto sea menor que 10 m³, no se requieren ensayos de

resistencia cuando la evidencia de que la resistencia es satisfactoria sea aprobada por el Supervisor Técnico.

Las muestras para ensayos de resistencia se tomaron de la siguiente manera:

- Se tomó una camisa (molde cilíndrico), una porra y una varilla metálica estandarizada para el ensayo.
- A mitad de fundición se pasó un recipiente (baldes), a través de toda la corriente.
- Se dividió en tres capas la camisa (molde cilíndrico). Cada capa se chuzó con 25 golpes distribuidos, empleando la varilla y se golpeó uniformemente con la porra la superficie exterior del molde para eliminar vacíos. En la última capa con exceso de concreto se enrasó.
- Después de 24 horas se desmoldaron las probetas y se colocó con agua.

En total se tomaron 20 muestras, cuatro por cada fundición para romperlas por compresión la primera a los 7 días, la segunda a los 14 días, la tercera a los 28 días y se dejó una probeta de testigo. (Ver figura 9 y anexo I).



Figura 9. Toma de muestras para ensayo de resistencia.

2. CONSTRUCCIÓN DESARENADOR CONVENCIONAL

Son tanques grandes cuyo objeto es sedimentar las arenas, barros y limos que transporte el agua captada por la bocatoma y evitar así que estos materiales ocasionen obstrucción o daño por abrasión a la tubería de conducción.

La calidad del agua es buena en el caso de La quebrada Pocaurco – El Salado, ya que se trata de una fuente sin efluentes contaminantes. Esta estructura fue en concreto reforzado donde tiene la capacidad de sedimentar 70 litros por segundo dentro de los parámetros técnicos exigidos.

➤ Verificación de diseños y planos para desarenador.

Para verificar los diseños y planos en el desarenador, se procedió de la misma forma como se indica en el numeral 4.1. “Verificación de diseños y planos para bocatoma”, encontrando igualmente en los planos iniciales algunas dimensiones que no correspondían con los diseños.

Con los rediseños chequeados, los planos se imprimieron. En obra, se revisó y verificó las diferentes zonas del desarenador, con la ayuda de un decámetro y un flexómetro se tomaron medidas de las dimensiones de muros, losa inferior, losa superior, estructura de entrada y salida, entre otros. (Ver anexo G).

➤ Orientación al personal para construcción del desarenador.

En cuanto a la construcción de la losa inferior del desarenador, se orientó al maestro de obra acerca de cómo lograr el nivel que debe tener la zona de lodos debido a que en obras similares el nivel de la zona de lodos lo construían sobreponiendo un concreto ciclópeo encima de la losa reforzada, se explicó que el nivel de la zona de lodos se construye con concreto ciclópeo tal como lo indicaban los diseños ya que en caso contrario generaría sobrepeso a la estructura.

➤ Localización y replanteo para el desarenador.

Se realizó un reconocimiento del área donde se ubicó el desarenador el mismo día de la localización y replanteo de la bocatoma, estando presente la constructora y la interventoría. Por cuestión de espacio en el sitio, el desarenador se construyó junto a la bocatoma suprimiendo la cajilla de recolección de la bocatoma.

➤ **Cuantificación de materiales para desarenador.**

Una vez localizado y replanteado el desarenador, ajustándose a la disposición de espacio en el lecho del río, los materiales necesarios se cuantificaron de la misma forma que se determinó en el numeral 4.4. “Cuantificación de materiales para bocatoma”, para solicitarlos a los proveedores.

➤ **Recibimiento y almacenamiento de materiales para desarenador**

Ya que el desarenador se ubicó junto a la bocatoma, los materiales fueron acopiados en el mismo sitio empleado para almacenar el material de bocatoma. Verificando que el material suministrado por el proveedor corresponda al solicitado, en cuanto a procedencia, dimensión y cantidad.

Este material se debió transportar empleando una tarabita, la cual constaba de un sistema de poleas y una canastilla (Ver figura 10).



Figura 10. Transporte local de material en tarabita.

➤ **Despiece y verificación del figurado y armado del acero de refuerzo para el desarenador**

El figurado del acero de refuerzo se realizó conjuntamente con el figurado del acero de la bocatoma con el fin de adelantar esta labor y optimizar tiempos. Se examinó que cumpliera con las especificaciones dadas referente al tipo de varilla, longitudes y cantidad. En el refuerzo de la zona de sedimentación se revisó la

pendiente que debían tener las figuras para su correcta posición de acuerdo a los diseños suministrados.

En el armado del refuerzo se chequeo la separación entre varillas y la cantidad empleada. (Ver figura 11-12).



Figura 11. Figurado acero de refuerzo para desarenador.



Figura 12. Armado parrilla de fondo y muros para desarenador.

➤ **Adecuación del terreno para el desarenador**

La adecuación del terreno implicó llevar el nivel inferior del desarenador aguas abajo hasta aproximadamente quince metros, presentando un gran porcentaje de excavación en roca, se retiró 56.98 m³ de roca y 7.98 m³ de material en conglomerado. Para su remoción se recurrió a mano de obra especializada en esta labor con herramienta menor. (Ver figura 13).



Figura 13. Excavación en roca para desarenador.

➤ **Elaboración de concretos para desarenador**

Para verificar la correcta ejecución en la elaboración de concretos, se tuvo en cuenta el tipo de estructura a fundir con su respectivo tipo de concreto a emplear según el presupuesto, los diseños estructurales y diseños de mezcla.

En fundiciones donde el pasante fue responsable, se chequeo que los obreros empleen las proporciones adecuadas según el diseño de mezcla, empleando baldes para sus respectivas mediciones en cada material, tal como se explicó en el numeral 4.9. “Elaboración de concretos para bocatomas”.

➤ **Fundición de solado para desarenador**

Se fundió con un diseño de mezcla 1:2:3 obteniendo una resistencia 3000 psi garantizando una mejor respuesta a los esfuerzos producidos por las cargas y empujes, donde el rajón fue empleado de la misma quebrada para un volumen total de 12.098 metros cúbicos. En esta etapa es donde se le dio el desnivel a la zona de sedimentación. (Ver figura 14).



Figura 14. Fundición de solado para Desarenado.

➤ **Fundición losa de fondo para el desarenador.**

En esta fundición se aplicó impermeabilizante para garantizar una mejor cohesión de las partículas, como también se fundió 40 cm de muros, instalando cinta Sika PVC, de tal forma que esta quedó a 50% embebida de concreto, para sellar las juntas de dilatación y construcción. (Ver figura 15).



Figura 15. Empleo de vibrador en fundición de losa de fondo.

➤ **Fundición muros**

Para asegurar la contención del agua en el desarenador con diseños, se fundió los cuatro muros monolíticamente para eliminar grietas y fugas, terminando de cubrir la cinta Sika PVC instalada en la función de la losa de fondo del desarenador, con el concreto de los cuatro muros para sellar así la junta de dilatación.

El volumen total fundido fue de 6.97 m^3 de concreto simple con un diseño de mezcla 1:2:2 para una resistencia 4000 psi, agregando además impermeabilizante para aumentar la cohesión de las partículas. (Ver figura 16).



Figura 16. Fundición muros.

➤ Fundición zona de entrada y salida

Antes de fundir la losa superior se fundió estas estructuras con el fin de tener más disponibilidad de espacio y así poder trabajar. En la zona de entrada se dejó 83 orificios de tres pulgadas con tubería PVC de este mismo diámetro y en la zona de salida se fundió un tubo de 12 pulgadas para derivar la conducción.

El total de volumen fundido fue de 0.95 m^3 , por lo cual no se tomó muestras para el ensayo a compresión. Se verificó las dimensiones como también la separación de orificios en la cámara de aquietamiento. (Ver figura 17).



Figura 17. Zona de salida.

➤ Fundición losa superior

En esta fundición se instaló las tapas metálicas y conos de ventilación evitando romper a futuro el concreto para instalarlas. Ya que los esfuerzos recibidos en esta estructura son mínimos, se empleó un refuerzo sencillo de una parrilla. (Ver figura 18).



Figura 18. Losa superior del Desarenador.

➤ **Fundición cámara de recolección y pantallas**

Se empleó una resistencia de 4000 psi. En la cajilla se dejó instalando los escalones y tubería de desagüe. Ya que el desagüe del desarenador del distrito de San Francisco quedo cerca del desarenador de ASODISAN, se instaló tubería para que el desagüe sea recogido en la cámara de recolección. (Ver figura 19).



Figura 19. Fundición cámara de recolección.

➤ **Toma de muestras para el ensayo a compresión para desarenador**

Tal como se realizó en el numeral 4.12. “Toma de muestras para el ensayo a compresión para bocatoma”, se empleó el mismo procedimiento para el desarenador, dando cumplimiento a la norma NSR-10 y garantizar la resistencia requerida.

En total se tomaron 16 muestras, cuatro por cada fundición para romperlas por compresión la primera a los 7 días, la segunda a los 14 días, la tercera a los 28 días y se dejó una probeta de testigo. La toma de muestras se realizó para fundiciones de grandes volúmenes. (Ver figura 20 y anexo I).



Figura 20. Toma de muestras para ensayos de resistencia.

3. INSTALACIÓN CONDUCCIÓN PRINCIPAL

La conducción principal se diseñó en tubería de PVC partiendo del desarenador con un diámetro de 12 pulgadas hasta terminar la repartición en la ABS K13+825 con tubería de 3/4 de pulgada, para una longitud real de 14046.68 m. En el tramo de la ABS K8+849.56 a la ABS K9+294.72, con un diámetro de seis pulgadas y una longitud real de 446.89 m, presentó las mayores presiones del diseño (RDE 11), proyectándolo en tubería de acero, debido a que el proveedor de tubería de PVC no suministraba este tipo de tubería para presiones demasiado altas.

En los ramales, la conducción principal se trabajó con el caudal resultante de irrigar el área neta del proyecto multiplicado por el módulo de riego, descontando en cada salida de ramal el caudal.

➤ Localización y replanteo para conducción hidráulica.

Esta actividad, estuvo a cargo de la comisión de topografía donde tardaron un mes y medio en realizar el levantamiento topográfico dejando pendiente el tramo de la ABS K0+000.00 a ABS K0+504.04 correspondiente al tramo de la tubería de 12 pulgadas RDE 51, debido a que en el trazo original el terreno quedaba muy sobrecargado de esfuerzos debido a las estructuras, tubería y accesorios de los dos distritos existentes en la zona. (Ver figura 21).



Figura 21. Comisión de topografía.

➤ **Verificación de diseños y planos hidráulicos.**

Inicialmente, se revisó los diseños y planos hidráulicos con los cuales se aprobó el proyecto, verificando que los planos correspondan a los diseños, como también se estudió la magnitud del proyecto que tendría en el corregimiento de San Pedro.

Luego del replanteo topográfico el pasante ayudó al Consorcio TRESA, en la elaboración de planos hidráulicos, ubicando los tramos de tubería con sus respectivos diámetros, RDE y la longitud correspondiente, situando además las cámaras de quiebre en sus respectivas abscisas.

➤ **Orientación al personal para instalación de tubería.**

Se suministró al maestro de obra copias de los respectivos planos y diseños hidráulicos, explicándole el contenido de estos en cuanto a diámetros y RDE a emplear, teniendo en cuenta la tubería comercial con el proveedor PAVCO.

Como parte del apoyo técnico del proveedor de tubería PAVCO a través de la ferretería Casa Andina, se recibió una capacitación técnica acerca de la instalación y almacenamiento de la tubería, con ello se reforzó conocimientos para orientar al personal de obra en la instalación y manejo adecuado de la tubería. (Ver figura 22).



Figura 22. Visita técnica PAVCO.

➤ **Cuantificación y solicitud de tubería.**

Para cuantificar la tubería se utilizó el anexo C. Se empleó el diseño hidráulico ubicando tramos con respecto al diámetro y RDE. Una vez determinado el tramo con sus respectivas abscisas, se sumó las longitudes reales y la suma total se la dividió entre la longitud útil del diámetro correspondiente a la tubería de ese tramo, calculando así el número de tubos para solicitar al director de obra del Consorcio, quien a su vez realiza el pedido al proveedor de manera anticipada para no tener retrasos en obra. (Ver tabla 1).

		NOMENCLATURA							
		Cambio de tramo	=						
		Cambio de tramo	=						
PEDIDO TUBERIA RAMAL 5 - SAN PEDRO									
ABSCISA		LONG	DIAMETRO		RDE		NUMERO DE TUBOS	OBSERVACION	
INICIAL	FINAL	REAL	NOMINAL	INTERNO	CALC	ASUM			
M	M	M	PLG	MM					
CAMARA DE QUIEBRE 5-1 TIPO 4									
K0+000.00	K0+007.22	7.39	2.00	55.70	51.0	26.0	2		
K0+007.22	K0+040.05	37.13	1.00	30.83	51.0	26.0	47		
K0+040.05	K0+059.26	20.22	1.00	30.83	51.0	26.0			
K0+059.26	K0+065.79	6.54	1.00	30.83	51.0	26.0			
K0+065.79	K0+088.61	23.24	1.00	30.83	51.0	26.0			
K0+088.61	K0+107.33	19.13	1.00	30.83	51.0	26.0			
K0+107.33	K0+143.00	37.77	1.00	30.83	51.0	26.0			
K0+143.00	K0+161.72	19.38	1.00	30.83	51.0	26.0			
K0+161.72	K0+186.20	24.95	1.00	30.83	41.0	26.0			
K0+186.20	K0+230.23	45.15	1.00	30.83	41.0	26.0			
K0+230.23	K0+253.06	23.42	1.00	30.83	32.5	26.0			
K0+253.06	K0+274.43	21.46	1.00	30.83	32.5	26.0	16		
K0+274.43	K0+299.76	25.63	0.50	19.31	32.5	21.0			
K0+299.76	K0+311.88	12.62	0.50	19.31	32.5	21.0			
K0+311.88	K0+325.70	14.50	0.50	19.31	32.5	21.0			
K0+325.70	K0+335.12	10.17	0.50	19.31	26.0	21.0			
K0+335.12	K0+344.69	10.32	0.50	19.31	26.0	21.0			
K0+344.69	K0+356.59	12.80	0.50	19.31	26.0	21.0			
K0+356.59	K0+365.36	9.58	0.50	19.31	26.0	21.0			
K0+365.36			0.50						

Tabla 1. Cuantificación de tubería en hoja de cálculo.

➤ **Recepción y almacenamiento de tubería**

El conducto regular para recibir la tubería consistió en revisar las remisiones y pedidos realizados para comprobar que se encontraban correctos, posteriormente se dirigió al sitio de almacenamiento más cercano a la zona de trabajo, disminuyendo el tiempo de transporte, acatando las recomendaciones realizadas

por la interventoría y PAVCO, las cuales algunas fueron, cubrir la tubería con poli sombras, teniendo en cuenta que la tubería debe almacenarse intercalando campana con espigo y no almacenarla en alturas mayores a 1.5 m para evitar deformaciones. También, se realizó la toma de muestras en tuberías para certificados de calidad. En total se recibieron 32 camiones que transportaron tubería y accesorios. (Ver figura 23).



Figura 23. Recepción de tubería.

➤ **Excavación en material común**

Se empleó personal no calificado y semicalificado equipado con herramienta menor, como palas, picas, zacapicas, además de implementos de seguridad para los obreros como cascos, chalecos y guantes. Abarcó excavación para tubería de diámetros de 10, 8, 6, 4, 3, 2 ½ y 2 pulgadas.

Se comprobó con la interventoría que las excavaciones cumplan con el ancho y profundidad necesaria para instalar la tubería y protegerla, exigiendo mayor profundidad en puntos críticos, verificando que la mano de obra empleada cumpla con sus deberes en cuanto a excavación exigida y establecida. La fuerza de trabajo se concentró principalmente en esta actividad ya que los lugares que abarcó fueron en su mayoría zonas de difícil acceso para emplear maquinaria, predominando más esta actividad en zonas arbóreas, pastizales y cultivos. (Ver figura 24).



Figura 24. Excavación en material común.

➤ **Excavación en material conglomerado**

Esta actividad predominó en vías locales, por lo tanto con los permisos otorgados para intervención vial se informó a la comunidad en medios locales los horarios de trabajo, además de emplear paletteras para el control de tráfico. (Ver figura 25).

CONSORCIO TRESA			
Por motivos de trabajos la vía Tambo - Linares presentara cierres momentáneos ajustandose a los siguientes horarios:			
Lunes a Viernes:		Sabados	
7 a.m. – 9 a.m.		7 a.m. – 9 a.m.	
9:30 a.m. – 12 p.m.		9:30 a.m. – 12 p.m.	
1 p.m. – 3 p.m.			
3:30 p.m. – 5 p.m.			

Figura 25. Anuncio vial.

Se utilizó una retroexcavadora para tubería con los mayores diámetros como cuatro, seis y ocho pulgadas, proporcionando mayor rendimiento a la obra, ejecutándose por carretera a partir de la ABS K6+779.07 de la conducción principal. (Ver figura 26).



Figura 26. Excavación en vía con retroexcavadora.

➤ **Excavación en roca.**

A cargo de personal semicalificado y no calificado se empleó barras, cinceles, puntas y pala, como también implementos de seguridad para los obreros como cascos, chalecos, gafas y guantes. Esta actividad abarcó igualmente la excavación para tubería de diámetros como 10, 8, 6, 4, 3, 2 1/2 y 2 pulgadas. Esta actividad predominó en el ramal cuatro y seis, representando mayor esfuerzo para culminar esta labor. (Ver figura 27).



Figura 27. Excavación en roca.

➤ **Transporte local de tubería**

Esta actividad consistió en el transporte local de tubería por la zona, representando mayor trabajo y esfuerzo físico en tubería de diez y ocho pulgadas donde fueron transportados por personal no calificado a sitios de difícil acceso

desde la ABS 0+579.49 a la ABS 6+773.07, ubicándose en lugares de poco acceso, sin caminos y vías en relieves montañosos y escarpados, densa vegetación y cultivos, entre otros. Se cercioró que la tubería sea transportada correctamente de tal forma que el cuerpo del tubo no sufra daños, especialmente la campana. (Ver figura 28).



Figura 28. Transporte local de tubería en zonas de difícil acceso.

➤ **Ensamble de tubería y accesorios en 10, 8, 6, 4, 3, 2 1/2 y 2 pulgadas en PVC.**

Durante el tiempo que duró la pasantía se trabajó en los siguientes sectores:

- En conducción principal, con tubería entre las ABS K0+616.08 hasta la ABS K12+671, correspondiente a diámetro de 10, 8, 6, 4, 3, 2 ½ pulgadas, dejando pendiente el tramo de tubería metálica en seis pulgadas RDE 11, en la ABS K8+849.56 a la ABS 9+294.72.
- En el ramal tres, se trabajó de la ABS K0+149.41 a ABS K0+423.55, tubería de 4" RDE 51, ABS K3+060.37 a ABS K3+972.10, tubería de 3" RDE 13.5, ABS K3+972.10 a ABS K4+693.11, tubería de dos pulgadas RDE 17.
- En el ramal cuatro, se trabajó en la instalación de tubería entre la ABS K0+000.00 hasta la ABS K3+626.60, correspondiente a tubería de diámetro de 6, 4, 3, 2 ½ pulgadas, dejando pendiente el tramo en la ABS K2+269.92 a la ABS 2+546.45, tubería de tres pulgadas RDE 51.

Se verificó la correcta instalación de la tubería. Para ello, se recomendó la limpieza en el interior de la campana y espigo, lo cual fue de primordial importancia para evitar daños al sello. Se empleó lubricante ya que este facilitó la instalación protegiendo el sello del excesivo rozamiento en el momento del

traslapo. Se lubricó de manera pareja la mitad de la longitud del espigo y el empaque, comprobando que el sello instalado de fábrica no sea removido. (Ver figura 29).



Figura 29. Empleo de lubricante.

Se chequeo antes de realizar el esfuerzo para ensamblar, que la tubería estuviera correctamente alineada en ambos planos, utilizando sogas con el fin de maniobrar y ensamblar la tubería, se alineó moviendo el espigo de tal forma que apenas se inserte en la boca de la unión sin tratar de introducir el espigo en ángulo ya que removería el sello instalado de fábrica en la campana.

Una vez alineada la tubería, se insertó el espigo en la campana hasta la marca de fábrica de este, la cual garantizó que la tubería tenga espacio para movimientos como los de dilatación y contracción una vez puesta en marcha. El ensamble del espigo con la campana se lo realizó empleando una barra con una cuerda de tal forma que la cuerda bordeó el tubo sujetando la campana y se aseguró a la barra, haciendo un movimiento rápido el cual genera un impulso que se gana entre la boca de entrada y el sello de caucho. (Ver figura 30).



Figura 30. Ensamble de tubería empleando una barra y cuerda.

Cuando fue necesario biselar un tubo durante la instalación, el ángulo generado debió ser de 15° y la profundidad igual a la mitad del espesor del tubo. Para biselar el tubo se usó una escofina o lima y se debió marcar el extremo del tubo en tal forma que espigo penetre hasta dejar una luz entre 1.3 y 2.5 cm del fondo de la campana.

➤ **Relleno compactado con material del sitio o seleccionado (préstamo)**

Se debió examinar la superficie de la zanja para evitar objetos duros como rocas, troncos entre otros, no siendo necesario usar una capa de relleno especial, cuando el fondo de la zanja fue un material suave y fino, libre de piedras y que se pueda nivelar fácilmente. Cuando en la excavación hubo rocas debió dejarse un espacio para aplicar una capa de material fino. Después de colocada la tubería se procedió a rellenar la excavación con material fino de la zanja o similar compactándolo alrededor de la tubería con pisones en varias capas o empleando un compactador para el caso de vías.

Cuando se atravesó caminos o vías, se procuró realizar la instalación y el relleno lo más rápido posible con el fin de no obstaculizar por mucho tiempo el paso de vehículos, animales y personas. (Ver figura 31-32).



Figura 31. Relleno con material del sitio.



Figura 32. Compactador.

4. ESTRUCTURAS ESPECIALES

Dentro de esta actividad se enmarcaban en el presupuesto la construcción de cámaras de quiebre, pasos elevados, cimientos, anclajes, recubrimientos y muertos. Estas estructuras debido al tiempo que implican ejecutarlas en su totalidad se trabajaron hasta ciertos porcentajes, durante la pasantía.

➤ **Cámaras de quiebre**

Comprendió el suministro, transporte, instalación, mano de obra, equipos, construcción de todos y cada uno de los elementos que comprenden la cámara de quiebre, en un todo de acuerdo con los planos suministrados, en aquellos puntos donde la tubería queda sometida a presiones mayores que la que soportaría determinada clase de tubería. Son estructuras y equipos destinados a reducir la presión relativa a cero (P se anula) y mantener condiciones de operación aguas arriba de todo el sistema de riego.

El proyecto contemplaba la construcción de veintiún cámaras de quiebre, distribuidas en cámaras de quiebre tipo 1 (2 UN), cámaras de quiebre tipo 2 (1 UN), cámaras de quiebre tipo 3 (3 UN), cámaras de quiebre tipo 4 (15 UN), variando su tamaño, siendo las tipo uno de mayores dimensiones y las tipo cuatro de menor dimensión.

Durante el tiempo de la pasantía se alcanzó a construir los muros y losa superior e inferior de la estructura principal que contiene el líquido de las dos cámaras de quiebre tipo uno, las cuales presentan las siguientes dimensiones para un volumen total de almacenamiento de 6.30 m³: (Ver figura 33-34 y anexo H).

Largo:	2.10 m
Ancho:	2.00 m
Altura total:	1.50 m

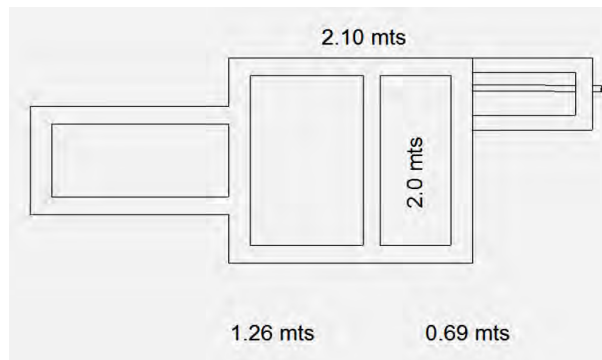


Figura 33. Vista planta cámara tipo 1. Fuente: Diseño cámaras de quiebre por el Ing. Javier Leytón.

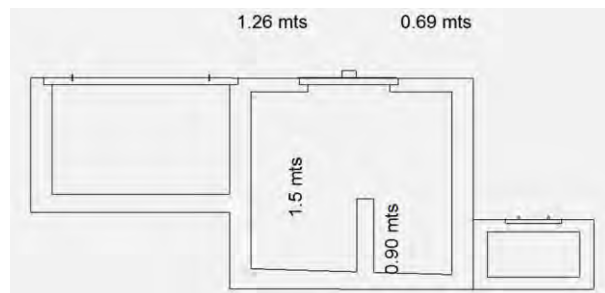


Figura 34. Vista perfil cámara tipo 1. Fuente: Diseño cámaras de quiebre por el Ing. Javier Leytón.

Determinación de cantidades de material.

Concreto: con los diseños suministrados, se calculó el volumen de concreto necesario para su construcción. Con la ayuda de un programa de dibujo y empleando figuras trigonométricas conocidas, se determinó el volumen necesario por unidades, es decir, se calculó las cantidades en la losa inferior, muros, losa superior y pantalla del cuerpo central de las cámaras. El empleo del programa de dibujo se realizó en figuras amorfas donde se halló el área de la figura y luego se multiplicó por su longitud para obtener el volumen total. Una vez calculado el volumen del concreto, se estableció la cantidad de cemento, arena y triturado con el diseño de mezcla suministrado.

Refuerzo: determinado teniendo en cuenta el diseño de refuerzo. Para ello, se tuvo en cuenta el tipo de varilla a emplear en cuanto al diámetro, longitud y cantidad, ya que varillas de 3/8 de pulgada hacia abajo son vendidas en chipas y de 1/2 de pulgada se encuentran comercialmente en varillas de longitudes de seis metros, generalmente.

Formaleta: determinada teniendo en cuenta la superficie de la estructura a cubrir y medidas que tiene una tabla de madera.

Transporte local de materiales.

Una vez el material se solicitó, recibió y almacenó en sitios aledaños al proyecto, se procedió a transportar el material hasta la obra, en animales de carga (mulas y caballos), debido al difícil acceso. Se empleó cemento, arena, triturado, formaleta y herramienta menor. La arena y triturado se empacó en estopas teniendo en cuenta las siguientes proporciones:

14 palas colmataban 1 estopa.

12 palas de material tienen un volumen de 0.04343 m^3 .

23 estopas hacen 1 m^3 , llenando las estopas con 12 palas de material.

Las anteriores proporciones se determinaron empleando un recipiente cilíndrico para llenar el material y poder sacar así su volumen.

El hierro fue transportado por grupos de varillas, siendo figurado en un sitio cercano a la obra con el fin de adelantar actividades, llevando así el hierro necesario y para minimizar desperdicios. La formaleta se armó fuera del sitio en unidades por tableros de tal forma que cubra cada uno los lados de la estructura. (Ver figura 35).



Figura 35. Transporte local de materiales.

Fundición.

La fundición de estas estructuras se desarrolló en tres fases, como también, de forma manual para la cámara uno y con mezcladora para la cámara dos, debido a la accesibilidad. La primera fase, fundición del solado con espesor de diez cm empleando una mezcla con resistencia 2500 psi. En la segunda fase, se fundió la losa inferior y muros dejando los tubos de entrada, salida y lavado. Tercera fase, losa superior dejando espacio para la tapa y cono de ventilación. (Ver figura 36).



Figura 36. Cámara de quiebre No. 2.

➤ Pasos elevados.

Con los diseños suministrados por el consorcio TRESA, se orientó al personal en cuanto a explicaciones sobre la construcción de zapatas y cerchas.

Cerchas. Se explicó al maestro que fabricaba las estructuras metálicas sobre los detalles de los planos como dimensiones en cuanto al espesor de los ángulos y sus longitudes, igualmente se orientó al personal cómo debían doblarse las varillas de anclaje en los apoyos de la cercha ya los diseños no especificaban su figuración. (Ver figura 37).



Figura 37. Construcción de cerchas.

Zapatas. Se orientó al personal acerca de cómo armar el refuerzo de estas, en cuanto a tipo de varillas a emplear, longitud y espaciamiento, como también, la forma de amarrar los apoyos a las parrillas de tal forma que quede bien anclado.

Los apoyos debían ir embebidos en concreto formando las zapatas, se determinó el volumen con los diseños determinando la cantidad de materiales. Sin embargo, estas cantidades serían con el fin de tener provisiones de material en el sitio ya que la construcción de las zapatas implica encontrar terreno firme que no presentara asentamientos, por lo tanto, estas cantidades variaban dependiendo de la profundidad del terreno firme. El volumen adicional de concreto se lo construyó con un concreto simple más pobre en resistencia. Estos materiales debieron ser transportados por animales de carga (mulas y caballos), debido a lo remoto y la falta de accesibilidad a la zona. (Ver figura 38).



Figura 38. Zapata para paso elevado.

➤ **Anclajes y cimientos**

Cuando la tubería está sujeta a esfuerzos hidrostáticos esta genera presión en las paredes de la tubería produciendo fuerzas de empuje. Por lo tanto, fue necesario construir cimientos y anclajes de tal forma que contrarresten estos esfuerzos.

Anclajes. Debido a la flexibilidad intrínseca de la tubería PVC, se requirió empotrar la tubería expuesta en niveles bajos y los codos especialmente en cambios de dirección abruptos para evitar futuros desacoples con la tubería. Por lo tanto, los anclajes se requieren en:

Cambios de dirección

Cambios en tamaño, reducciones

Tapones en terminales ciegas

Conexiones a válvulas, hidrantes, ya que se crea empuje cuando se cierran.

La construcción de estos anclajes, inició con la cuantificación de materiales de acuerdo a sus dimensiones. Una vez el material se solicitó y almacenó, se transportó la arena y triturado en estopas, cemento, formaleta, hierro y herramienta menor hasta el sitio de la obra con animales de carga. El empleo de varillas en los anclajes fue con el fin de anclar mejor la tubería y accesorios, recubriéndola con manguera. La formaleta fue reutilizada cuando la tabla no presentaba daños en su estructura, por lo tanto esta fue transportada por la zona disminuyendo así costos en formaleta de otros anclajes. (Ver figura 39).



Figura 39. Anclajes.

Cimientos. Ubicados en partes donde la tubería estuvo descubierta con grandes niveles del terreno, especialmente en RDE bajos de gran presión, como también,

donde la tubería no estuvo unida a soldadura o flanches (bridas). Los cimientos se emplearon para contrarrestar los empujes producidos por la presión hidrostática interna de la tubería, eliminando o minimizando los movimientos. Se construyó los cimientos con columnas y zapatas, las columnas tenían generalmente una sección transversal de 40x40 cm y las zapatas 70 cm de largo por 70 cm de ancho y 30 cm de espesor. Refuerzo con varillas de 1/4", 3/8" 1/2" y 5/8", el cual dependía del tamaño de estos cimientos. El transporte de los materiales necesarios para la construcción de estas estructuras se realizó con la ayuda de mulas y caballos, debido a la dificultad de acceso en la zona. (Ver figura 40).



Figura 40. Cimientos.

5. APOYO ADMINISTRATIVO

Dentro de las actividades que se desarrollaron durante la pasantía, estuvo presente el apoyo administrativo al consorcio TRESA, interventoría y la ASOCIACIÓN.

➤ **Elaboración y presentación de informe mensual.**

Se entregaron siete informes correspondientes a las actividades realizadas en el mes: excavación en conglomerado-bocatoma, excavación en roca-bocatoma, conglomerado-desarenador, excavación en roca-desarenador, concreto ciclópeo (concreto 2.500 psi, rajón 40%), concreto 4000 psi, acero de refuerzo, escalones para desarenador, tapa en lámina C – 18 (60 x 60) cm, excavación en material común, excavación en conglomerado, excavación en roca, suministro e instalación tubería de acuerdo al diámetro y al RDE, instalación de accesorios especiales como codos, concreto 3000 psi para cimientos, recubrimientos y anclajes y un registro fotográfico de las actividades que se realizan.

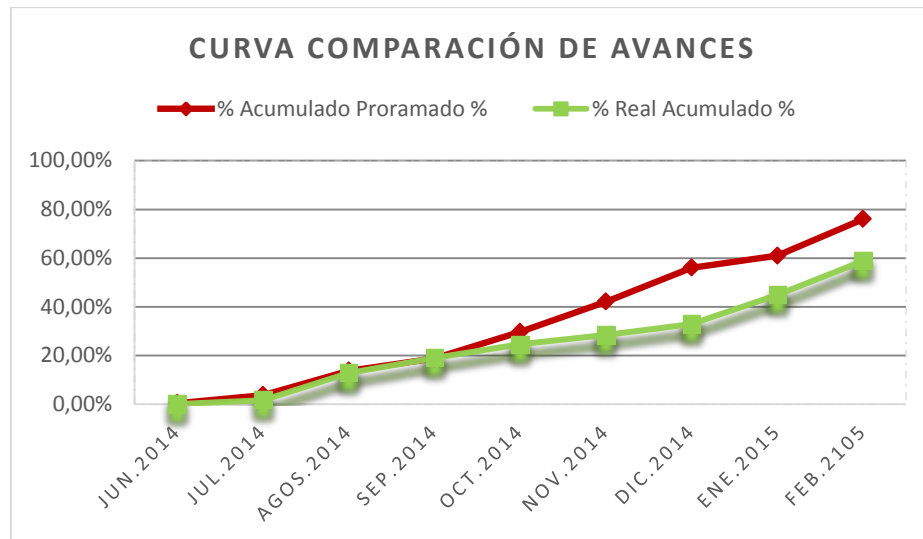
El informe mensual modelo fue suministrado por interventoría, constaba de ocho cuerpos principales: datos generales del proyecto, principales obras del contrato, estado actual de suministro de materiales a la obra, recursos puestos en obra en el mes, proyección de suministro de materiales, conclusiones, hechos relevantes, registro fotográfico. Estos cuerpos del informe variaban dependiendo del avance de la obra en cuanto a actividades, a continuación se describe cada uno de ellos. Los formatos correspondientes se presentan en el anexo A.

Datos generales del proyecto. Estos datos informan de manera resumida el proyecto. Durante los dos primeros meses mientras se contrataba al ingeniero residente, el pasante estuvo a cargo en la residencia de la obra.

Principales obras del contrato. Se expuso todas las obras o actividades durante el mes, describiendo los recursos empleados para desarrollarlas. También, se representó el estado de avance de dichas actividades en porcentaje y por medio de una gráfica.

El avance de obra, se realizó teniendo en cuenta el presupuesto total, registrando las cantidades de cada actividad, con ellas se determinó su respectivo valor parcial siendo la multiplicación de la cantidad por el precio unitario. Se calculó el costo por administración (20%), imprevistos (1%) y utilidad (6%), al valor parcial.

Se sumó todos estos costos junto con el valor parcial calculando un subtotal, al cual se le estableció su respectivo porcentaje de ejecución en el mes como actividad. Se sumó todos los porcentajes de ejecución, determinando el porcentaje total durante el mes para finalmente graficar la “curva comparación de avances”, se hizo un balance de lo ejecutado con respecto a la curva acumulada programada. Los formatos correspondientes se presentan en el anexo D. (Ver grafica 1).



Grafica 1. Avance de obra - Contratista. Fuente: Informe mes de febrero Consorcio TRESA.

Estado actual de suministro de materiales a la obra. Representó el suministro de la tubería y accesorios en la obra, registrando el tipo de material, cantidad y fecha en que llegó. Esta actividad se realizó con la ayuda de las remisiones suministradas por el proveedor, teniendo en cuenta los pedidos.

Recursos puestos en obra mes. Se determinó en cantidad y porcentaje la mano de obra afiliada a todos los requisitos que demanda la ley, mano de obra empleada para diferentes labores de la obra, como el personal calificado, semicalificado y no calificado, maquinaria y otros. Finalmente, estos recursos se representaban con una gráfica en forma de columna. (Ver grafica 2).



Grafica 2. Mano de obra utilizada en el mes. Fuente: Informe mes de febrero Consorcio TRESA

Proyección de suministro de materiales. Realizada con un balance de tubería y accesorios de acuerdo a los pedidos solicitados y el material recibido en obra, por lo tanto el saldo de este balance por llegar fue el que se registró en la tabla del formatos correspondiente que se presenta en el anexo A, donde la “fecha de recibo en obra”, es la fecha que el proveedor informa.

Conclusiones. Se concluyó de acuerdo a los hechos relevantes y actividades de la obra, como avance o rendimiento en el mes, cantidades de material ejecutado, suministros de materiales, intervenciones en los sitios de la obra, entre otros.

Hechos relevantes. Son acontecimientos o actividades principales y distinguidas de la obra durante el mes en el que se realiza el informe. En ello, se tuvo en cuenta reuniones semanales, comités de obra, situaciones que presenten inconvenientes para la obra, cambios de actividades, entre otros.

Registro fotográfico. El informe incluyó fotografías donde se registraron las actividades siguiendo un orden de ejecución de estas y en lo posible referenciándola con su respectiva abscisa.

➤ **Cuantificación de actividades en memoria de cálculo.**

Una de las labores del pasante en esta obra fue la cuantificación de actividades representadas en estructuras, excavación, instalación, y en si todo tipo de construcción que ameritaba registrarla con el fin de cobrar el constructor ante el ente que financia la obra, mediante la interventoría. La elaboración de estas

memorias de cálculo se las realizó con fecha de corte, en este caso fue cada cinco de cada mes, acordando esta fecha con la interventoría.

Interventoría suministró un formato de memoria de cálculo modelo, sin embargo, el cuerpo de estos documentos varió de acuerdo a las actividades realizadas en cada corte, siendo más común la ejecución de excavaciones en material común, conglomerado y roca, suministro e instalación de tubería y rellenos, ya que fueron las labores que más requirieron trabajo y tiempo para culminarlas.

➤ **Apoyo a la asociación.**

La ASOCIACIÓN, es la organización de los beneficiarios del sistema de riego, con existencia legal como persona jurídica, constituida con objetivos sociales y económicos para el beneficio de la organización. Fue integrada por 209 usuarios con su representante legal, el señor Braulino Roberto Ibarra.

Este tipo de apoyo se enmarcó en búsqueda de permisos, socializaciones, reportes, entre otros, ayudando a agilizar actividades de la obra y asegurar que los trabajos se puedan ejecutar.

Permisos con Servidumbres. Se inició el desarrollo de esta actividad con la solicitud de permisos en predios y terrenos por donde se encontraba establecido el diseño del proyecto, esta actividad se llevó a cabo en compañía del Presidente de la Asociación ASODISAN, diligenciando permisos con la autorización de los propietarios. Fueron manejados de manera pacífica y con paciencia dando una justa solución, explicando así el impacto del proyecto en la zona, evitando inconvenientes y no tener retrasos en las labores de excavación y otros. (Ver figura 41).



Figura 41. Búsqueda de permisos con servidumbres.

Socialización del proyecto. Se realizó una socialización del proyecto en el corregimiento de San Pedro con la presencia de los 209 usuarios del proyecto. Se trataron temas de permisos de servidumbres, derechos y deberes de los usuarios, aclaraciones técnicas, avance de la obra y en general se resolvió todo tipo de duda, con el fin de informar a los usuarios en cuanto al estado de la obra y las actividades que implica el proyecto. (Ver figura 42).



Figura 42. Socialización con usuarios.

Fallas potenciales en los distritos existentes. Durante la etapa de construcción del distrito de riego se observó fallas potenciales en el actual distrito de ASOGUABARIN, como cimientos destruidos, apoyos inadecuados de la tubería, perforaciones, acartonamiento debido a incendios, fugas, entre otros. Se referenció estas anomalías para notificar al presidente del distrito ASOGUABARIN por medio de un documento con registro fotográfico. Este documento fue elaborado con el fin de que se subsanen las fallas detectadas y evitarse complicaciones a futuro en la construcción del distrito de ASODISAN, ya que el desarrollo de la obra en los primeros tramos se ubicó a pocos metros hasta separarse en la ABS K5+533.35. (Ver figura 43 - 44).



Figura 43. Fuga de agua en el distrito de ASOGUABARÍN.



Figura 44. Acartonamiento de tubería en el distrito de ASOGUABARÍN.

Apoyo en la búsqueda de permisos viales. Se realizó el trámite de buscar copias de permisos para los trabajos en las vías municipales con la Alcaldía Municipal del Tambo- Nariño, a través del Alcalde municipal del Tambo, el señor William Dorado, debido a que los originales se habían enviado cuando se presentó el proyecto a FINAGRO.

El proyecto atravesó la vía departamental El Tambo – Linares, en parte de la conducción principal y el ramal seis, se referenció los tramos a intervenir con la ayuda de un tacómetro de una motocicleta y posteriormente ubicándolos en el plano en planta del diseño hidráulico, concluyendo una intervención aproximada de 4 700 m. Este informe se envió al director de obra para su respectivo trámite en la Subsecretaría de Infraestructura y Vías del Departamento de Nariño.

➤ **Reuniones semanales y comités de obra.**

Estas reuniones fueron programadas generalmente por interventoría. En ellas, se trataban temas relevantes en cuanto al avance de obra, compromisos, suministros, actividades que se han hecho o no, documentos por diligenciar, entre otros. En estas reuniones se aportaban ideas y soluciones que ayudaran a afrontar cualquier inconveniente buscando mejoras en las formas de trabajo cuando estas lo requerían.

Las reuniones habitualmente fueron realizadas cada semana o cada 15 días, en presencia de los residentes y supervisores de obra tanto de interventoría como de la constructora.

Los comités de obra habitualmente fueron realizados cada mes, en presencia del presidente de la ASOCIACIÓN, el director de obra, los residentes y supervisores de obra tanto de interventoría como de la constructora. En ocasiones estaba presente algún funcionario de FINAGRO, gobernación, alcaldía y la coordinadora de zona de la interventoría.

La alcaldía municipal en ocasiones requirió reuniones para informar el estado de la obra, ya que esta, tuvo un pequeño aporte al presupuesto general. (Ver figura 45).



Figura 45. Comité de obra.

CONCLUSIONES

Examinar diseños y planos asegura que los resultados en la ejecución de actividades sean los esperados, evitando contratiempos o inconvenientes al momento de ejecutarlas en obra.

Orientar al personal que labora en obra contribuye a que las actividades desarrolladas se realicen de forma apropiada, fortaleciendo habilidades que permiten un buen trato, manejo y control del personal presente dentro de la obra.

Cuantificar y solicitar materiales asegura minimizar desperdicios en materiales, evitando sobre costos a la obra.

Recibir materiales debe hacerlo una persona responsable de tal forma que al recibir los suministros verifique la cantidad, calidad, tipo y correcto almacenamiento para no tener dificultades que obstaculicen el curso normal de las actividades.

La instalación de tubería y accesorios como también la construcción de estructuras que implican estos proyectos, debe realizarse siguiendo los diseños y planos chequeándolos en obra con los puntos ubicados por topografía, realizando así las actividades según lo planeado.

Entregar las actividades cuantificadas ejecutadas de la obra, debe realizarse con responsabilidad ya que conforme a esas cantidades, el contratista cobra contractualmente de acuerdo al presupuesto por el trabajo prescrito.

La asociación en ocasiones requirió el apoyo en ciertas actividades donde el pasante asistió para que la ejecución de las obras continuaran, tal fue el caso de la búsqueda de permisos en servidumbres.

La realización de la pasantía fortalece las bases teóricas adquiridas en la formación académica, identificando y solucionando problemas, demostrando habilidades para mejorar la capacidad analítica y así obtener la madurez requerida para obtener el grado universitario.

RECOMENDACIONES

Poseer destreza en interactuar con el personal, contribuye a aportar soluciones a cualquier conflicto, promoviendo así buenas relaciones laborales dentro del área de trabajo.

Ubicar hidrantes con la comisión de topografía estando presentes los usuarios, ayuda a no presentar desacuerdos al momento de diseñar y ejecutar el proyecto.

Tener un personal con condiciones adecuadas de trabajo, evita posibles accidentes si se porta los implementos de seguridad como casco, guantes, botiquín de primeros auxilios, entre otros, exigiendo además el uso de los mismos.

Emplear maquinaria como retroexcavadora en vías, genera mayor rendimiento con tubería en diámetros de cuatro pulgadas en adelante.

Proyectar las actividades involucradas en el desarrollo de una obra civil y tomar decisiones oportunas, permite lograr las metas establecidas y alcanzar mejores resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CANO, R. S. (2009). Acueductos. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería.

CUALLA, R. A. (1995). ELEMENTOS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS. Santafé de Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

GÓMEZ, D. E. (2009). RESIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE RIEGO ASOBOQUERON UBICADO EN EL MUNICIPIO DE BUESACO. San Juan de Pasto.

MADR, M. D. (2013). CONVOCATORIA PÚBLICA PARA EL OTORGAMIENTO DEL INCENTIVO PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS ASOCIATIVOS DE ADECUACIÓN DE TIERRAS IEPAT. Bogotá.

MINISTERIO DE AMBIENTE, V. y. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. En A. C. Sísmica, NSR-10 (págs. C-42). Bogotá D.C.

NARIÑO, A. d. (02 de 10 de 2012). El Tambo - Nariño. Recuperado el 31 de 05 de 2015, de http://www.eltambo-narino.gov.co/informacion_general.shtml

PAVCO. (2014). Manual Técnico UNION DE PLATINO. Offset Gráfico.

ANEXOS

ANEXO A. INFORME MENSUAL.

“Se adjunta el documento donde se realiza el informe mensual para enviarlo a la interventoría, el cual varía dependiendo de las actividades desarrolladas”.

ANEXO B. MEMORIA DE CÁLCULO PARA CANTIDADES.

“Se presenta el formato donde se registra contractualmente las cantidades ejecutadas por la constructora para su respectivo pago”.

ANEXO C. FORMATO PARA CUANTIFICACIÓN DE TUBERÍA.

“Se anexa el formato elaborado para cuantificación de tubería donde se especifica por tramos la cantidad de tubos con su respectivo diámetro y RDE, el cual es enviado al Director de Obra para su respectivo pedido al proveedor”.

ANEXO D. FORMATO AVANCE DE OBRA.

“Se presenta el formato elaborado para determinar el avance de obra de acuerdo a las actividades ejecutadas con sus respectivos porcentajes. Se anexa el mes de Febrero de 2015”.

ANEXO E. PRESUPUESTO.

“Se adjunta el documento donde se detalla el presupuesto de obra hasta el mes de Febrero de 2015”.

ANEXO F. PLANO DISEÑO HIDRÁULICO BOCATOMA.

“Se anexa el plano hidráulico de bocatoma la cual tiene una capacidad de captación de 70 litros por segundo”.

ANEXO G. PLANO DISEÑO HIDRÁULICO DESARENADOR.

“Se adjunta el plano hidráulico del desarenador el cual tiene una capacidad de sedimentar 70 litros por segundo dentro de los parámetros técnicos exigidos”.

ANEXO H. PLANO ESTRUCTURA HIDRÁULICA DE CÁMARA DE QUIEBRE TIPO Y ESQUEMA ESTRUCTURAL.

“Se anexa el plano de la estructura hidráulica de la cámara de quiebre tipo 1, la cual tiene un volumen de almacenamiento de 5.04 m³”.

ANEXO I. INFORME DE RESISTENCIA DE CILINDROS.

“Se adjunta el resultado que presenta el laboratorio Grupo A, los cuales realizan la compresión de cilindros”.