

**AUXILIAR DE RESIDENTE EN LA CONSTRUCCION DE OBRA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE ACUEDUCTO
INTERVEREDAL SACHACOCO, MUNICIPIO DE TIMBIO-CAUCA.**



YULI NATALIA REYES MENESES

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

**AUXILIAR DE RESIDENTE EN LA CONSTRUCCION DE OBRA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE ACUEDUCTO
INTERVEREDAL SACHACOCO, MUNICIPIO DE TIMBIO-CAUCA.**



Presentado por:
YULI NATALIA REYES MENESES

Informe Final de Práctica Profesional (Pasantía) para optar al título de
Ingeniera Civil

Director: Ing. HUGO EDUARDO MUÑOZ MUÑOZ

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

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

2.3 COMPROMISOS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

3.1 INFORMACION DEL PROYECTO

- a) Contratista
- b) Contrato N°
- c) Vigencia
- d) Acta Iniciación
- e) Objeto
- f) Valor total del Contrato
- g) Localización del Proyecto

3.2 ESTUDIO DE SUELOS

3.3 DISEÑO HIDRAULICO

3.4 DISEÑO ESTRUCTURAL

3.5 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

4. DESARROLLO DE LA PASANTIA

4.1 ACTIVIDADES INICIALES COMO PASANTE

4.2 PROCESOS TECNICOS Y CONSTRUCTIVOS

4.2.1 FILTROS

4.2.1.1 *Descapote y auscultación de tuberías existentes*

4.2.1.2 *Construcción de Losa de cimentación*

4.2.1.2.1 Fundición de solados

4.2.1.2.2 Colocación del Acero de refuerzo

4.2.1.2.3 Encofrado

4.2.1.2.4 Instalación cinta sika PVC

4.2.1.2.5 Fundición de losa de cimentación

4.2.1.2.6 Desencofrado

4.2.1.2.7 Curado del concreto

4.2.1.3 *Construcción de muros*

4.2.1.3.1 Colocación de Acero de refuerzo

4.2.1.3.2 Encofrado

4.2.1.3.3 Fundición de muros

4.2.1.3.4 Desencofrado

4.2.1.3.5 Curado del concreto

4.2.2 SEDIMENTADORES

4.2.2.1 Concreto ciclópeo

4.2.2.2 *Construcción placa de cimentación sobre concreto ciclopeo*

4.2.2.2.1 Fundición placa de cimentación

4.2.2.2.2 Desencofrado

4.2.2.2.3 Curado del concreto

4.2.2.3 *Construcción de muros y ménsulas*

4.2.2.3.1 Colocación del Acero de refuerzo

4.2.2.3.2 Encofrado

4.2.2.3.3 Fundición de muros

4.2.2.3.4 Desencofrado

4.2.3 FLOCULADORES

4.2.3.1 *Relleno roca muerta*

4.2.4 OBRAS ADICIONALES

4.2.4.1 Construcción de vía de acceso

4.2.4.2 Construcción de cámaras de inspección

4.3 PROCESOS ADMINISTRATIVOS

4.3.1 Organigrama

4.3.2 Seguridad Industrial

5. CERTIFICACIÓN DEL SUPERVISOR DE LA EMPRESA RECEPTORA

6. COMENTARIOS FINALES

7. BIBLIOGRAFIA

8. ANEXOS

1. INTRODUCCIÓN

Este informe tiene como finalidad describir la experiencia vivida como pasante en el proyecto denominado Construcción PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE ACUEDUCTO INTERVEREDAL SACHACOCO municipio de Timbío (Cauca), en el cual se tuvo la oportunidad de participar como auxiliar de residente de obra, logrando así afianzar los conocimientos adquiridos durante la formación universitaria, permitiendo adquirir experiencia necesaria para un futuro desempeño profesional.

Teniendo en cuenta lo anterior, se cumple así la posibilidad que el Consejo Superior Universitario con el Acuerdo N° 051 de 2001 y el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil con la resolución N° 281 del 10 de junio de 2005, ofrece al estudiante para participar como pasante con una entidad constructora en un proyecto definido, promoviendo la confrontación de los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera y así optar al título de Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca.

2. OBJETIVOS

2.2 OBJETIVO GENERAL

Participar como Auxiliar de Residente en la construcción PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE ACUEDUCTO INTERVEREDAL SACHACOCO municipio de Timbío (Cauca).

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaboración de la descripción detallada de los procesos técnicos y constructivos de la PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.
- Aplicar en la práctica los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de la carrera en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca.
- Adquirir conocimiento y experiencia en las labores de construcción tanto en la parte hidráulica como estructural del proyecto.
- Realizar informes mensuales de las actividades ejecutadas en el proceso constructivo y de la experiencia adquirida durante la pasantía.
- Entregar un informe final en donde se evalúen los logros propuestos y alcanzados durante el tiempo de la pasantía.

2.4 COMPROMISOS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

1. Hacer parte de las labores Administrativas de Residencia de Obra, con base en la dirección y organización del personal de planta de la obra.
2. Vigilar y controlar los procesos del Plan de Calidad de la obra.
3. Conocer los diseños y prestar especial atención en los cambios que surjan en la construcción.
4. Controlar la ejecución de los procesos constructivos de cada una de las estructuras que conforman la Planta de Tratamiento de Agua Potable.
5. Colaboración con la vigilancia y control de la seguridad industrial del personal.
6. Participar en algunas labores administrativas.
7. Aportar opiniones y conceptos frente a los diferentes inconvenientes que puedan presentarse durante la ejecución de la obra.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

3.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

- a) **Contratista:** Consorcio Zulia.
- b) **Contrato N°:** C4-037 de 2008
- c) **Vigencia:** Ocho (8) meses.
- d) **Acta iniciación:** 4 de marzo de 2009.
- e) **Objeto:** Construcción Planta de Tratamiento de Agua Potable Acueducto Interveredal Sachacoco, municipio de Timbío – Cauca.
- f) **Valor total del contrato:** Ochocientos cuarenta y tres millones quinientos dieciocho mil quinientos noventa y dos pesos (\$843.518.592) moneda corriente.
- g) **Localización del proyecto:** el proyecto en el cual se desarrolló la pasantía, se encuentra localizado en el sur del departamento del Cauca, municipio de Timbío, vereda Sachacoco.

El proyecto está constituido por las siguientes estructuras:

Mezclador hidráulico (Canaleta Parshall)

Floculador Hidráulico Cox-Alabama

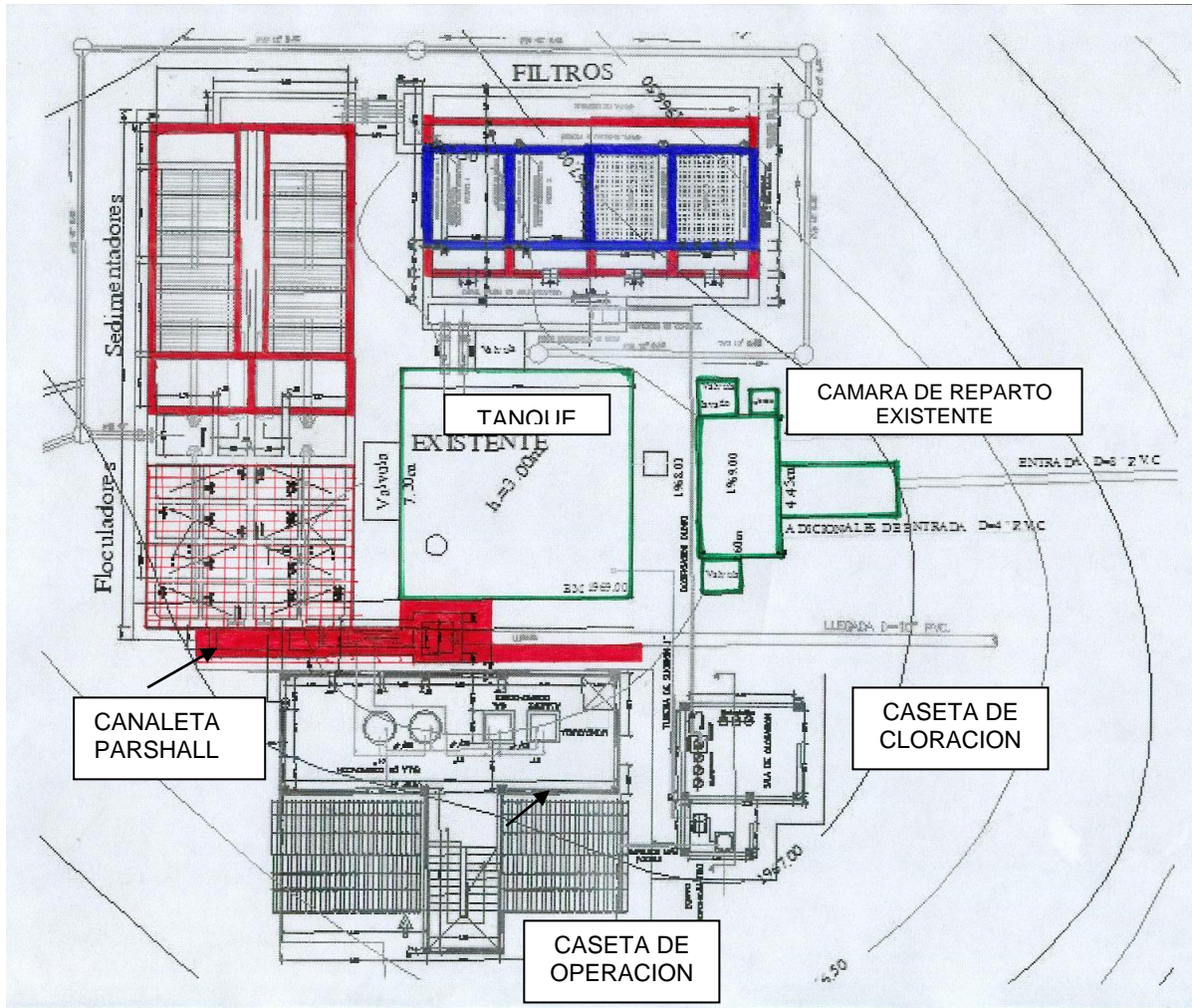
Sedimentador Acelerado

Filtros rápidos de Alta tasa, lechos mixtos de arena y antracita

Caseta de operación

Caseta de cloración.

ESTRUCTURAS QUE COMPONEN EL PROYECTO



La construcción de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Acueducto Interveredal Sachacoco beneficiará las veredas: El Tablón, El Hato, Samboní, Urubamba, Piedras, La Chorrera, Cuchicama, San Joaquín, Loma Larga, El Retiro, El Descanso, La Laguna, Fundación Universitaria, El Galpón, La Rivera, entre otras.

En total son 23 veredas las beneficiadas con este proyecto.

3.2 ESTUDIO DE SUELOS

El estudio de suelos fue efectuado por la empresa GEOFISICA (laboratorio de suelos, materiales y pavimento).

La exploración del subsuelo, consistió en tres (3) perforaciones con equipo manual a una profundidad máxima de 5.20 metros, en cada perforación se registró el perfil de los suelos y la ausencia del nivel freático. Las perforaciones se realizaron alrededor del tanque de almacenamiento existente, abarcando las áreas proyectadas para la cimentación de las estructuras: Filtros, Sedimentadores-Floculadores y Caseta de operación.

Se realizaron además, ensayos de límites de Atterberg para clasificación mediante el sistema unificado USC, pruebas de humedad natural y ensayos de compresión simple para conocer la resistencia del suelo.

El resumen y las recomendaciones realizadas por el Ingeniero Carlos Alberto Diago Franco fueron las siguientes:

- Los estudios encontrados y estudiados son de consistencia media.
- Se recomienda como sistema de fundación a emplear, una losa de cimentación a una profundidad de 1.75 m.
- La presión de contacto a emplear es de 19 Ton/m².
- K_a (coeficiente de presión activo) = 0.32
- K_p (coeficiente de presión pasivo) = 3.12
- Gama suelo para empujes=1.40 Ton/m³.

3.3 DISEÑO HIDRAULICO

Fue realizado por el Ingeniero Arturo Medina Angulo, técnicamente diseñado con las normas y especificaciones dictadas por el “Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico” (RAS 2000), expedido por el Ministerio de Desarrollo Económico.

Los parámetros de diseño obtenidos fueron los siguientes:

- Nivel de complejidad: Medio Alto¹
- Periodo de diseño: 20 años
- Caudal de diseño: 45 l/s

Mezclador hidráulico (Canaleta Parshall)

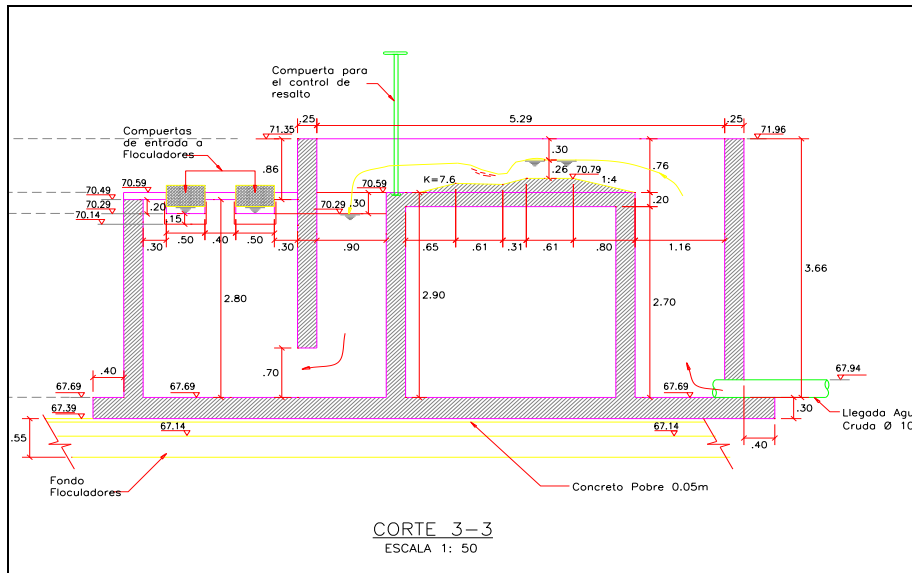


Figura 1. Canaleta Parshall

Floculador hidráulico Cox – Alabama

¹ RAS 2000, literal A.3.1.

Se diseñaron dos cámaras de Floculación cada una con 8 compartimentos donde el Gradiente de velocidad va variando de mayor a menor.

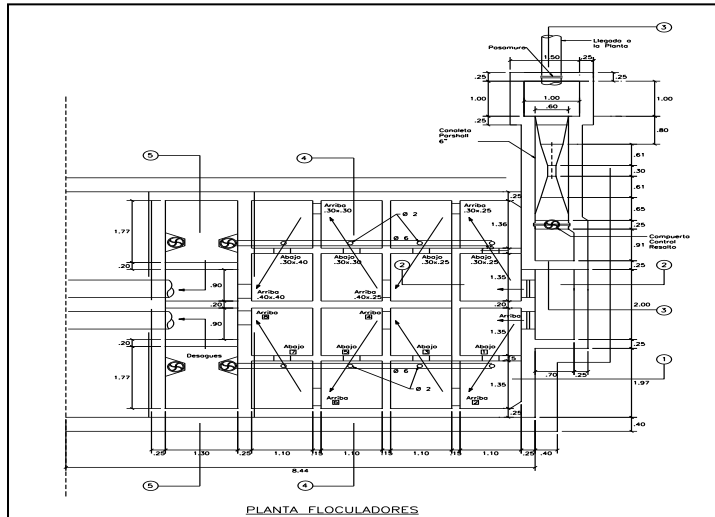


Figura 2. Floculadores

Sedimentador

Se diseñó un sedimentador acelerado compuesto por dos módulos con 120 placas en total, planas de A.C. inclinadas 60° .

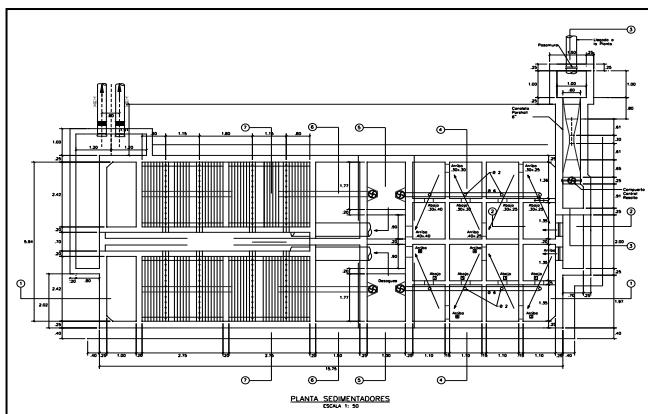


Figura 3. Sedimentadores

Filtros rápidos de alta tasa

Se diseñaron 4 filtros rápidos de alta tasa, lechos mixtos de arena y antracita, con un falso fondo conformado por 9 viguetas en v invertida.

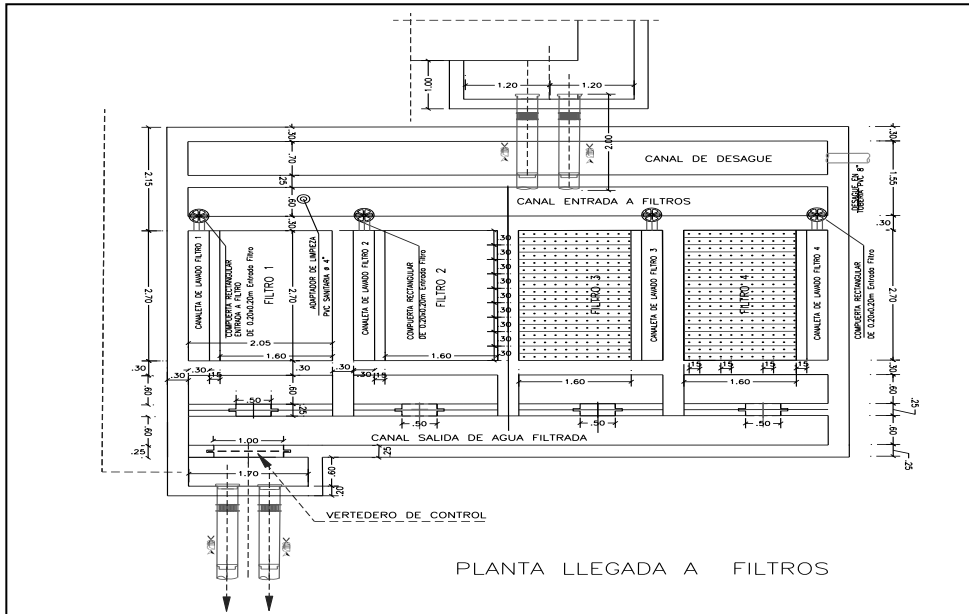


Figura 4. Filtros

Características del medio filtrante

Material	Tamaño efectivo (mm)	coeficiente de uniformidad	Espesor	Peso específico	Porosidad	Coefficiente de esfericidad
Arena	0,5-0,55	1,5 - 1,7	0.3	2.65	0.4	0.85
Antracita	1,0-1,1	1,4 - 1,6	0.4	1.5	0.5	0.70

Lecho de soporte de grava

Espesor (m)	Tamaño
0.06	1/8" - malla No. 10
0.05	1/4" - 1/8"
0.05	1/2" - 1/4"
0.08	3/4" - 1/2"
0.06	1 1/2" - 3/4"

3.4 DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño estructural para la caseta de operación y caseta de cloración fue diseñado por el Ingeniero Giovanni Antonio Lara Prieto quien recomendó:

1. Sistema estructural Pórtico.
2. Grado de disipación de energía: DES.
3. Materiales:
 - Concreto: $f'c = 21$ MPa.
 - Acero: $f_y = 420$ MPa.
 - Mampostería: $f_m = 10.3$ MPa.
 - Mortero de relleno: $f_{cr} = 15.5$ MPa (NTC 4048).
 - Mortero de pega: $f_{cp} = 17.5$ MPa (tipo M, NTC 3329).
4. Cimentación: cajón constituido por zapatas, vigas de amarre, columnas y losa nivel cero.
5. Losas de entrepiso aligeradas con 25 cm de espesor.
6. La cubierta está constituida por vigas canal y vigas corona en concreto reforzado, perlines en acero, teja de asbesto cemento #5 y #6.

3.5 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico fue realizado por el topógrafo John Freddy Prado Gil con Estación Total Electrónica modelo GTS 239W de la siguiente manera:

1. Inicialmente se hizo el levantamiento general del lote donde figuraron los colindantes y los accidentes topográficos que tenía el mismo.
2. Respetando las exigencias de la curaduría se hizo el replanteo del proyecto en el terreno para lo cual:
 - Se amarraron todas las estructuras al tanque de almacenamiento existente en el terreno de construcción, teniendo como referencia la cota 69 marcada sobre este. Se dejó referenciado con estacas y puntilla los ejes principales de cada estructura lo cual facilitó su posterior localización.

4. DESARROLLO DE LA PASANTÍA

4.1 ACTIVIDADES INICIALES COMO PASANTE

Como pasante las actividades iniciales realizadas fueron las siguientes:

1. Reconocimiento de lugar destinado para la construcción del Proyecto.

Durante mi visita al lugar donde se llevaría a cabo la construcción de la Planta de Tratamiento de Agua Potable, pude observar dos estructuras construidas, un tanque de almacenamiento y una cámara de reparto; las cuales hacen parte del Acueducto Interveredal Sachacoco.

Las estructuras que conforman el proyecto estarían cimentadas alrededor del tanque mencionado anteriormente.



2. Conocimiento del personal.

El encargado de supervisar en obra, cada una de las tareas a realizar durante el trabajo de Pasantía, fue el Ingeniero Residente de Obra Fernando Sanclemente S.

3. Interpretación de planos y diseños.

Una de las actividades asignadas como pasante, fue realizar el despiece de las estructuras Filtros y Sedimentadores.

En esta actividad tuve dificultad para la interpretación de planos, ya que era la primera vez que realizaba este tipo de tareas, sin embargo todas las dudas generadas fueron resueltas por el ingeniero a cargo y fue muy enriquecedor para mi futuro desempeño profesional.

4.2 PROCESOS TÉCNICOS Y CONSTRUCTIVOS

Durante el desarrollo de la pasantía tuve la oportunidad de estar presente en cada uno de los procesos constructivos y verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas pertinentes.

Los procesos técnicos y constructivos observados se explicarán de acuerdo con el avance alcanzado por la estructura, durante el tiempo de la pasante en el proyecto de la siguiente manera.

4.2.1 FILTROS

4.2.1.1. Descapote y auscultación de tuberías existentes

Esta actividad se realizó manualmente, debido a las redes de distribución existentes en el terreno, que se desprendían del tanque de almacenamiento y la cámara de reparto, de donde se distribuye a la fecha, a través de la Empresa de Acueducto de Sachacoco el agua sin ser tratada, a cada uno de las familias beneficiarias. En esta actividad se utilizaron herramientas como palas, picas y carretillas en los cuales se transportó el material excavado al sitio de extendida (ver figuras 5 y 6).



4.2.1.2. Construcción losa de cimentación.

4.2.1.2.1. Fundición de Solados

Para la fundición de solados se utilizó un concreto pobre de proporción 1:2:4, la mezcla en esta actividad se preparó manualmente y su función básicamente fue la protección del suelo de cimentación y el acero de refuerzo. Una vez se tuvo listo el solado de limpieza se inicio con el replanteo de ejes al milímetro.



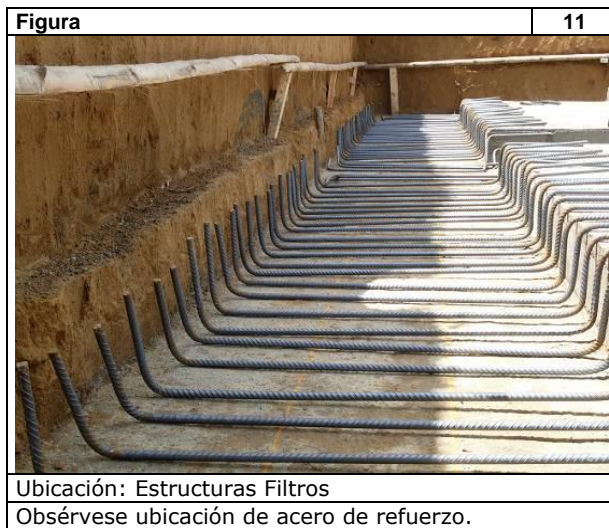
4.2.1.2.2. Colocación del Acero de Refuerzo

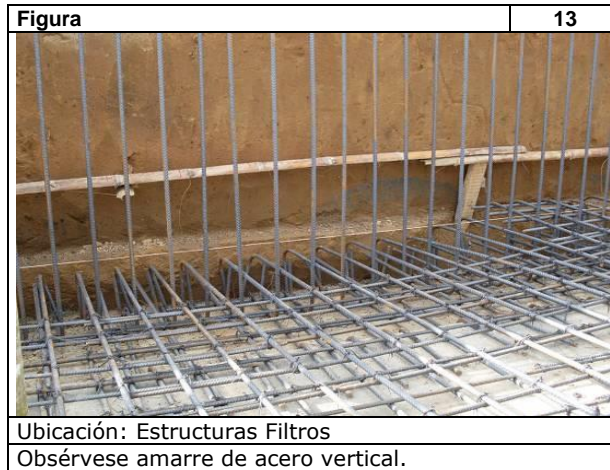
Puesto que las figuras que se obtuvieron, de los despieces realizados con anterioridad según especificaciones de planos estructurales, son complejas, el acero fue llevado a la obra ya figurado y respaldado por sus protocolos de calidad. Esto con el propósito de evitar desperdicios y posibles errores en figurado si este se hiciera en obra (ver figuras 9 y 10).



El acero se empezó a colocar según especificaciones de planos estructurales, se ubicaron en el sitio adecuado haciendo uso de ejes anteriormente demarcados, garantizando el espaciamiento requerido, el traslape indicado y el diámetro estipulado (ver figura 11), posteriormente se aseguraron las piezas unas con otras utilizando alambre negro N° 18 (ver figura 12).

Una vez se tuvo todo el acero longitudinal de placa en la posición adecuada, se inició la colocación del acero vertical de muros ya que estos tienen que ir anclados a la parrilla que conforma la losa de cimentación (ver figura 13).





RECUBRIMIENTO:

En el sitio de obra, se fabricaron las “panelas” o trozos de concreto (ver figura 14), que sirven como apoyo de la armadura y que garantizan el recubrimiento mínimo del refuerzo ² (ver figura 14).

4.2.1.2.3. **Encofrado**

OBJETO

El objeto de la formaleta es obtener una estructura que se ciña a las formas, líneas, ejes y dimensiones de los elementos, tal como se requiere en los planos de diseño y especificaciones. Debe tener la resistencia necesaria para aguantar el peso que va a llevar y rigidez suficiente para evitar movimientos y vibraciones de la obra³.

² Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Título C. Capítulo C.7.7

³ José María Igoa “Manual del Constructor”. Pág. 93.

4.2.1.2.4. Instalación Cinta Sika PVC

USOS

La Cinta Sika PVC se emplea en estructuras de concreto para sellar juntas de construcción o de dilatación. Se diferencia de los demás sellantes en que se instala en la posición deseada antes de colocar el concreto, asumiendo su función de sellante cuando se presente la junta entre concretos colocados en diferentes fechas.⁴ (ver figura 15).



INSTALACION

La cinta se coloca centrada perimetralmente y perpendicular a la junta de tal manera que la parte de cinta embebida en el concreto tanto de primera como de segunda etapa (ver figura 16 y 17) debe ser igual o menor que el recubrimiento de concreto. De esta manera el ancho de la cinta corresponde aproximadamente al espesor del concreto⁵.

⁴ Construcción Manual de Productos Sika. Edición 2004.

⁵ Construcción Manual de Productos Sika. Edición 2004.



UNIONES

Para las uniones se cortan los extremos de las dos cintas a unir para crear una sección de pega lo más uniforme posible, haciendo uso de una espátula, llana o cuchillo caliente se funde el PVC, se presiona la unión y queda realizada la soldadura. La cinta también se puede traslapar (ver figura 18), garantizando el contacto total de las secciones.



4.2.1.2.5. Fundición de losa de cimentación.

El concreto a utilizar en cada una de las estructuras del proyecto es preparado en obra.

MATERIALES:

Los materiales utilizados en la mezcla de concreto son los siguientes:

Agua: El agua utilizada en la mezcla de concreto debe estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de cloruros, aceites, materiales orgánicos u otras sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el refuerzo⁶. En general casi cualquier agua natural que pueda beberse y que no tenga sabor u olor notable sirve para mezclar el mortero o concreto⁷ (ver figura 19).

Agregados: Los agregados para el concreto deben cumplir con la norma NTC 174 (ASTM C33)⁸. Deben tener una resistencia propia suficiente que no perturben ni

⁶ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98. Título C. Capítulo C.3.4

⁷ Ing. Gerardo A. Rivera, "Concreto Simple" Unicauca. 1992. Capítulo 3.1 "Agua de mezcla".

⁸ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98 Título C. Capítulo C.3.3

afecten desfavorablemente las propiedades y características de la mezcla y garantizar una adherencia suficiente con la pasta endurecida del cemento⁹.

Cemento: El cemento debe cumplir con las normas NTC 121¹⁰ y NTC 321¹¹.

Fuente de materiales para la obra:

- Arena de Puerto Tejada, tamaño máximo #4, sin % pasa #200 (ver figura 20).
- Triturado de tamaño máximo $\frac{3}{4}$ " del Chocho (ver figura 21).
- Cemento portland Argos (ver figura 22).



⁹ Ing. Gerardo A. Rivera, "Concreto Simple" Unicauca. 1992. Capítulo 2.2 "Agregados para mortero y concreto".

¹⁰ Normas Técnicas Colombianas. NTC 121. Ingeniería civil y Arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones físicas y mecánicas.

¹¹ Normas Técnicas Colombianas. NTC 321. Ingeniería civil y Arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones químicas.



- Aditivo: Plastocrete DM. Un aditivo líquido color café oscuro, tiene acción plastificante sobre la mezcla, facilitando la colocación y el vibrado del concreto. Se usa para la elaboración de concreto impermeable y durable en la construcción, depósitos, plantas de tratamiento y todo tipo de obras hidráulicas (ver figura 23).



El plastocrete se adiciona directamente al agua de amasado, preferiblemente antes de incorporar el cemento y los áridos. Se dosifica al 0.5% del peso del cemento de la mezcla. Para un bulto de cemento de 50 Kg se emplean 250 g de aditivo (aproximadamente 234 ml)¹².

¹² Construcción Manual de Productos Sika. Edición 2004.

PRODUCCIÓN:

La dosificación de concreto se hace en volumen, con una proporción de 1:2:3

1 bulto de cemento

2 cajones de arena

3 cajones de grava

La cantidad de agua es subjetiva

La producción de concreto se inicia adicionando el agua que ya está mezclada con el aditivo en este caso Plastocrete DM, a la mezcladora mecánica. En seguida se agrega un cajón de triturado y un bulto de cemento; el tambor constantemente debe estar girando realizando una mezcla homogénea de los materiales; se continua con el cajón de arena y se alterna la grava completando la proporción indicada; finalmente se adiciona un poco más de agua si se requiere, quedando así listo el concreto para ser transportado (ver figura 24).



TRANSPORTE:

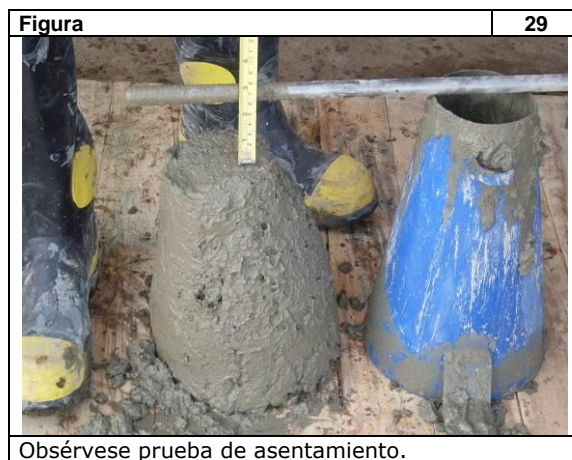
El concreto fue transportado por los ayudantes de construcción utilizando carretillas, desde la mezcladora hasta el lugar final de colocación (ver figura 25). Se verifico que el equipo de transporte esté limpio y que en el trayecto de la mezcladora al sitio final no se presente segregación ni perdida de material (ver figura 26).



Para facilitar el acceso a la parrilla de acero se extendieron tablonés a través de los compartimientos, lo que puede evitar golpes y vibración exagerada de la carretilla (ver figura 27); además se construyó una serie de resbaladeros (ver figura 28) para vaciar la mezcla hasta la losa de cimentación.



En el inicio y el transcurso de la fundición de la losa de cimentación de los filtros se tomaron pruebas de asentamientos para controlar la relación A/C (ver figura 29) y los cilindros para ser fallados a compresión. Se tomaron seis (6) muestras, dos (2) para ser fallados a los siete (7) días, dos (2) a los veintiocho (28) días y dos (2) de testigos (ver figura 30). La impermeabilidad del concreto aumenta en la medida que el concreto utilizado tenga relación agua-material cementante lo más baja posible que permitan una trabajabilidad adecuada y una buena compactación¹³.



¹³ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98 Título C. Capítulo C.20

COMPACTACIÓN:

Inmediatamente se coloque el concreto dentro de las formaletas, se debe proceder a su compactación por medio de vibradores de aguja, con el fin de asegurar su densificación y evitar posteriores hormigueros (ver figura 31).



En el proceso de compactación se debe evitar que el vibrador toque el refuerzo o la formaleta y que el tiempo que dura el vástago vibratorio sumergido en el concreto sea el adecuado.

TERMINADO:

Una vez se tuvo totalmente distribuido el concreto en la formaleta, se procedió a la nivelación de la superficie para darle un buen acabado. Para esta actividad se hizo uso de un nivel, puntillas e hilo para demarcar un eje en la superficie (ver figura 32), chequeando el espesor de 30 cm especificado en planos.

Finalmente haciendo uso de una llana se procedió a nivelar la superficie, esta debe de mantenerse plana sobre la superficie y desplazarse con un ligero movimiento de vaivén en arco para rellenar vacíos y alisar abultamientos¹⁴.

¹⁴ Sánchez De Guzmán Diego, "Concretos y morteros manejo y colocación en obra". Asocreto. 1998. Capítulo 7. Pág. 120



4.2.1.2.6. **Desencofrado**

Una vez el concreto ha adquirido la resistencia requerida necesaria se procede a retirar formaleta¹⁵. En la losa de cimentación de los filtros se procedió a retirar la formaleta tres (3) días después de la fundición.

4.2.1.2.7. **Curado del concreto**

El buen curado del concreto es fundamental para la obtención de concretos resistentes. En general el concreto debe mantenerse por el mayor tiempo después que ha dejado de ser plástico durante un periodo mínimo de siete días¹⁶, la losa se mantuvo húmeda haciendo uso de las bolsas vacías del cemento (ver figura 33) y de igual forma agregando agua constantemente a la placa por medio de baldes de tal forma que se mantuviera empozada el agua (ver figura34).

¹⁵ José María Igoa "Manual del Constructor". Pág. 93.

¹⁶ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98 Título C. Capitulo C.20



4.2.1.1 Construcción de muros.

4.2.1.3.1 Colocación de Acero de refuerzo

El acero vertical de los muros se instaló antes de la fundición de la losa, ya que este iba amarrado al acero longitudinal de la placa (ver figura 35). Para esta etapa se continuó con el amarre del acero horizontal de los muros perimetrales de la estructura teniendo especial cuidado de los diámetros, distribución y separación según especificaciones de planos estructurales (ver figura 35).



4.2.1.3.2 Encofrado

En la obra se optó por utilizar formaleta en madera y no metálica; por la complejidad de la estructura y el costo que esta implicaba. Se utilizan tableros en madera de 0.70m x 1.40m (ver figura 37).

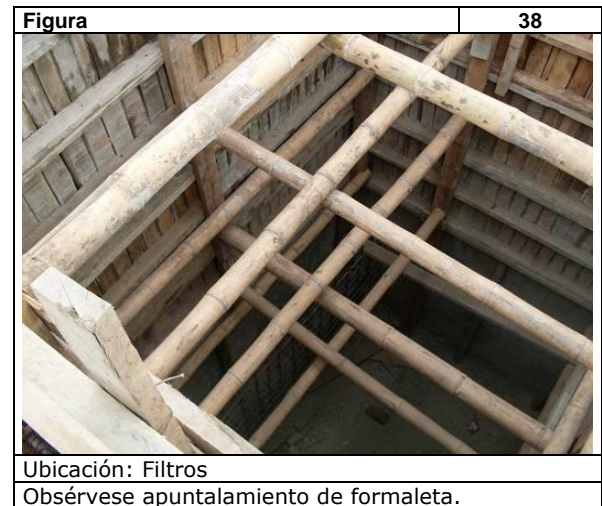


PROCESO:

Los tableros se colocaron teniendo en cuenta el recubrimiento y el espesor de los muros, los cuales se determinan a partir de los ejes del proyecto (ver figuras 38 y 39). Estos muros se fundieron por etapas o secciones formando anillos; debido a la altura de los muros (5.03m), la secciones están unidos por Juntas de construcción, estas juntas deben impedir el paso del agua y para garantizar la impermeabilidad de la junta se utiliza la cinta PVC V-15.

Los tableros fueron apuntalados a lado y lado por tacos de guadua que dan rigidez al encofrado y evitan que la formaleta se deforme a medida que se vacía el concreto (ver figura 40 y 41).





Una vez se tuvo los tableros situados a nivel de fundición, se construyeron carretaderos a borde de formaleta, los cuales permitieron facilidad en el vaciado de la mezcla (ver figura 40).



4.2.1.3.3 Fundición de Muros

La proporción utilizada para la elaboración del concreto fue 1:2^{1/2}:3. El vaciado de los muros se realizó en tres etapas: la primera a una altura de 2 m, la segunda a 1.50 y la tercera hasta la cota 69 donde se alcanza la altura máxima de la estructura (5.03m), este proceso para evitar la segregación del concreto (ver figuras 41 y 42). Se tomaron muestras aleatorias para la realización de los cilindros, para su posterior evaluación, de igual forma se realiza la prueba del slump para controlar la relación A/C.



El concreto se colocó en capas de aproximadamente 20 cm de altura lo cual garantiza junto al vibrado la extracción del aire atrapado en la mezcla y la homogeneización de la capa superior y la inmediatamente anterior. El proceso continuó hasta llegar al nivel indicado, dando paso al terminado final del muro.



Cuando se terminó el proceso de tendido y vibrado del concreto, se inició con la nivelación que básicamente consistió en retirar el exceso de concreto de la superficie superior para dejarlo al nivel adecuado. En esta actividad se empleó herramienta menor como la llana y el nivel (ver figuras 44 y 45).



4.2.1.3.4 Desencofrado

La formaleta se retiró a los tres (3) días después del vaciado, para facilitar el curado del concreto (ver figuras 46 y 47). Los tableros deben ser retirados de tal manera que no afecten la seguridad ni el funcionamiento futuro de la estructura¹⁷.



4.2.1.3.5 Curado del concreto

Para el curado del concreto, se encargó a un operario de mantener húmedos los muros realizando un riego constante de agua mediante mangueras y baldes.

4.2.2 SEDIMENTADORES

En esta estructura se realizaron las labores de excavación y nivelación del suelo de cimentación, se funde el solado con espesor de 5 cm y una resistencia de 2000 Psi (ver figuras 48), dando paso a la demarcación de los ejes del proyecto, definiendo las dimensiones de cada figura que componen los sedimentadores.

¹⁷ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98 Título C. Capítulo C.6
Informe Final de Práctica Profesional (Pasantía)

Yuli Natalia Reyes Meneses



4.2.2.3 Concreto ciclópeo

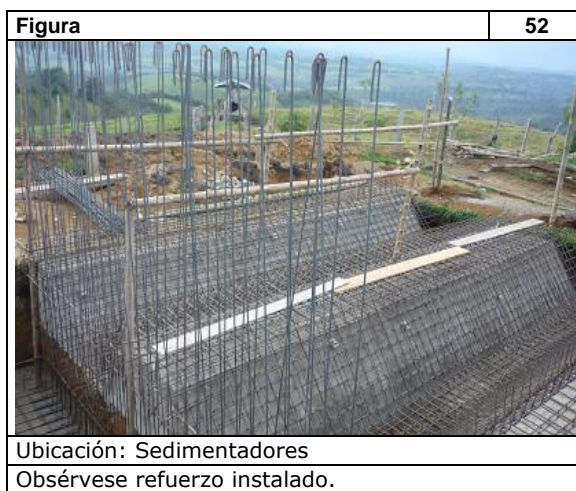
Las proporciones en volumen para la elaboración del concreto ciclópeo fueron 40% roca y 60% concreto (21 Mpa), el proceso constructivo inició con la demarcación de los ejes y la colocación de los tableros. Los tableros se instalaron en secciones para facilitar la colocación del concreto ciclópeo el cual va en la base de los sedimentadores para cumplir por función (ver figuras 49), pues este procedimiento se realiza emplazando una cama de concreto la cual recibe un cordón de roca, las rocas se distribuyen uniformemente en forma estratificada(ver figuras 50), entre las capas de roca se coloca concreto simple, con espesor de 30cm con el fin de que sirva de sustentación a la capa de roca subsiguiente además de evitar que estas afloren una vez se desencofre el muro que da forma a la losa del sedimentador (ver figuras 51).



4.2.2.2 Construcción placa de cimentación sobre concreto ciclópeo

La placa de sedimentación está constituida por una malla de acero conformada por barras #4 y #5 espaciadas a 0.15 y a 0.20 respectivamente, y una capa de concreto hidráulico con una resistencia igual a 3000 PSI con espesor de 30 centímetros.

El proceso constructivo se inició con el amarre del refuerzo verificando el diámetro y espaciado estipulado por el calculista (ver figuras 52). Una vez se tuvo todo el refuerzo en la posición adecuada se empezó a situar la cinta PVC V-15 empleada para sellar la junta de construcción (ver figuras 53) y a ubicar los tableros dando forma a la figura que compone la placa de cimentación, garantizando el espesor de 30 cm (ver figuras 54).



4.2.2.2.1 Fundición de placa de cimentación

En la preparación del concreto se utilizó una proporción de 1:2^{1/2}:3, el concreto es transportado en carretillas desde la mezcladora hasta el sitio de disposición final, teniendo cuidado de que la mezcla no se segregue (ver figuras 55). Una vez se realiza el vaciado, la mezcla se esparce con una pala y se inicia la compactación del concreto por vibración interna (ver figuras 56).



4.2.2.2.2 Desencofrado

La formaleta se retiró a los 3 días después de vaciado el concreto.

4.2.2.4.3 Curado del concreto

La reacción química entre el concreto y el agua requiere tiempo y buenas condiciones de humedad y temperatura. Para el curado del concreto de la placa de cimentación de los sedimentadores se hizo uso de las bolsas vacías de cemento igual que en los filtros, creando fundas de papel que mantenían la húmeda, de igual forma se mantuvo un riego directo de agua unas dos veces al día mediante mangueras.

4.2.2.3 Construcción de muros y ménsulas.

4.2.2.3.1 Colocación de acero de refuerzo

A una altura de 0.85m del acero que compone el muro central del sedimentador, se inició la colocación de los estribos (37E #4 C/0.20) a lo largo del canal de agua sedimentada y las ménsulas, las cuales tienen como función soportar las placas de asbesto cemento y están ubicadas a lado y lado de los sedimentadores (ver figura 57), posteriormente se inició con la colocación del acero vertical y horizontal de los muros, tanto internos como externos de la estructura.



4.2.2.3.2 Encofrado

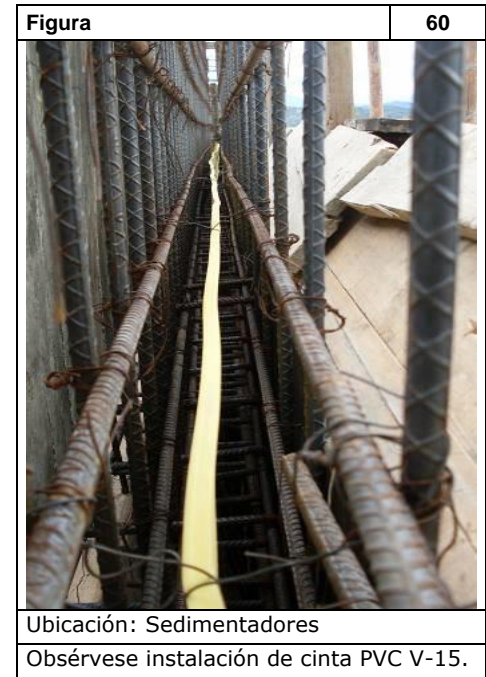
Se inició con el encofrado del canal medio de los sedimentadores, compuesto por un muro central de espesor 30 cm que soporta la ménsula y los muros laterales del canal (ver figura 58).



Una vez se tuvieron encofrados los muros internos, se inició la ubicación de los tableros en los muros externos. Los tableros son colocados a lado y lado del acero que conforma el muro, manteniendo la separación adecuada, de tal forma que se cumpla con el espesor estipulado en planos. Los tableros son apuntalados con tacos de guadua, para darle rigidez al encofrado y evitar posibles deformaciones de la formaleta en el proceso de vaciado del concreto (ver figura 59).

No hay que perder de vista que durante el proceso de encofrado, también se realizó la instalación de la cinta PVC V-15 para sellar la junta de construcción; esta se coloca centrada perimetralmente y perpendicular a la junta¹⁸ (ver figura 60).

¹⁸ Construcción Manual de Productos Sika. Edición 2004.



4.2.2.3.3 Fundición de muros

Una vez se tuvo encofrada la estructura (ver figura 61), se inició el transporte del concreto hasta el sitio de vaciado, para esta fundición se construyeron rampas de acceso (ver figura 62) con el fin de no afectar la mezcla, de tal forma que no se segregara ni se generara mayor desperdicio.



Una vez se vació la mezcla en la formaleta se inició la compactación para garantizar la extracción de aire y la uniformidad entre capa y capa (ver figura 63). En este proceso se debe tener cuidado de que el vástago vibratorio no toque el refuerzo ni la formaleta.

En el transcurso de esta actividad se tomaron pruebas de asentamiento, y mezclas aleatorias para la toma de cilindros a fallar por compresión (ver figura 64).



4.2.2.3.4 Desencofrado

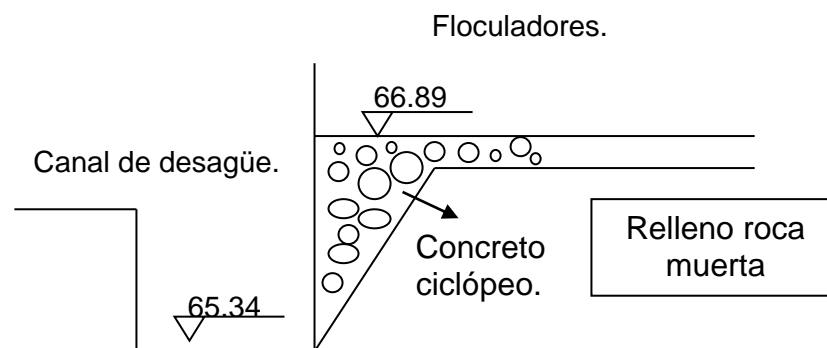
La formaleta de los muros en el sedimentador se retiró a los tres (3) días de haber vaciado el concreto (ver figuras 65 y 66).



4.2.3 FLOCULADORES

4.2.3.3 Relleno roca muerta

En la estructura de floculadores se realizó un relleno de 47 m³ aproximadamente, con roca muerta al 95% del Proctor modificado (P.M), para obtener la cota 66.89 donde se cimentó la estructura.



Corte 1-1 Estructuras
Sedimentadores - Floculadores

El material es fue transportado en carretillas hasta el lugar de relleno, una vez se regó la roca muerta, se agregó un poco de agua y se empezó a compactar con saltarín en capas de aproximadamente 20 cm (ver figuras 67 y 68). La compactación se debe iniciar por los bordes hacia el interior, sin exagerar la vibración o las pasadas del compactador.



Al terminar el relleno, se realizó la toma de densidades en campo, utilizando el método de cono de arena y la prueba del speedy para determinar la humedad del material, este proceso con el fin de determinar el grado de compactación y verificar que se cumpliera con el 95% del Proctor Modificado (ver figuras 69 y 70). El número de muestras que se tomó fueron tres (3).

La evaluación de los datos obtenidos en campo, fueron analizados por el laboratorio GEOFISICA, donde se determinó que el relleno cumplía con el 95% del Proctor Modificado (ver anexo 01).



4.2.4 OBRAS ADICIONALES

Durante el desarrollo de los procesos constructivos en el proyecto surgieron obras adicionales las cuales se enumeran a continuación en orden de ejecución.

4.2.4.1 Construcción de vía de acceso

El acceso a la planta estaba constituido por un camino de herradura, por lo que se vio la necesidad de construir una vía de tercer orden que permitiera de forma adecuada el ingreso del material necesario para el desarrollo del proyecto.

La vía se realizó por el método de localización directa, se marcó el eje del terreno, abscisando cada 10m (ver figuras 71 y 72).



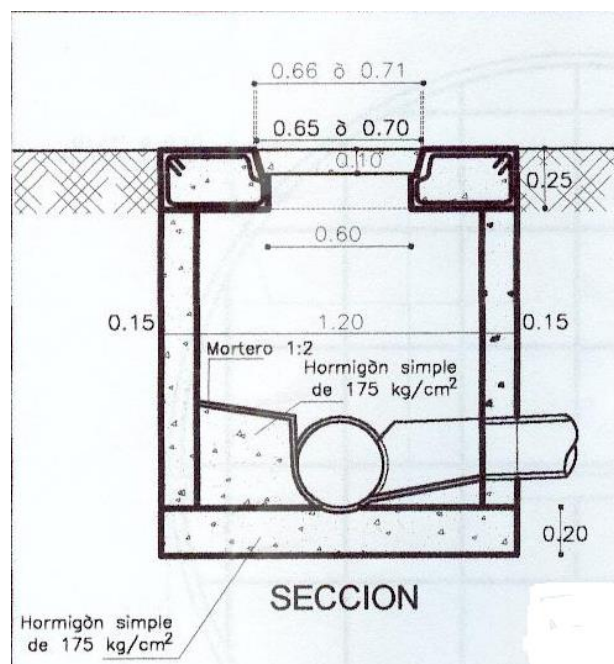
La vía de acceso a la planta tiene cien (100) metros lineales, el equipo utilizado en las actividades de excavación, corte, retiro, conformación de subrasante y sub-base compactada fue un BULLDOZER D-4, el material utilizado en la sub-base fue roca muerta (ver figuras 72 a 74).





4.2.4.3 Construcción de cámaras de inspección

Se construyeron 5 cámaras de inspección para evacuar el agua de lavado y desagües de los filtros, sedimentadores y floculadores.



PROCESO CONSTRUCTIVO

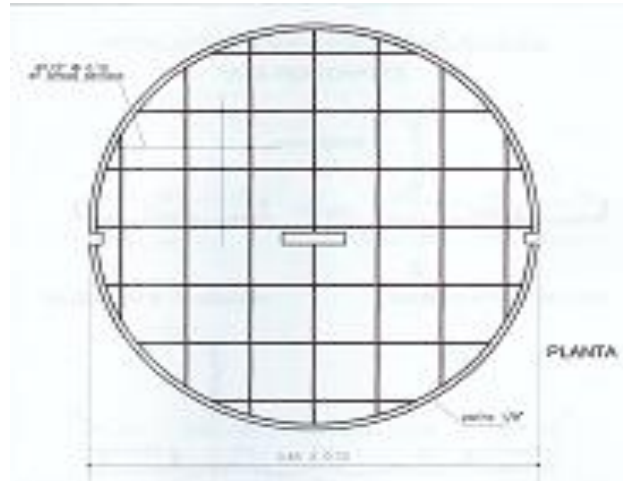
Se inicia con la excavación manual, para obtener las dimensiones de la cámara 1.50m de diámetro por 2m de altura, en promedio (ver figura 75), una vez se tuvo lista la excavación se fundió el solado (ver figura 76) y posteriormente se ubicó la formaleta metálica dando forma circular a las paredes cumpliendo con el espesor de 0.15m (ver figuras 77 y 78).



Una vez se tuvieron asegurados los cuerpos que conforman la formaleta se inició con el vaciado de concreto con proporción 1:2:3. Estas cámaras llevan escalones de acceso, con un refuerzo de 5/8 empotrado en la pared de la cámara y espaciado cada 0.15m, colocando el primer escalón superior a 0.60m de la tapa (figura 79).



La boca de las cámaras de inspección tiene una tapa de hierro fundido, con un refuerzo de $\frac{1}{2}$ " espaciado 0.10m en ambos sentidos.



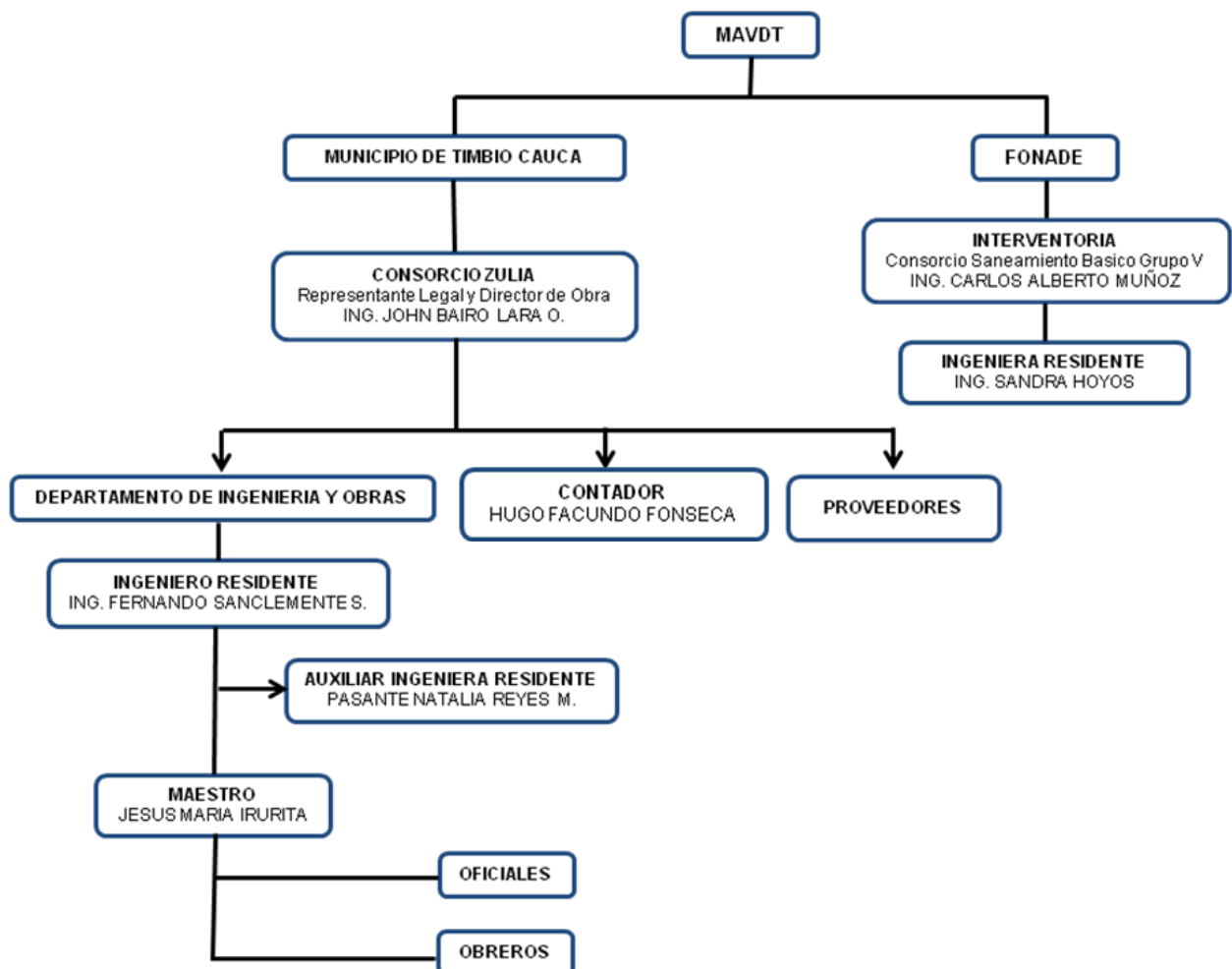
En fondo de la cámara se construyeron las cañuelas, una superficie de canal semicircular cuya función básicamente es dar continuidad al flujo; su superficie debe ser lo más lisa posible (figura 80).



4.3 PROCESOS ADMINISTRATIVOS

El propósito de la organización administrativa es llevar a cabo la realización de un proyecto dentro de unos parámetros de calidad, plazo y costo. Los procesos administrativos están identificados en la Planeación, Dirección, Organización y Control, como funciones básicas de la organización.

4.3.1 Organigrama:



Durante el trabajo realizado, la Pasante tuvo la oportunidad de involucrarse de forma directa en los procesos administrativos del proyecto de la siguiente manera.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y OBRAS

- Presentar labores de supervisión y control en los diferentes procesos constructivos del proyecto.
- Asistir a los comités de seguimiento de obra. Estos comités se realizaron semanalmente con presencia de la interventoría, la secretaria de planeación, junta del acueducto y contratista. Básicamente se evaluaban el avance de la obra con respecto al plazo estipulado y los compromisos adquiridos sobre el buen desarrollo del proyecto.
- Entre las actividades realizadas por la pasante, se encuentran: la elaboración de informes semanales y mensuales para entregar a interventoría, elaboración de análisis de precios unitarios (APU) de ítems no previstos, medir y cuantificar la obra ejecutada periódicamente para la posterior elaboración de preactas, actas y formatos adicionales como control de ensayos, control del estado del tiempo, balance presupuestal, entre otros; que debían ser entregados para cobro mensual de las obras ejecutadas. (ver anexo 2). Estas actividades siempre fueron supervisadas por el Ing. Fernando Sanclemente S. director de pasantía en obra.

DEPARTAMENTO CONTABLE Y FINANCIERO

- La función en la parte contable básicamente fue la elaboración de las cuentas de cobro (ver anexo 3) de proveedores.
- Para el pago del maestro de obra se realizaron actas de obra parcial donde se relacionaban las actividades contratadas y los precios estipulados para cada una de ellas, elaboradas también por la pasante.
- Entrega mensual de planilla de trabajadores vinculados para el respectivo pago de seguridad social.

DEPARTAMENTO DE MERCADEO

- Realizar constantemente cotizaciones de los diferentes materiales requeridos en obra, para el buen desarrollo del proceso constructivo del proyecto garantizando calidad y economía.
- Verificar la calidad de los materiales, con el fin de cumplir con las especificaciones pertinentes.

4.4 SEGURIDAD INDUSTRIAL

A cada trabajador se le fueron entregados los implementos de protección personal, como casco, guantes de caucho, guantes de carnaza, botas de caucho, monogafas, dejando constancia por escrito de ello donde se estipuló que sería sancionado si no hiciese uso oportuno de los implementos entregados.

5. CERTIFICACIÓN DEL SUPERVISOR DE LA EMPRESA RECEPTORA.

6. COMENTARIOS FINALES

Terminado el tiempo como auxiliar de residente en la construcción de La Planta de Tratamiento de Agua Potable, Acueducto Interverdal Sachacoco, se puede afirmar que ha sido una de las experiencias más gratificantes que se ha tenido a través de la formación como profesional.

Tener la posibilidad de aplicar en la práctica los conocimientos teóricos, adquiridos a lo largo de la carrera en la FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, es uno de los objetivos, cumplido a cabalidad en el desarrollo de este trabajo.

A continuación, destaco conclusiones, observaciones y recomendaciones que se presentaron durante el desarrollo del Trabajo de pasantía:

- ✓ La dedicación como pasante en el proyecto fue de tiempo completo lo que me permitió estar presente en todos los procesos constructivos y de esta manera afianzar los conocimientos adquiridos a lo largo de mi formación profesional.
- ✓ Por el tipo de obra se requiere tener una supervisión más constante en la colocación del acero de refuerzo, ya que en muchas ocasiones el personal no verifica el espaciamiento, ni la ubicación exacta del acero estipulado en planos, lo que puede generar errores en la construcción de las estructuras.

- ✓ En cuanto a la verificación del cumplimiento de las especificaciones técnicas en los diferentes procesos constructivos de la obra, se supervisó la toma de muestras (Cilindros), para ser sometidos a ensayos de compresión, los cuales fueron ensayados en el laboratorio de Geofísica. Los resultados obtenidos fueron analizados por el ingeniero residente del proyecto lo que me permitió intervenir de forma directa en este aspecto. Se evaluó la calidad del concreto diseñado por el contratista y los resultados obtenidos fueron satisfactorios, lo cual permitió en compañía del laboratorio replantear nuevas proporciones que permitieran cumplir con la resistencia y disminuir costos.

- ✓ El proceso de encofrado es un aspecto muy importante en la construcción de toda obra ya que de este depende que las diferentes estructuras que conforman el proyecto, tengan las dimensiones exactas planteadas en los diseños; por ello se debe verificar que el material utilizado en el encofrado cumplan con todos los requisitos como son: estanqueidad, resistencia, durabilidad e indeformabilidad.

- ✓ A través del desarrollo del proyecto se pudo evidenciar que es de suma importancia, planear la organización administrativa de una obra, debido a que de esto depende el éxito de la misma en cuanto a los parámetros de calidad, plazo y costo de un proyecto.

- ✓ La posibilidad de asistir y participar de comités de seguimiento de obra, permitió interactuar con profesionales que aportaron muchos conocimientos a mi formación.

- ✓ En el desarrollo de la pasantía, logré adquirir un criterio técnico más amplio, siempre se me permitió aportar opiniones frente a las dificultades presentadas en los procesos constructivos de la Planta de Tratamiento y se tuvieron en cuenta mis aportes, de igual forma se me corrigió y enseñó nuevos conceptos que no había conocido en mi paso por el pregrado.

- ✓ La elaboración de un cronograma que refleje en tiempo real las actividades a desarrollar en la etapa constructiva de un proyecto es muy importante ya que este permite evaluar y verificar que el avance de la obra se está desarrollando como fue planeado, con el fin de no presentar atrasos que conlleven a una prórroga de ampliación de tiempo; lo que en algunos casos puede llevar a pérdidas económicas.

7. BIBLIOGRAFIA

- RIVERA L. Gerardo A. ,“Concreto Simple”. Popayán (Colombia). Unicauca. 1992
- JOSE MARIA IGOA, “Manual del Constructor”
- MUÑOZ M. Harold A., “Construcción de Estructuras”. Asocreto. 1998
- “Normas Colombianas de Diseño y Construcción sismo-resistente NSR-98”.
Capitulo C.
- “Manual de productos SIKA”. 2004.
- RAS 2000.

8. ANEXOS

Anexo 01: Densidad en el terreno.

Anexo 02: Formatos para cobro de Acta de Recibo Parcial.

Anexo 03: Formato cuenta de cobro.

Anexo 04: Convenio.

ANEXO 01: DENSIDAD EN EL TERRENO

ANEXO 02: FORMATOS PARA COBRO DE ACTAS DE RECIBO PARCIAL

ANEXO 03: FORMATO DE COBRO

ANEXO 04: CONVENIO