

**APOYO TÉCNICO Y SEGUIMIENTO AL PROYECTO “SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO QUEBRADA PIEDRAS FASE II” EN EL MUNICIPIO DE PASTO  
(NARIÑO)**

**ALVARO ALEXANDER MUÑOZ PUETAMÁN**

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

**APOYO TÉCNICO Y SEGUIMIENTO AL PROYECTO “SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO QUEBRADA PIEDRAS FASE II” EN EL MUNICIPIO DE PASTO  
(NARIÑO)**

**ALVARO ALEXANDER MUÑOZ PUETAMÁN**

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

Director:  
ING. JAIME A. CARABALLO

Co-Director:  
ING. RICARDO FERNANDO CERON SALAS

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

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado son Responsabilidad de los autores.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable Concejo 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:

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, abril de 2015.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por su infinita compañía, por brindarme el don del entendimiento y la paciencia, en este largo pero bello camino que escogí, y siempre con la convicción de aportar un granito de arena en el desarrollo de mi región y mi país.

A mis padres ANALUCIA PUETAMÁN CRIOLLO Y ALVARO ROBERTO MUÑOZ, por su total apoyo durante mi etapa como estudiante y aún más, en todos esos momentos difíciles, en los cuales sin sus consejos y colaboración no hubiera sido posible esto.

A mis hermanos ROLANDO IVAN y VICTOR ARMANDO MUÑOZ PUETAMÁN, por estar siempre pendiente de mi formación como profesional, recibiendo su apoyo incondicional.

Al grupo de personas que conforman la UT FASE II, por brindarme la oportunidad, confianza y total apoyo en el desarrollo de mi trabajo de grado.

Al Ingeniero JAIME A. CARABALLO, Director de Pasantía, por brindarme sus conocimientos, acompañamiento, amistad y grandes aportes para desarrollar mi trabajo de grado.

Al Ingeniero RICARDO FERNANDO CERÓN, Co-Director de Pasantía, por brindarme su acompañamiento, amistad y correcta asesoría con aportes fundamentales en mi trabajo de grado.

A mis amigos, por su total apoyo durante la realización del trabajo de grado.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	13
1. METODOLOGIA .....	18
1.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	18
1.2 ANALISIS DE LA INFORMACIÓN .....	19
1.3 TIPO DE PLANTA.....	19
2. ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLARON EN LA PASANTIA.....	22
2.1 APOYO TÉCNICO Y SEGUIMIENTO AL PROYECTO “SAAP – LAS PIEDRAS FASE II” EN EL MUNICIPIO DE PASTO (NARIÑO) .....	22
2.1.1 Ubicación y Localización .....	22
2.1.2 Descripción de las Actividades Realizadas: .....	23
2.1.3 Construcción caseta de cloración:.....	36
2.1.4 Construcción decantador de lodos: .....	39
2.1.5 Construcción caseta de sopladores:.....	43
2.1.6 Construcción caseta de polímeros: .....	46
2.1.7 Construcción lechos de secado:.....	49
2.1.8 Construcción edificio de químicos: .....	52
2.1.9 Construcción edificio de administración: .....	57
2.1.10 Actividades ejecutadas en el apoyo técnico .....	62
3. CONCLUSIONES .....	63
4. RECOMENDACIONES .....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	65
ANEXOS .....	66

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Planta general arquitectónica - PTAP PIEDRAS .....	21
Figura 2. Localización corregimiento de Catambuco – vereda San José .....	22
Figura 3. Componentes del módulo de procesos .....	23
Figura 4. Cámara de mezcla rápida .....	24
Figura 5. Filtros ascendentes .....	28
Figura 6. Filtros descendentes .....	31
Figura 7. Tanque de contacto de cloro y compensación .....	33
Figura 8. Módulo de procesos – parte estructural terminada.....	33
Figura 9. Arquitectura caseta de bombas.....	34
Figura 10. Arquitectura caseta de cloración .....	37
Figura 11. Planta y corte – decantador de lodos .....	41
Figura 12. Decantador de lodos – parte estructural terminada.....	43
Figura 13. Arquitectura caseta de sopladores.....	44
Figura 14. Arquitectura caseta de polímeros.....	47
Figura 15. Estructura lechos de secado .....	49
Figura 16. Conformación terreno natural.....	52
Figura 17. Planta y perfil - estructura edificio de químicos .....	54
Figura 18. Edificio de químicos y bodega - terminado.....	57
Figura 19. Diseño de cubierta – edificio de administración 3° nivel.....	59
Figura 20. Arquitectura del edificio de administración .....	61

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
Anexo A. PRESUPUESTO DE COSTOS PLANTA DE TRATAMIENTO LAS PIEDRAS .....	67
Anexo B. LOCALIZACION PLANTA PIEDRAS .....	68
Anexo C. LOCALIZACION TANQUE JAMONDINO .....	69
Anexo D. LOCALIZACION TANQUE ARANDA .....	70
Anexo E. POBLACION BENEFICIADA .....	71
Anexo F. IMÁGENES ARQUITECTONICAS .....	72
Anexo G. DIAGRAMA DE F LUJO PROCESOS PTAP – PIEDRAS .....	73
Anexo H. INFORME DE LABORATORIO – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO. (113 A 117) .....	74
Anexo I. INFORME DE LABORATORIO – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO. (97 A 100) .....	75
Anexo J. INFORME DE LABORATORIO – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO. (88 A 96) .....	76
Anexo K. PROCTOR MODIFICADO DE SUB BASE UTILIZADA PARA RELLENOS ESPECIALES .....	77
Anexo L. EJEMPLO ACTAS DE CORTE PARA PAGO A CONTRATISTA .....	78
Anexo M. EJEMPLO CALCULO DE CANTIDADES DE MATERIALES .....	80
Anexo N. SECUENCIA DEL AGUA EN EL MÓDULO DE PROCESO .....	82

## **RESUMEN**

El Plan de Desarrollo del Municipio de Pasto “TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA”, en concordancia con las metas establecidas en el Plan de Desarrollo Nacional “PROSPERIDAD PARA TODOS” y considerando el déficit de vivienda existente en la ciudad de Pasto, fijó entre los objetivos para el cuatrienio, el incremento de la oferta de vivienda de interés prioritario y social, para ello, se propone construir 3.250 viviendas y habilitar 40 hectáreas de suelo potencialmente urbanizable.

Para cumplir con estos objetivos, se debe ejecutar la Segunda Fase del proyecto “Sistema de Abastecimiento Quebrada Piedras”, el cual fue concebido para suministrar agua por gravedad a las Zonas de Expansión Urbana Nororiental Aranda y Sur Jamondino, zonas que por su ubicación se alejan de la zona de amenaza volcánica alta del Galeras y superan la cota de servicio actual.

Este proyecto se divide en tres grandes frentes; Frente I: construcción de tanques en Aranda, Jamondino y Cujacal, Frente II: construcción de la línea de aducción y conducción, Frente III: Construcción de la Planta de Tratamiento de Agua Potable. El informe de proyecto de grado se va a enfatizar en el Frente III, al cual se le hizo el seguimiento y apoyo técnico desde el mes de Julio de 2014 hasta Febrero de 2015, de esta forma se ha podido enriquecer los conocimientos obtenidos en la Universidad, ayudando a la formación profesional y personal que debe llevar un profesional comprometido con la comunidad para ejercer como Ingeniero Civil.

## **ABSTRACT**

The Development Plan of the Municipality of Pasto "CHANGE AND PRODUCTIVITY", in line with the targets set in the National Development Plan "Prosperity for All" and considering the existing housing deficit in the city of Pasto, set the objectives for the four, increasing housing supply priority and social interest, it is proposed to build 3,250 homes and enable 40 acres of potentially developable land.

To meet these objectives, you must run the second phase of the project "Supply System Quebrada Piedras," which was designed to supply water by gravity Zones Urban Expansion Northeast Aranda and South Jamondino, areas for its location away area of high volcanic threat of Galeras and exceed the height of current service.

This project is divided into three major fronts; Front I: construction of tanks in Aranda, Jamondino and Cujacal, Front II: line construction adduction and driving, Front III: Building Treatment Plant Water. The degree project report is to emphasize the Front III, which was made monitoring and technical support from the month of July 2014 to February 2015, thus was able to enrich the knowledge gained at the University helping professional and personal training to bring a professional committed to the community to practice as a civil engineer.

## GLOSARIO

**ACUEDUCTO:** Conducto artificial para conducir agua, especialmente para el abastecimiento de una población.

**CAUDAL:** Cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo.

**COAGULACIÓN:** Proceso por el cual se agrega un producto químico al agua, con el propósito de que se combinen con los sólidos sedimentables que son impurezas del agua para así formar los flóculos que sedimentan rápidamente.

**COAGULANTE:** Sustancia química que, añadida al agua, produce la unión de las partículas en suspensión presentes en ella y su agrupamiento en coágulos.

**FILTRACIÓN:** Operación unitaria encargada de la separación de sólido de un líquido, es decir eliminar las partículas no disueltas, o separa una mezcla de sólidos insolubles y líquidos formados en un proceso.

**FLOC:** Pequeñas masas gelatinosas formadas en un líquido debido a la acción de un coagulante.

**FLOCULACIÓN:** se refiere al proceso por el cual las partículas finas son causadas a agruparse en un flóculo. El flóculo puede entonces flotar a la parte superior del líquido, se depositan en el fondo del líquido, o ser fácilmente filtrada a partir del líquido.

**LÍNEA DE ADUCCIÓN:** Tramo de tubería desde la línea que lleva agua cruda a la PTAP Centenario hasta la entra a la PTAP “Las Piedras”. Esta tubería transporta agua desde donde se encuentra en estado natural hasta un punto que puede ser un tanque de almacenamiento, reservorio o una planta potabilizadora mediante conjunto de ductos y accesorios.

**LÍNEA DE CONDUCCIÓN:** Es el tramo de tubería destinado a conducir el agua desde el depósito regulador o la planta de tratamiento hasta la red de distribución.

**MACROMEDIDOR:** Es un medidor instalado en uno o varios de los diferentes componentes del sistema de acueducto: captación, a la entrada y salida de las plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, en tanques de almacenamiento, en sectores geográficos estratégicos de un sistema de distribución, entre otros.

**PLANTA DE TRATAMIENTO:** Lugar donde se produce agua apropiada para el consumo humano mediante procesos físicos y químicos como aireación,

coagulación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección y estabilización de pH.

**POT:** Plan de Ordenamiento Territorial. Es la norma que define cómo puede la ciudad hacer uso de su suelo y dónde están las áreas protegidas, en qué condiciones se puede ubicar vivienda, actividades productivas, culturales y de esparcimiento.

**SEDIMENTACIÓN:** al proceso natural por el cual las partículas más pesadas que el agua, que se encuentran en su seno en suspensión, son removidas por la acción de la gravedad.

**TANQUE DE ALMACENAMIENTO:** Componente destinado a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos y la demanda contra incendio.

**VIABILIZAR:** Posibilitar

**ZONAS SUBURBANAS:** lugares periféricos del casco urbano.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad lo referente a la salud está ligado a los productos que los seres humanos consumen, las condiciones poco favorables en las que se puede encontrar al agua en estado natural puede limitar el consumo del líquido por parte de los seres humanos, ya que el empleo de la misma es capaz de causar trastornos en la salud de quien la ingiere. Este líquido, de vital importancia para la vida y para el correcto desarrollo de cualquier organismo vivo, debe ser sometido a una serie de procesos con los cuales se llega a eliminar todas las impurezas físicas, químicas y biológicas, que puedan atentar contra la vida del consumidor, y así asegurar la calidad e idoneidad de su uso.

El desarrollo de la sociedad reclama cada vez más agua, pero a veces no solo escasea sino que su calidad en los puntos donde se encuentra y capta, desgraciadamente se ha ido deteriorando día a día con el propio desarrollo, esto obliga a un tratamiento cada vez amplio y complejo técnicamente. La eliminación de materias en suspensión y en disolución que deterioran las características físico-químicas y organolépticas así como la eliminación de bacterias y otros microorganismos que pueden alterar gravemente nuestra salud son los objetivos perseguidos y conseguidos en las plantas de tratamiento a lo largo de todo un proceso que al final logra suministrar un agua transparente y de una calidad sanitaria garantizada. “El tratamiento del agua es el proceso de naturaleza físico-química y biológica, mediante el cual se eliminan una serie de sustancias y microorganismos que implican riesgo para el consumo o le comunican un aspecto o cualidad organoléptica indeseable y la transforma en un agua apta para consumir. Todo sistema de abastecimiento de aguas que no esté provisto de medios de potabilización, no merece el calificativo sanitario de abastecimiento de aguas. En la potabilización del agua se debe recurrir a métodos adecuados según el origen y la calidad del agua a tratar”.<sup>1</sup>

La Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) es la instalación donde se lleva a cabo el conjunto de procesos de tratamiento de potabilización; entre sus estructuras esta: 1) el módulo de proceso, lugar donde se lleva a cabo la mezcla rápida del agua cruda con el coagulante, el sistema de doble filtración, tanque de contacto de cloro, cámara de reacción de cal y tanque de compensación. 2) caseta de cloración, lugar donde se inyecta cloro al agua para su desinfección, 3) caseta de bomba, centro de máquinas para hacer el bombeo de sustancias químicas y agua potable a las instalaciones que lo requieran, 4) caseta de polímeros, lugar donde se adiciona sustancias químicas al agua que va hacia el decantador de

---

<sup>1</sup> EL AGUA POTABLE. [en línea] [citado 2014-03-16] Disponible en internet: [http://www.elaguapotable.com/tratamiento\\_del\\_agua.htm](http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm)

lodos, 5) Caseta de sopladores, lugar donde se inyecta aire a los filtros ascendentes y descendentes para lavado, 6) edificio de químicos, sitio donde se prepara y almacena el sulfato de aluminio policloruro de aluminio y cal, 7) decantador de lodos, 8) lechos de secado, 9) edificio de administración.

En el siguiente informe de proyecto de grado, se va a describir como se realizó la construcción de las anteriores estructuras con especificaciones técnicas, y a su vez el seguimiento y apoyo técnico que se prestó al contratista “UNION TEMPORAL FASE II” por parte del pasante enviado por la UNIVERSIDAD DE NARIÑO.

## **TEMA**

### **Título**

APOYO TÉCNICO Y SEGUIMIENTO AL PROYECTO “SISTEMA DE ABASTECIMIENTO QUEBRADA PIEDRAS II FASE” EN EL MUNICIPIO DE PASTO (NARIÑO)

### **Modalidad**

El presente trabajo de grado corresponde a la modalidad de **pasantía institucional**, con la UNION TEMPORAL FASE II, contratista del proyecto “Sistema de Abastecimiento Quebrada Piedras Fase II.

### **Alcances y delimitaciones**

El trabajo de grado modalidad pasantía institucional se ejecutó en el Departamento de Nariño, en el municipio de Pasto, en la localidad de Catambúco, Vereda San José.

Se procedió hacer el respectivo seguimiento y apoyo técnico en la construcción de la planta de tratamiento, la cual contiene las siguientes estructuras: módulo de procesos, caseta de bombas, caseta de cloración, caseta de sopladores, bodega y edificio de químicos, edificio de administración, subestación, caseta de polímeros, caseta de portería, decantador y lechos de secado; y así mismo la interpretación de planos en instalaciones hidráulicas y sanitarias en cada edificación, cálculo de cantidades, programación de actividades semanales en común acuerdo con el Ingeniero residente, presentación de informes semanales, supervisión de la obra y ejecución de actividades diarias programadas.

## **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

### **Planteamiento del problema**

El Municipio de Pasto tiene una población estimada de 400.000 habitantes, de la cual el 82% habita en el casco urbano y 18% en corregimientos rurales. La cobertura de acueducto y alcantarillado en el área urbana es del 94%, la población no cubierta en las zonas suburbanas se autoabastece de rudimentarios sistemas operados por la misma comunidad, cuyos desagües están conectados al sistema de alcantarillado de la ciudad.

En la zona rural, la prestación de los servicios está a cargo de organizaciones comunales, los sistemas de abastecimiento de agua cubren el 75% de la población, aunque sólo 30% recibe agua potable, en tanto que la cobertura de alcantarillado es de 35%.

El abastecimiento de agua se obtiene del río Pasto y las quebradas Chapal, Mijitayo y Lope, cuyos caudales aprovechables son inferiores a la demanda en épocas de verano, y del río Bobo, (por bombeo para abastecimiento en temporada seca). El agua se trata en las plantas Centenario, Mijitayo y San Felipe, garantizando un caudal de 650 l/s el 95% del tiempo. El sistema de abastecimiento presenta una vulnerabilidad media por la cercanía del volcán Galeras, riesgo que determina el crecimiento de la ciudad hacia zonas que deben abastecerse por bombeo, incrementando los costos de operación. Frente a esta situación, la Empresa EMPOPASTO S.A viene adelantando un programa de control de agua no contabilizada (en un nivel cercano a 40%), un plan de reducción de costos operativos y proyectando una nueva planta de tratamiento para agua potable, que permita atender las zonas altas sin necesidad de bombeos. <sup>(2)</sup>

### **Formulación del problema**

La ejecución de este proyecto estuvo encaminada en brindar un apoyo técnico y seguimiento a la construcción de la planta de tratamiento de agua potable “Las Piedras”, desde la localización y replanteo, pasando por excavaciones, estructura en concreto, mampostería, instalaciones sanitarias, hidráulicas, eléctricas, pañetes, estuco, pintura, enchape de pisos, baños, acabados en fachadas, ventanería en aluminio, metálicas, puertas en madera, paisajismo y urbanismo, para cada una de las estructuras que forman parte de la planta de tratamiento.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Realizar el apoyo técnico y seguimiento al proyecto “Sistema de Abastecimiento Quebrada Piedras Fase II” en el municipio de Pasto (Nariño).

## **Objetivos específicos**

- Adquirir conocimientos en la construcción de una Planta de Tratamiento de Agua Potable.
- Realizar la inspección técnica a cada una de las estructuras a construir en la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) Las Piedras.
- Presentar informes diarios y semanales sobre actividades realizadas en la obra y sus avances al Ingeniero residente de obra.
- Llevar registro fotográfico de la obra en general como soporte de informes.
- Cumplir con el requisito de pasantía institucional para que sea otorgado el grado de Ingeniero Civil de la Universidad de Nariño.

## **JUSTIFICACIÓN**

Con la ejecución del proyecto “Sistema de Abastecimiento Quebrada Piedras Fase II” en el municipio de pasto (Nariño) se desea construir la infraestructura necesaria para suministrar, por gravedad, agua potable a las zonas de expansión identificadas en el P.O.T del Municipio de Pasto, con prioridad en las zonas de expansión urbana Nororiental (Aranda – Tescual) y Sur (Jamondino), permitiendo con ello habilitar el suelo urbanizable para la implementación de proyectos de vivienda, principalmente, de interés social.

Con relación al número de soluciones que logrará abastecer o viabilizar el proyecto, se presenta el balance hidráulico de caudales, con base en el caudal de 250 Litros por segundo, disponible del proyecto "Sistema de Abastecimiento Quebrada Piedras", teniendo claro que no solamente el caudal disponible se distribuirá mediante flujo por gravedad hacia las zonas de expansión, sino que también alimentará los sistemas existentes de Cujacal Tanque Bajo y Cujacal Tanque Alto, con la finalidad que la alimentación que se realiza actualmente por bombeo a estos sistemas, quede como una alternativa saliente.

En general, se instalará de un corto tramo de tubería de aducción (400 m aprox.) hasta la PTAP Las Piedras, la construcción de una planta potabilizadora de 250 LPS en Catambuco, y la instalación de una conducción de Ø 16 pulgadas de diámetro y 13,28 Km de longitud, desde la PTAP Las Piedras hacia las zonas altas de expansión nororiental de Pasto, hasta los sitios de los tanques de almacenamiento.

La localización de la Planta de Potabilización será en la vereda San José – Corregimiento de Catambuco, la cual mediante una red de conducción principal de

aproximadamente 13.28 Km, alimentará los siguientes sistemas de almacenamiento y regulación:

Tanque nuevo Jamondino Bajo con capacidad estimada de 1.000 m<sup>3</sup>, tanque nuevo Jamondino Alto con capacidad estimada de 1.500 m<sup>3</sup>, tanque existente Centenario Alto de 7.194 m<sup>3</sup>, que recibirá los excedentes del sistema (hasta 250 LPS) que no sean recibidos por los tanques altos del sistema, tanque existente en Cujacal Bajo con capacidad de 2.251 m<sup>3</sup>, tanque existente en Cujacal Alto con capacidad de 1.000 m<sup>3</sup> y ampliado con un tanque adicional de 1.000 m<sup>3</sup>, tanque nuevo Aranda con capacidad estimada de 2.500 m<sup>3</sup>.

En el apoyo técnico a ejecutarse y que hace parte del accionar de la presente pasantía, se presentaran diversas situaciones en las cuales gracias al conocimiento adquirido en la etapa de estudiante será de fundamental importancia en la toma de decisiones para la correcta ejecución y supervisión de las actividades en obra; todo esto enriquece el desarrollo personal y contribuye con la formación profesional, fortaleciendo además las bases teóricas y siendo un motor de adquisición de experiencia, elementos de importancia en la vida cotidiana del profesional de la Ingeniería Civil.

## 1. METODOLOGIA

La metodología de este trabajo de grado se fundamenta principalmente en el apoyo técnico y seguimiento al proyecto “Sistema de Abastecimiento Quebrada Piedras Fase II”, es decir se realizó una inspección técnica a cada una de las estructuras a construir verificando sus cotas, medidas, replanteo, ubicación de elementos y detalles propios de cada una y de igual manera la correcta instalación de equipos y accesorios propios de una planta de tratamiento de agua potable.

Además se realizó una investigación longitudinal<sup>2</sup> ya que los datos se recolectaron en un periodo de tiempo determinado. El análisis realizado fue el de observar de manera ocasional las variables sin ningún tipo de manipulación. También se hizo un diseño Descriptivo ya que estos permiten visualizar un panorama del estado del proyecto y de esta forma hacer un seguimiento y apoyo técnico en general.

### 1.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la recolección de información fue necesario que el Ingeniero residente JAIME A. CARABALLO y director de obra, en este caso de la PTAP, facilitara todos los planos e información escrita que fue suministrada por parte de EMPOPASTO S.A para construcción de la Planta de Tratamiento “Las Piedras”. En dicha información esta descrita de una forma muy específica todos los elementos, parámetros y diseños que se deben tener en cuenta en el momento de inicial cada una de las estructuras que hacen parte de la planta. A continuación se hace un listado de la información suministrada:

- Planos estructurales
- Planos arquitectónicos
- Planos hidráulicos
- Planos sanitarios y descole
- Planos eléctricos
- Análisis económico
- Manual de operación
- Descripción del proyecto planta “las piedras”
- Informe de calidad y tratabilidad del agua
- Programación general y específica.

---

<sup>2</sup> HERNÁNDEZ, Fernández y BAPTISTA. Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill, s.f. p.140.

## 1.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Una vez suministrada la información anterior se procede a su análisis, en este caso a leer toda la descripción del proyecto para conocer qué y cómo se está construyendo. Además se analizan los planos estructurales, hidráulicos y sanitarios como primera tarea de pasante para su correcta ejecución en campo.

Según los documentos, el producto final del contrato BID 2008 Proyecto PASP-04 fue el diseño de la planta de tratamiento (PTAP) del agua del río Piedras, conducida previamente hasta el tanque existente de Cruz de Amarillo y la conducción del agua tratada a los tanques de almacenamiento que abastecen actualmente las zonas altas de la ciudad mediante bombeo desde la planta Centenario y los nuevos desarrollos poblacionales entre las cotas 2700 (límite superior establecido por el POT de Pasto) y + 2600 (cota máxima de abastecimiento por gravedad desde la PTAP Centenario) que también requerirían ser abastecidos por bombeo de no existir el proyecto Piedras.

En desarrollo de las actividades del proyecto se establecieron los siguientes criterios y condiciones de diseño.

- La planta tendrá una capacidad nominal de 250 l/s (21600 m<sup>3</sup>/día) que corresponde a la capacidad de la conducción gravitacional desde el río Piedras al tanque de Cruz de Amarillo.
- La planta será construida en una sola etapa y abastecerá por gravedad inicialmente los tanques Cujacal Alto y Cujacal Bajo, a fin de suprimir los bombeos de alta cabeza existentes; el caudal sobrante será derivado hacia el tanque Alto Centenario, que se abastece en la actualidad mediante bombeo de baja cabeza.
- Una vez construidos los nuevos tanques para abastecimiento de las zonas de Jamondino y Aranda, estos serán abastecidos en su totalidad con el sistema Las Piedras, disminuyendo, por tanto, el aporte al tanque Alto Centenario. <sup>(2)</sup>

## 1.3 TIPO DE PLANTA

Teniendo en cuenta la calidad del agua cruda del río Piedras y, principalmente, la baja turbiedad y la dificultad de formar floc para reducir el alto contenido de color, se ha optado por proyectar una planta de doble filtración en la cual los procesos de floculación y sedimentación se llevan a cabo en filtros de flujo ascendente o “clarificadores de contacto” los cuales son similares a los filtros rápidos pero funcionando en sentido inverso. El agua clarificada pasa luego a filtros descendentes como se hace tradicionalmente.

La secuencia del tratamiento es como sigue:

- a) El agua cruda derivada de la conducción existente entre el tanque Cruz de Amarillo y la planta de tratamiento “El Centenario”, mediante tubería de Ø16”, recibe la aplicación de sulfato de aluminio en solución e ingresa a una cámara de flujo ascendente acondicionada como mezclador rápido hidráulico.
- b) De la cámara de mezcla rápida el agua coagulada pasa a un canal de distribución hacia todas las unidades de filtración de flujo ascendente mediante tuberías de ingreso individuales provistas de válvulas de admisión situadas en cámara seca.

En los filtros de flujo ascendente se efectúan los procesos de floculación y sedimentación.

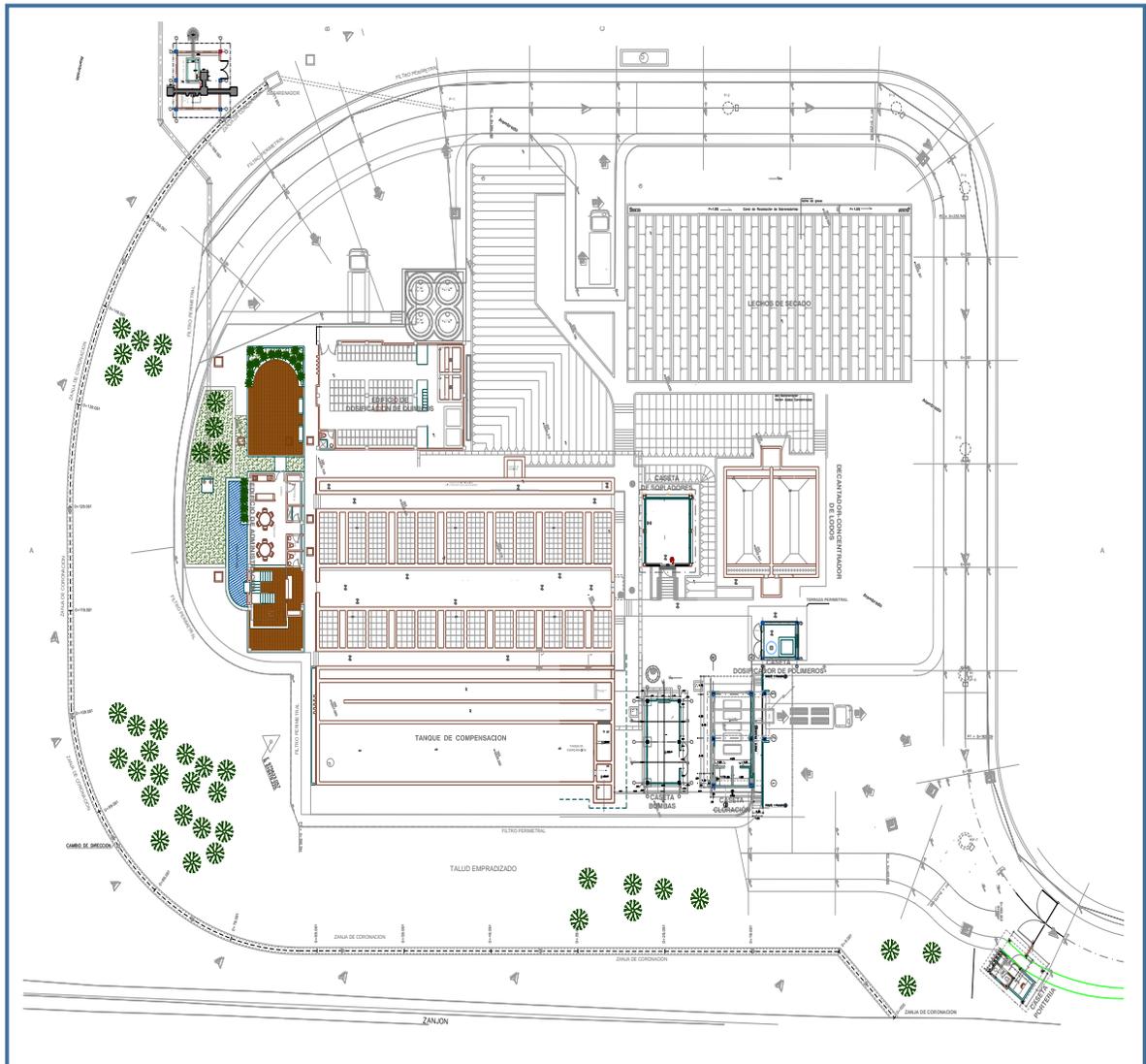
El canal de distribución del agua coagulada actúa a su vez como canal de interconexión de los filtros de flujo ascendente en tal forma de permitir que estos operen en la modalidad de tasa variable declinante con caudales de ingreso variables según su grado de colmatación; también permite el lavado de un filtro con el flujo que ingresa a la planta.

El paso de la cámara de mezcla rápida al canal de distribución e interconexión se efectúa mediante vertedero rectangular de descarga libre el cual permite medir el caudal de ingreso a la PTAP y variarlo mediante la operación de la válvula de ingreso.

- c) El agua clarificada procedente de los filtros de flujo ascendente es recolectada individualmente en canaletas las cuales descargan en un canal común a todas las unidades. De este canal se derivan las tuberías de ingreso a cada uno de los filtros de flujo descendente.
- d) En los filtros de flujo descendente se completa el proceso de tratamiento. Estos también funcionan en la modalidad de tasa variable declinante con distribución de caudales de ingreso según su grado de colmatación y lavado de los mismos mediante la utilización parcial o total del agua tratada producida por la batería de filtros. Para estas operaciones los filtros están interconectados mediante el canal de distribución del agua clarificada y mediante un canal de interconexión de todos los efluentes de los filtros de flujo descendente.
- e) A la salida del canal de interconexión de filtros el agua tratada recibe la aplicación de cloro en solución y pasa a un “tanque de contacto” a fin de permitir que la desinfección del agua se procese a pH bajo durante un tiempo adecuado (20 minutos).

- f) Del tanque de contacto de cloro el agua pasa a una “cámara de reacción” donde recibe la aplicación de cal en suspensión para la corrección de pH a fin de corregir las características agresivas del agua tratada. En la cámara de reacción se sedimentan las impurezas o “ripios” de la cal los cuales son conducidos a la planta de tratamiento de los lodos producidos en los lavados de los filtros.
- g) De la cámara de reacción de cal el agua pasa a la cámara de salida del agua tratada mediante vertedero rectangular de descarga libre el cual permitirá medir el caudal de salida de la PTAP. Anexa a esta cámara se proyecta un tanque de compensación que permite programar las operaciones de lavado “mutuo” de filtros con el agua producida por la planta sin que la tubería de salida quede en seco. (ver figura 1)

**Figura 1. Planta general arquitectónica - PTAP PIEDRAS**



## 2. ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLARON EN LA PASANTIA

### 2.1 APOYO TÉCNICO Y SEGUIMIENTO AL PROYECTO “SAAP – LAS PIEDRAS FASE II” EN EL MUNICIPIO DE PASTO (NARIÑO)

**2.1.1 Ubicación y Localización.** La planta de tratamiento de agua potable (PTAP) las Piedras, se encuentra localizada en la vereda San José a 2.840 m.s.n.m, perteneciente al corregimiento de Catambuco, a 6 Km de la ciudad de Pasto en el Departamento de Nariño al sur de País. (ver figura 2)

Figura 2. Localización corregimiento de Catambuco – Vereda San José

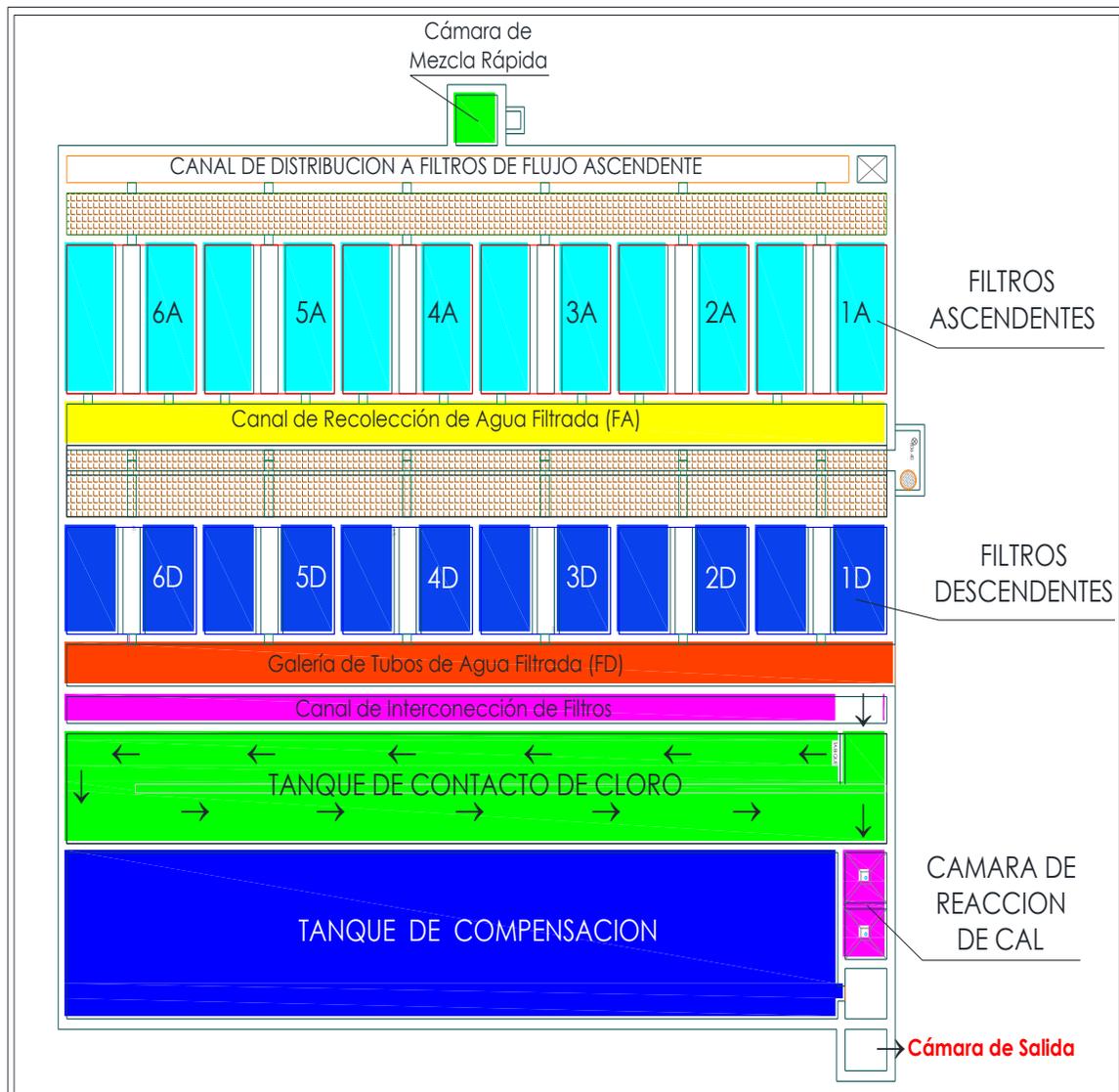


## 2.1.2 Descripción de las actividades realizadas:

### a. Terminación construcción módulo de procesos:

**Descripción:** El módulo de Procesos es la unidad central de la planta de tratamiento de agua potable, en él se encuentran diferentes estructuras fundidas con concreto de 4.000 psi, acero de 3/4", 5/8" y 1/2", además se adicionó a la mezcla de concreto EUCON IM-100 que un aditivo líquido, impermeabilizante y reductor de agua el cual no contiene cloruros, disminuye la permeabilidad, mejorar la manejabilidad de la mezcla y aumentar la durabilidad del concreto. Dichas estructuras son: (ver figura 3)

**Figura 3. Componentes del módulo de procesos**

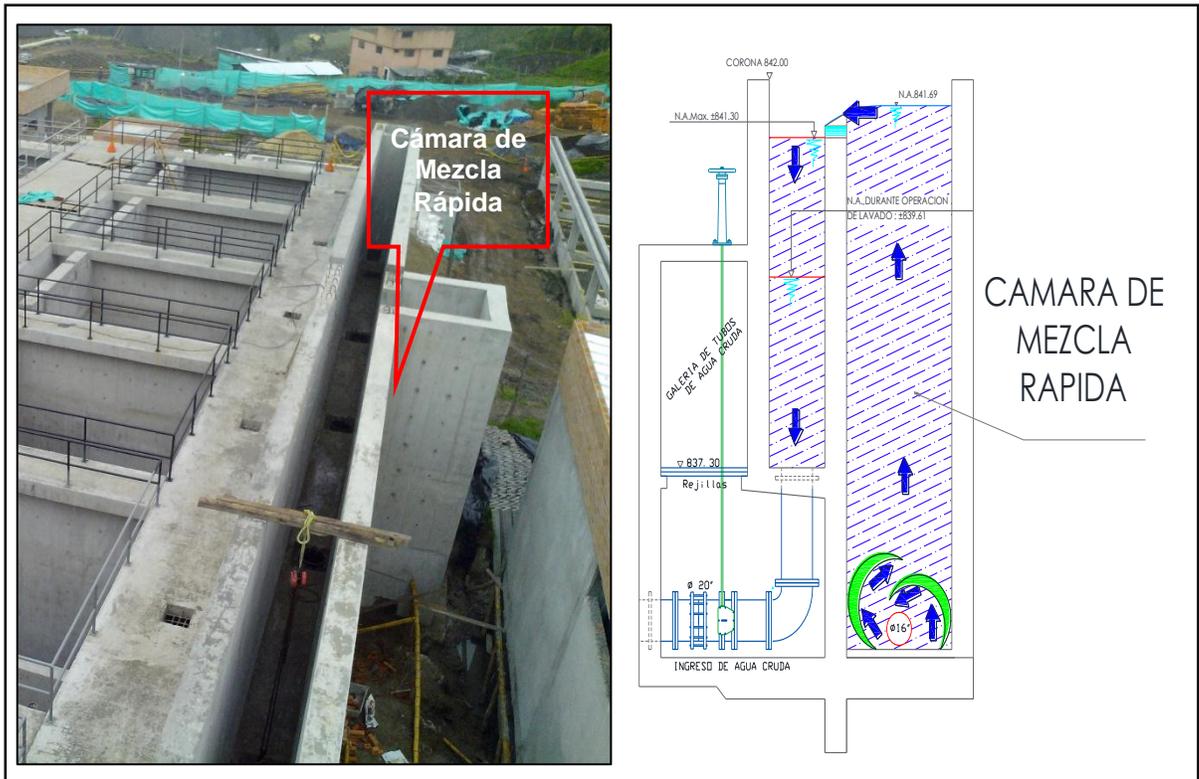


## b. Cámara de mezcla rápida:

La admisión del agua cruda se efectúa en una cámara de 1,70 m x 1,70 m y 7,00 m. de profundidad total mediante tubería HD de  $\varnothing 16''$  a la cual se le ha aplicado previamente el coagulante (sulfato de aluminio) mediante una bomba dosificadora de la solución. La mezcla rápida se efectúa en los primeros 5,00 m de flujo ascensional, mediante cinco (5) sectores de 1,00 m de altura y áreas variables entre 0,80 m x 1,70 m a 1,70 m x 1,70, con anchos variables de 0,10 m en 0,10 m, lo cual ocasionará la variación de velocidad en forma decreciente. El paso entre un sector y el otro se hará a través de un tabique de madera con ranuras para producir un gradiente de velocidad decreciente en el sentido del flujo.

Después del último sector de mezcla rápida se efectúa el aquietamiento del agua mediante colmena de tubos de PVC de  $\varnothing 2''$  de flujo vertical. Después del dispositivo de aquietamiento el agua sale de la cámara a través de vertedero de aforo de descarga libre, en pared delgada, de 1,20 m. de longitud con doble contracción de la vena líquida, el cual descarga el agua coagulada en el canal de distribución a filtros de flujo ascendente. (ver figura 4)

Figura 4. Cámara de mezcla rápida



### c. Filtración ascendente:

**Dimensiones de unidades:** Con base en una tasa de filtración de 180 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>xdía se ha proyectado una batería de filtros de flujo ascendente constituida por seis (6) unidades de 20,00 m<sup>2</sup> de área útil, en dos compartimentos de 2,00 m x 5,00 m divididos por una estructura central de 1,30 m de ancho (incluyendo muros) que comprende el ducto de distribución de agua cruda en la parte inferior y el canal de descarga del agua sucia de lavado ascensional en la parte superior.

La altura total de filtros es de 5,00 m distribuidos como sigue de abajo hacia arriba:

- |  |         |
|--|---------|
| - Compartimento inferior   | 0,40 m. |
| - Falso fondo en viguetas prefabricadas que incluyen 0,20 m. de lecho de grava | 0,25 m. |
| - Lecho de grava adicional sobre viguetas                                      | 0,30 m. |
| - Lecho de arena   | 1,20 m. |
| - Altura de agua   | 2,55 m. |
| - Borde libre  | 0,30 m. |

**Admisión de agua cruda:** La admisión del agua cruda a cada filtro se hace desde un canal común de distribución de 0,90 m. de ancho y 4,70 m de profundidad total el cual recibe la descarga de la cámara de mezcla rápida a través del vertedero de aforo de descarga libre.

La admisión individual a cada filtro tanto para el proceso de filtrado como para la operación de lavado en contracorriente, se hace mediante tubería y accesorios HD de Ø 20" (500 mm), dispuestos en cámara seca, con válvula de mariposa del mismo diámetro provista de vástago de extensión, columna de maniobra y rueda de manejo para su operación desde pasarela.

Dentro del filtro, la distribución del agua cruda se hace mediante un ducto o manifold de 0,70 m de ancho y altura variable entre 0,90 m en el inicio y 0,50 m en el extremo. La distribución del agua cruda a los dos compartimentos del filtro se hace mediante doble hilera de orificios de 0,15 m x 0,10 m a distancias de 0,50 m entre centros (10 orificios a cada lado del ducto).

**Sistema de drenaje (Falso fondo):** Se proyecta un sistema de drenaje constituido por viguetas prefabricadas de concreto reforzado, en forma de V invertida de 250 mm de base, 250 mm de altura y 2,00 m de longitud, provistas en las caras laterales de sendas hileras de niples de PVC de Ø 1/2" a distancias de 125 mm entre centros.

Cada compartimento del filtro dispondrá de 20 viguetas con 16 niples de Ø 1/2" a cada lado. En total, cada filtro tendrá 1280 niples para distribución del agua de lavado.

Las uniones entre vigueta y vigueta se rellenarán con mortero 1:2 de 5 cm de altura, donde se dispondrán los tubos para lavado con aire.

**Lecho de grava:** El lecho de soporte estará constituido por grava, con un espesor total de 0,50 m, distribuido en 5 capas con las siguientes granulometrías y espesores de abajo hacia arriba:

Granulometría	Espesor
1-1/2" a 1-1/4"	10 cm.
1-1/4" a 1"	10 cm.
1" a 5/8"	10 cm.
5/8" a 1/4"	10 cm.
1/4" a 1/8"	10 cm.

Las dos primeras capas de grava quedarán instaladas dentro del volumen disponible entre viguetas.

**Lecho de arena:** El medio filtrante tendrá un espesor de 1,20 m. y estará constituido por un lecho de arena preparada con tamaño efectivo de 1,0 mm y coeficiente de uniformidad inferior a 2,0.

**Canaletas de recolección de agua clarificada:** Se proyectan en cada compartimento del filtro 2 canaletas longitudinales en fibra de vidrio reforzado de 0,20 m. x 0,25 m. para recolección del agua clarificada. Las canaletas estarán provistas de doble hilera de vertederos de recolección en V de 90° y de 5 cm de altura a distancias de 0,20 m entre centros (25 vertederos a cada lado de la canaleta).

Las canaletas descargan libremente en un canal anexo a todo lo ancho de la batería de filtros de flujo ascendente, de 0,80 m de ancho y 1,50 m de profundidad total el cual servirá para distribuir el agua clarificada en las unidades de filtración de flujo descendente.

**Descarga de agua sucia de lavado:** Cada filtro dispone de dos (2) tuberías de descarga de lodos de Ø 14" (350 mm) con sus correspondientes válvulas de mariposa del mismo diámetro, provistas de vástago de extensión, columna de maniobra y rueda de manejo para operación desde la placa de cubierta de la galería de desagües común a los filtros de flujo ascendente y de flujo descendente.

El tubo inferior sirve de purga rápida del filtro para descarga en sentido descendente del volumen de agua situado por encima del vertedero del canal de lavado. Este tubo está conectado al ducto inferior de distribución de agua

coagulada. Este tubo también servirá para vaciado total del filtro cuando se requiera ejecutar esta operación.

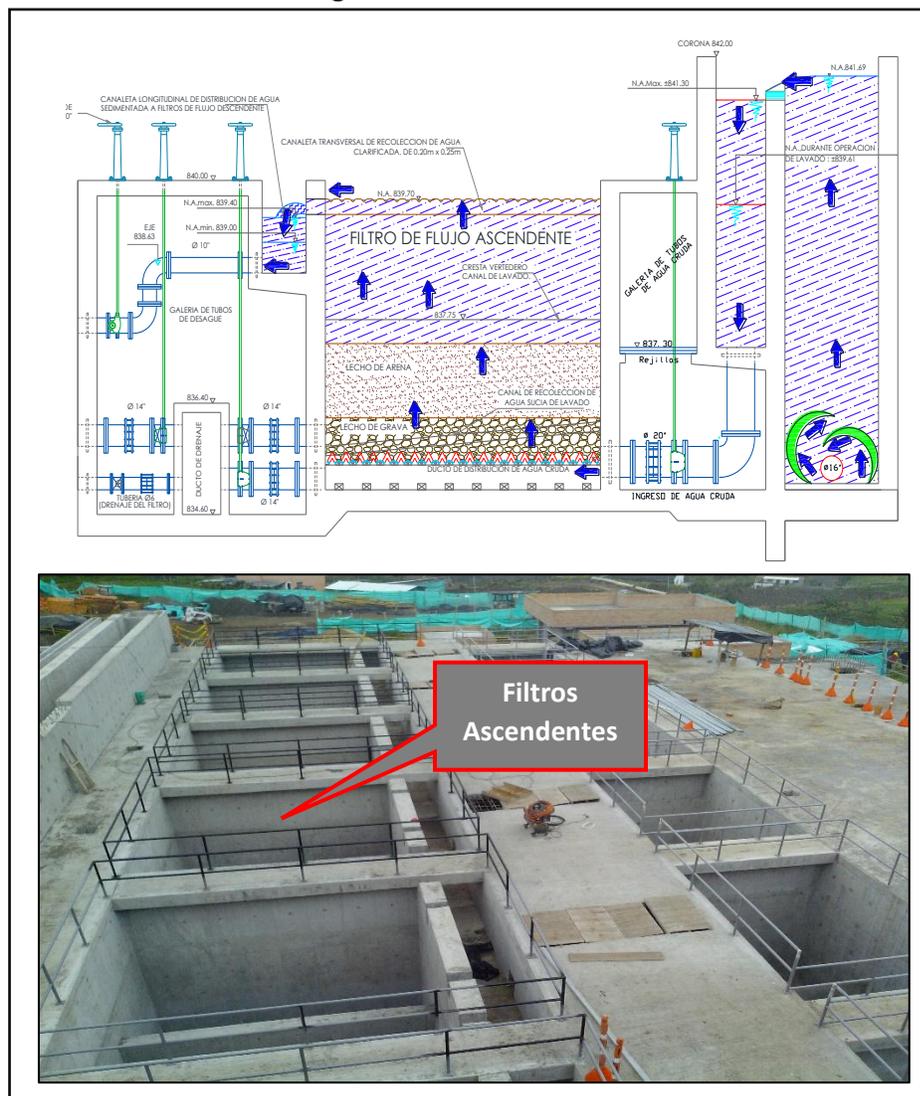
La descarga con la válvula inferior colocada por debajo del sistema de drenaje para vaciar el volumen de agua situado encima de las canaletas de lavado deberá hacerse unas dos o tres veces durante la carrera de filtración de cada filtro por cortos períodos.

El tubo superior está conectado al fondo del canal de recolección de agua sucia de lavado y servirá para descargar el agua sucia de lavado del filtro en sentido ascendente.

**Operación de lavado:** La operación de lavado de un filtro de flujo ascendente se realiza como sigue:

- Se cierra la válvula de Ø20" (500 mm) de ingreso del agua cruda al filtro. Durante ese corto período de tiempo los filtros restantes de la batería reciben la totalidad del caudal de la planta.
- Se abre la válvula inferior de purga de Ø14" (350 mm) con lo cual el nivel de agua en el filtro comienza a bajar. Una vez el nivel de agua en el filtro alcance la cota de cresta del vertedero del canal de lavado o antes de que se descubra la superficie del lecho de arena se cierra esta válvula inferior de drenaje.
- Se abre la válvula de Ø14" (350 mm) de descarga del agua sucia de lavado en contracorriente.
- Se abre la válvula de Ø20" (500 mm) de admisión de agua cruda al filtro con lo cual se ejecuta la operación de lavado en contracorriente como tradicionalmente se efectúa en los filtros.
- Durante el tiempo que dure esta operación (6 a 8 minutos) todo el caudal de la planta circulará por el filtro en operación de lavado, en virtud de la carga hidráulica establecida entre el nivel de agua en el canal de distribución y la cresta del vertedero del canal de lavado.
- Una vez concluido el lavado se cierra la válvula de Ø14" (350 mm) abierta con lo cual el filtro se llena y se continúa el proceso de filtrado con todas las unidades de la batería. (ver figura 5)

**Figura 5. Filtros ascendentes**



**d. Filtración descendente:**

**Dimensiones de unidades:** El proyecto contempla la construcción de una batería de seis (6) unidades de filtración rápida, con lecho profundo de antracita sobre lecho de arena gruesa, para funcionar en la modalidad de tasa variable declinante y del tipo de lavado mutuo o “autolavado” mediante la utilización de parte del caudal producido por la batería de filtros.

Cada filtro está compuesto de dos (2) compartimentos de 2,10 m. de ancho, 3,60 m. de longitud y 4,65 m. de altura total, divididos por una estructura central de 1,10 m. de ancho (incluyendo paredes) que constituye el ducto de distribución de agua

de lavado en la parte inferior y el canal de recolección y descarga de agua sucia de lavado en la parte superior.

Los filtros han sido dimensionados en tal forma de guardar el principio de la unidad con las unidades de la batería de filtros de flujo ascendente y diseñados para trabajar con una tasa media de filtración de 238,1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>xdía.

**Ducto de distribución de agua de lavado:** El ducto de distribución del agua de lavado en contracorriente tiene un ancho útil de 0,70 m. y altura variable de 0,90 m. en el inicio y 0,50 m. en el extremo y va provisto a cada lado de 12 orificios constituidos por nipples de Ø6" (150 mm) a distancias de 0,30 m. entre centros.

En la parte superior del ducto, el canal de recolección del agua sucia de lavado tiene una profundidad inicial de 1,05 m y final de 1,45 m con lo cual se garantiza suficiente borde libre para la tubería de descarga.

**Sistema de drenaje:** El sistema de drenaje (falso fondo) tiene 0,30 m de altura y está constituido por bloques "Gravipack" o similar para lavado con aire y agua. Los bloques son fabricados en concreto premoldeado y llevan dentro una caja recubierta con malla de acero inoxidable que encapsula un lecho de grava de 2" (5 cm) de espesor y 3 mm de diámetro del grano, el mismo que suele usarse como capa torpedo de arena sobre la cual se coloca el lecho filtrante. Dentro de la grava confinada van los tubos perforados para distribución del aire, provistos de un sistema de turbulencia que impide su obstrucción, de forma que las burbujas pasen por esta capa agitándola y haciéndola rotar para limpiarla, sin que se pueda desplazar o salir del sitio donde está confinada.

**Lecho filtrante:** Se ha proyectado un lecho filtrante profundo de antracita, de 1,00 m de espesor sobre lecho de arena de 0,20 m de espesor.

La antracita tendrá un tamaño efectivo de 1,1 mm y coeficiente de uniformidad de 1,5. La arena tendrá un tamaño efectivo de 0,7 mm, con coeficiente de uniformidad de 1,5.

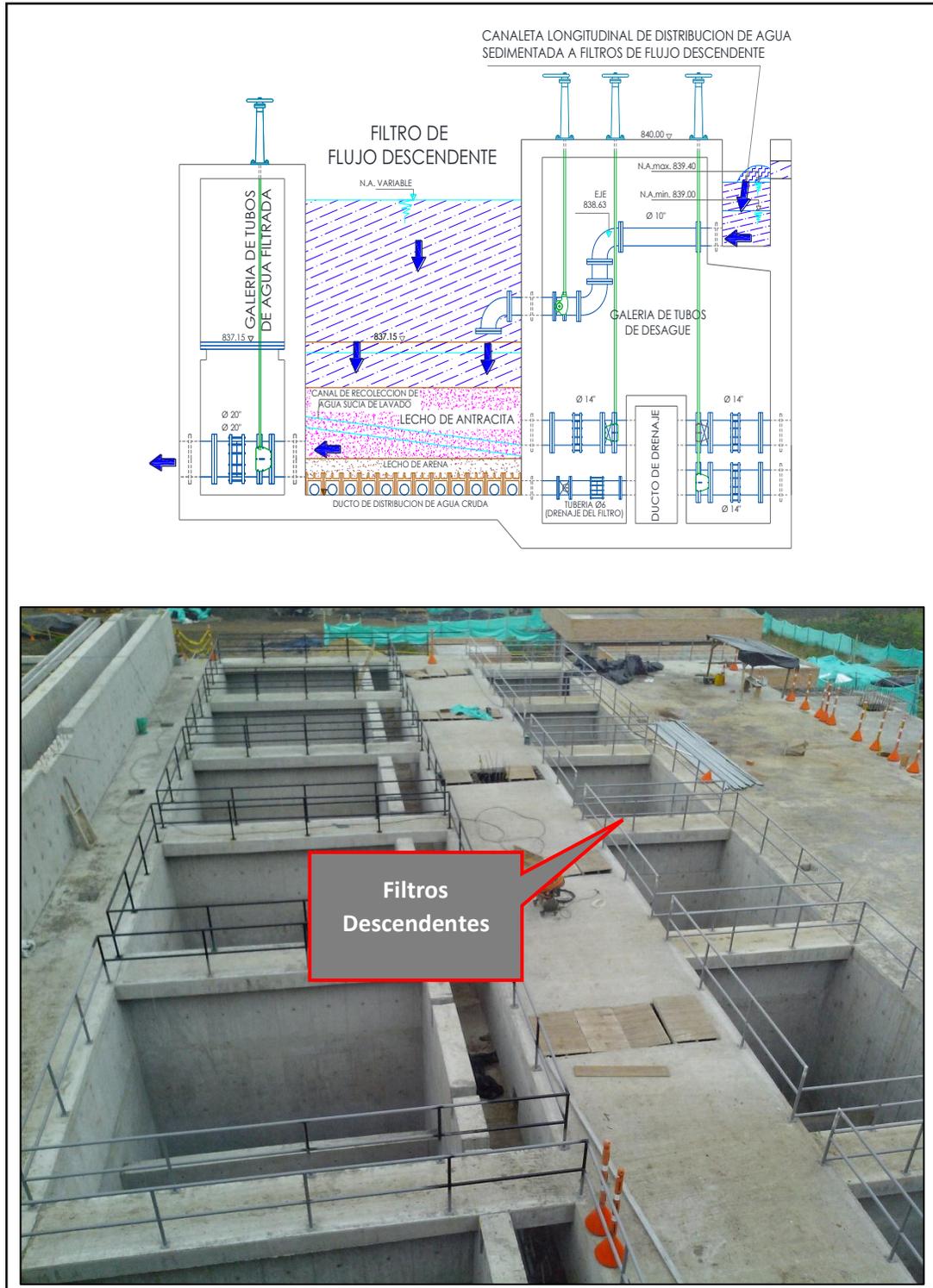
**Admisión a filtros:** La admisión del agua clarificada a cada filtro se hace mediante tubería, accesorios y válvula de mariposa HD de Ø 10" (250 mm) provista de vástago de extensión, columna de maniobra y rueda de manejo para operación manual desde pasarela. La tubería conecta el canal de distribución (que recibe la descarga de las canaletas de recolección de agua clarificada de los filtros de flujo ascendente) con el canal de lavado de cada unidad.

**Salida del agua filtrada y admisión de agua de lavado:** La salida del agua filtrada así como la admisión del agua de lavado se efectúan a través de tubería y válvula de mariposa HD de Ø 20" (500 mm), con vástago de extensión, columna de maniobra y rueda de manejo para operación manual, la cual conecta el canal de interconexión de filtros con el ducto de distribución del agua de lavado de cada filtro.

**Desagüe de filtros:** La descarga del agua sucia de lavado se hace mediante válvula de mariposa HD de Ø14" (350 mm), con vástago de extensión, columna de maniobra y rueda de manejo para operación manual, la cual conecta el canal de lavado del filtro con el ducto general de desagüe común a las baterías de filtros ascendentes y descendentes.

Adicionalmente se dispone de tubería y válvula de mariposa HD de Ø 6" de operación manual para drenaje total del filtro cuando se requiera efectuar reparaciones en el mismo. Esta tubería conecta el ducto de distribución del agua de lavado de cada filtro con el ducto general de desagüe común a las dos baterías de filtros. (ver figura 6)

**Figura 6. Filtros Descendentes**



#### **e. Cloración y corrección de pH:**

**Tanque de contacto de cloro:** El agua filtrada sale del canal de interconexión de filtros pasando por un vertedero rectangular, de descarga libre, de 1,20 m de longitud a una cámara de 1,70 m x 1,70 m y 3,60 m de profundidad total, donde se sitúa el difusor de la solución de cloro aplicada al agua para desinfección.

Con el fin de dar período de detención conveniente al cloro antes de la aplicación de cal para corrección de pH, debido a la alta eficiencia del cloro aplicado a pH bajo, se ha proyectado un tanque de 33,55 m. x 3,70 y 2,80 m de profundidad útil donde se garantiza una permanencia del agua de 20 minutos antes de la aplicación de cal para corrección de pH. El tanque va provisto de un tabique longitudinal a fin de aumentar el recorrido del agua, garantizando en esta forma un contacto efectivo de la solución de cloro con el agua.

El agua procedente de la cámara de cloración ingresa al tanque de contacto mediante abertura de 1,70 m x 0,40 m y al final del recorrido sale mediante vertedero ahogado, de 1,70 m de longitud a la cámara de reacción de cal donde se aplicará la suspensión de cal para corrección del pH.

**Cámara de reacción de cal:** La cámara de reacción de cal está constituida por dos compartimentos de 1,70 m x 1,70 m y 2,75 m de profundidad útil, con fondo atollado para recoger y descargar las impurezas o “ripios” de cal que se sedimenten.

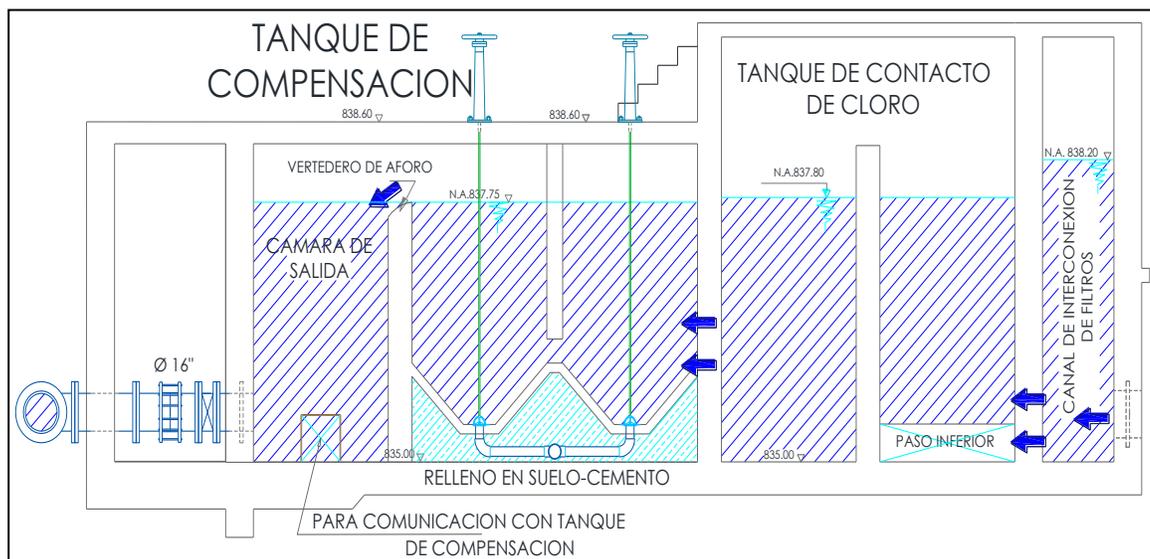
La salida de la cámara se hace mediante vertedero de descarga libre, de 1,20 m de longitud, con doble contracción de la vena líquida el cual sirve como elemento primario de medición del caudal que finalmente sale de la planta.

El vertedero de salida descarga en una cámara de 1,70 m x 1,70 m de sección de la cual sale la tubería de Ø16” de conducción a los tanques de almacenamiento.

La cámara de reacción de cal va provista de dos (2) tolvas de 0,65 m de altura y paredes a 45° de inclinación, con el fin de concentrar allí los sedimentos o “ripios” de la suspensión de cal. Las tolvas descargan mediante válvulas de fondo de Ø 4” en una tubería de purga de Ø6”, la cual debe ser abierta con alguna frecuencia por cortos períodos de tiempo a fin de descargar los residuos depositados en ellas.

**f. Tanque de compensación:** Anexo a la cámara de salida se proyecta un tanque de 31,55 m x 5,60 m. y 2,40 m. de profundidad útil, a fin de disponer de un volumen aproximado de 400 m<sup>3</sup> que permita compensar los volúmenes de agua gastados en dos lavados consecutivos de filtros para prevenir que la tubería de conducción funcione en seco. (ver figura 7-8)

**Figura 7. Tanque de contacto de cloro y compensación**

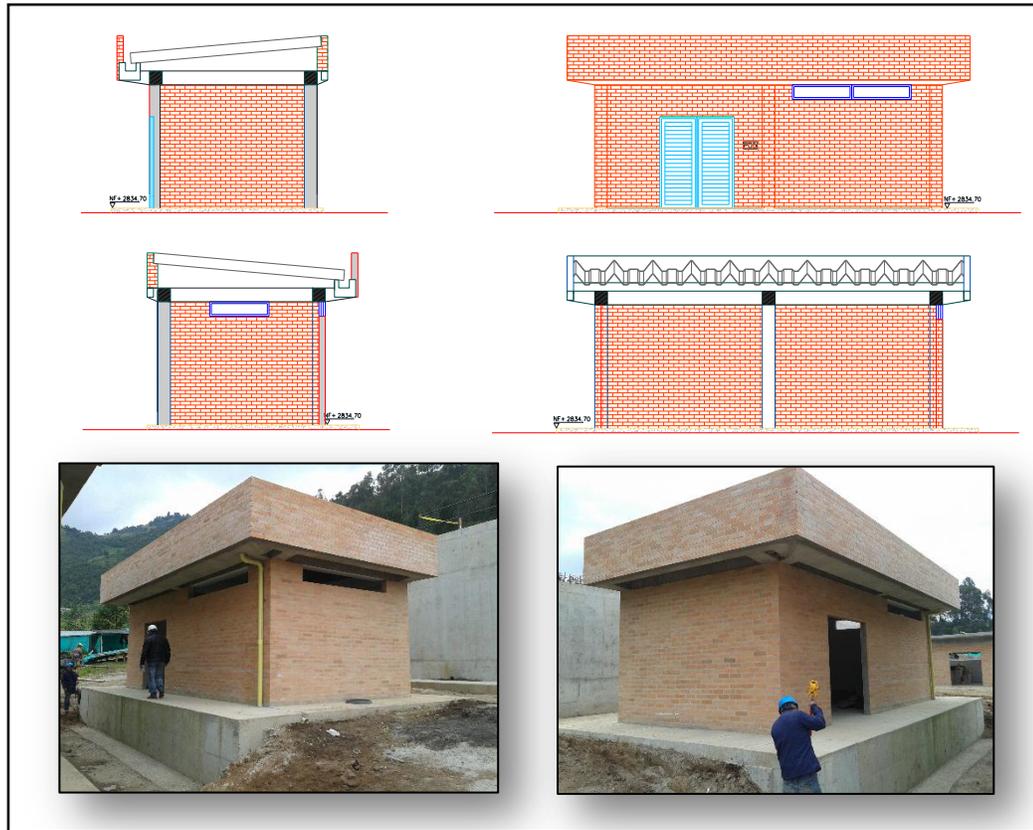


**Figura 8. Módulo de procesos – parte estructural terminada**



**g. Construcción caseta de bombas:** Es la estructura donde se ubican 6 bombas de diferente potencia. su función es la de impulsar cloro (2 bombas de 1hp), impulsar agua potable al edificio de administración y químicos (2 bombas de 3hp), y para lavado de filtros (2 bombas de 10hp). (ver figura 9)

**Figura 9. Arquitectura caseta de bombas**



**Proceso constructivo:**

- *Localización y replanteo:* (1) topógrafo y (2) cadeneros marcan los ejes de (6) columnas en el terreno, marcando la cota de inicio de zapata y terminado de placa.
- *Excavaciones:* El oficial y (4) ayudantes proceden a la excavación para las (6) zapatas de 0.80 m x 0.80 m x 0.30 m.
- *Amarre de acero:* paralelo a las Excavaciones una cuadrilla 0:0:3 van amarrando las parrillas de las zapatas en varilla de 1/2" @ 0.10 m en dos direcciones, además se amarra el acero de las columnas con 6#5 y flejes de 3/8" @ 0.08 al inicio, @ 0.20 al centro y @ 0.08 al final. El acero se instala sobre un solado de e=0.05 m en las excavaciones, luego se ubican parrillas y castillos de columnas al mismo tiempo; se aploma y apuntala.
- Después se procede a fundir con concreto de 3.000 psi las zapatas.

- Se procede al amarre de acero vigas de cimentación 0.30m x 0.30 m longitudinales y transversales, refuerzo superior 3#5 con gancho a 90° y 3#5 refuerzo inferior con gancho a 180°, flejes en varilla de 3/8" @ 0.06 m en los primeros y últimos 0.63 m de cada apoyo donde el cortante es mayor, y @ 0.12 m en la parte central donde el cortante es menor.
- Una vez terminado el amarrar el acero se procede a encofrar y apuntalar la formaleta de madera.
- Cuando se ha terminado de encofrar se procede a fundir las vigas de cimentación con concreto de 3.000 psi.
- Se inicia con el encofrado y aplomado de (6) columnas de 2.70 m de alto, para su posterior fundición con concreto de 3.000 PSI.
- Una vez fundidas las columnas, se inicia el entablado para amarrar el acero de las vigas aéreas para confinamiento de columnas y soporte de cubierta. Al igual que las vigas de cimentación, estas vigas son de 0.30m x 0.30 m longitudinales y transversales, refuerzo superior 3#5 con gancho a 90° y 3#5 refuerzo inferior con gancho a 180°, flejes en varilla de 3/8" @ 0.06 m en los primeros y últimos 0.63 m de cada apoyo donde el cortante es mayor, y @ 0.12 m en la parte central donde el cortante es menor. Adicionalmente se elabora una viga canal para drenaje de aguas lluvias.
- Cuando se tiene todo el acero amarrado, las vigas elevadas encofradas y apuntaladas, se procede a fundir con concreto de 3.000 PSI.
- Una vez terminada la estructura en concreto se procede a la conformación con material seleccionado y compactado para relleno, y fundición de la losa de contrapiso e=10 cm, también se instala una malla electrosoldada DIACO 207 (1Ø6.0 mm de 0.15m x 0.15m). así mismo se instala una tubería de desagüe Ø3" para lavado en general.
- A partir de este momento se inicia con la mampostería en ladrillo visto con estría espesor=2 cm. Los Muros son de contacto con la estructura principal, llevan refuerzo horizontal de 1/4" de pulgada cada 30 cm., embebidos en el mortero de pega y anclado fijamente a las columnas de dicha estructura, mediante perforación y epóxico.
- Cuando se terminó de instalar los muros se pañeto la parte interna y así mismo se aplicó estuco plástico en estas.

- La cubierta se hizo en canaleta 90, dejando el desnivel y caída de aguas lluvias sobre la viga canal que entrega el flujo a un tubo bajante de 4", el cual posteriormente se empata a una caja de inspección sanitaria.
- Por último se instalan ventanas y puertas metálicas. El montaje de bombas y equipos se hace un mes antes de la finalización de la obra en general.

### **2.1.3 Construcción caseta de cloración:**

**Descripción:** En esta estructura se ubican los cilindros de cloro, empleados para la desinfección del agua filtrada, La planta de tratamiento Las Piedras podrá remover no solo todas las bacterias patógenas y los virus sino los protozoos (amibas, giardias, cristoporidium) en un 99% después de desinfección. Las existencias mínimas en la planta deben alcanzar para tres meses para 4.0 mg/l. Esto implica que para 0,25 m<sup>3</sup>/s cada cilindro de una tonelada debe durar unos 25 días y por tanto 5 cilindros abastecerían cuatro meses. De aquí se desprende que en la planta debe haber por lo menos 2 cilindros disponibles llenos en todo tiempo.

**Aplicación del cloro:** Del cuarto de dosificación de cloro (Edificio de cloración) salen dos tuberías plásticas de P.V.C para transportar gas cloro al vacío hasta el respectivo eyector que queda a la entrada del tanque de contacto con cloro ubicado en el Módulo de Procesos, lugar donde se mezcla con el agua y la solución, por medio de un difusor ubicado bajo los vertederos de regulación del agua de lavado donde se produce una turbulencia que ayuda a dispersar la solución en la masa líquida. La línea que lleva la solución de cloro es de PVC, Clase 40, de Ø 2" lo mismo que el difusor en que termina. Los inyectores son operados por la presión del agua que proviene de las (2) bombas de 1HP.

### **Proceso constructivo:**

*Localización y replanteo:* (1) topógrafo y (2) cadeneros marcan los ejes de (8) columnas en el terreno, marcando la cota de inicio de zapata y terminado de placa, ubicando las cotas de la caseta según el plano estructural. (ver figura 10)

**Figura 10. Arquitectura caseta de cloración**



- **Excavaciones:** El oficial encargado y sus ayudantes proceden a la excavación para las (8) zapatas: (2) a la entrada de 0.80 m x 0.80 m x 0.30 m, (4) en los extremos de 0.90 m x 0.90 m x 0.30 m, (2) centrales de 1.00 m x 1.00 m x 0.30m.
- **Amarre de acero:** paralelo a las Excavaciones una cuadrilla 0:0:4 van amarrando las parrillas de las zapatas en varilla de  $\frac{1}{2}$ " @ 0.10 m en dos direcciones, además se amarra el acero de las columnas de 0.35 x 0.35 m, h=5,40 m, con 8#5 y flejes de  $\frac{3}{8}$ " @ 0.09 m en los primeros 1,56 m, @ 0.18 al centro en 2,52 m y @ 0.09 m en los últimos 1.32 m. El acero se instala sobre un solado de e=0.05 m en las excavaciones, luego se ubican parrillas y castillos de columnas al mismo tiempo; se aploma y apuntala. Después se procede a fundir con concreto de 3.000 psi las zapatas.
- Se procede al amarre de acero (5) vigas de cimentación 0.35 m x 0.35 m entre longitudinales y transversales, además se amarran (3) vigas de cimentación 0.30 m x 0.30 m entre longitudinales y transversales a la entrada de la caseta por donde se descargan los cilindros de Cloro de un camión transportador; el refuerzo superior se hizo con 3#5 y gancho a 90°, 3#5 refuerzo inferior con

gancho a 180°, flejes en varilla de 3/8" @ 0.07 m al 1/5 inicial de su distancia total y en el 1/5 final entre cada apoyo, distancia donde el cortante es mayor, y @ 0.14 m en la parte central donde el cortante es menor según diseño estructural.

- Una vez terminado el amarrar el acero en vigas, se procede a encofrar y apuntalar la formaleta de madera.
- Cuando se ha terminado de encofrar se procede a fundir las vigas de cimentación con concreto de 3.000 psi.
- Se inicia con el encofrado y aplomado de (8) columnas de 5.40 m de alto, para su posterior fundición con concreto de 3.000 psi.
- A los 3.76 m de altura entre los ejes **2** y **3** se instalan (2) vigas de 0.35 m x 0.35m y (1) viga de 0.30 m x 0.30 m para soporte de perfiles que transportan los cilindros de Cloro desde el camión de entrega hasta su depósito final.
- Una vez fundidas las columnas y vigas intermedias, se inicia el entablado para amarrar el acero de las vigas aéreas y la losa de cubierta para confinamiento con las columnas. Al igual que las vigas de cimentación, las vigas aéreas son: (5) vigas de 0.35 m x 0.35 m entre longitudinales y transversales, (3) vigas de 0.30 m x 0.30 m entre longitudinales y transversales a la entrada de la caseta; el refuerzo superior se hizo con 3#5 y gancho a 90°, 3#5 refuerzo inferior con gancho a 180°, flejes en varilla de 3/8" @ 0.07 m al 1/5 inicial de su distancia total y en el 1/5 final entre cada apoyo, distancia donde el cortante es mayor, y @ 0.14 m en la parte central donde el cortante es menor según diseño estructural. Además se instala el acero de la cubierta con doble parrilla en varilla de 1/2" @ 0.20 m en ambas direcciones, la losa de cubierta tiene un espesor de 0.20 m, quedando las vigas aéreas descolgadas.
- Cuando se tiene todo el acero amarrado, las vigas elevadas y fondo de cubierta encofradas y apuntaladas, se procede a fundir con concreto de 3.000 psi.
- Una vez terminada la estructura en concreto se procede a la conformación con material seleccionado y compactado para relleno, y fundición de la losa de contrapiso e=10 cm, también se instala una malla electrosoldada DIACO 207 (1Ø6.0 mm de 0.15m x 0.15m).
- A partir de este momento se inicia con la mampostería en ladrillo visto con estría espesor=2 cm en la fachada lateral derecha. En la fachada posterior y lateral derecha los muros son en Bloque No.5.

- Cuando se terminó de pegar los muros externos y divisorios internos en bloque No.5 se pañeto por ambos lados y solo la cara interna del ladrillo visto.
- En cubierta se alzaron muros perimetrales de 1.00 m de altura en ladrillo visto, además se instaló 2 tubos bajantes de aguas lluvias de 4", los cuales posteriormente se empatan a una caja de inspección sanitaria.
- En la parte interna se enchaparon 2 cuartos con cerámica blanca de 0.60 m x 0.30m en muros a una altura de 1.80 m y pisos con cerámica Murcia blanca de 0.30 m x 0.30 m.
- Por último se instalan ventanas y puertas metálicas.
- La instalación eléctrica se va hacer con Tubería conduit galvanizada de acero tipo EMT para zonas industriales como dice la norma RETIE.

#### **2.1.4 Construcción decantador de lodos:**

**Descripción:** En consideración a la baja concentración de lodos en las aguas de lavado de filtros, se ha proyectado un sistema de desagüe y tratamiento de lodos sencillo, compuesto de los siguientes elementos:

Tubería de desagüe de Ø18" (150 mm), 1% de pendiente y 18 m. de longitud que conecta el ducto de recolección de las aguas de lavado de filtros y la cámara de admisión a las unidades de tratamiento de lodos.

A esta tubería se conecta el desagüe y rebose de la cámara de mezcla rápida y del canal de distribución de agua coagulada a la batería de filtros de flujo ascendente.

Dos (2) unidades de sedimentación – concentración de lodos consistente cada una en un tanque de 180 m<sup>3</sup> de volumen útil, con altura útil de 5,38 m distribuidos en dos zonas así:

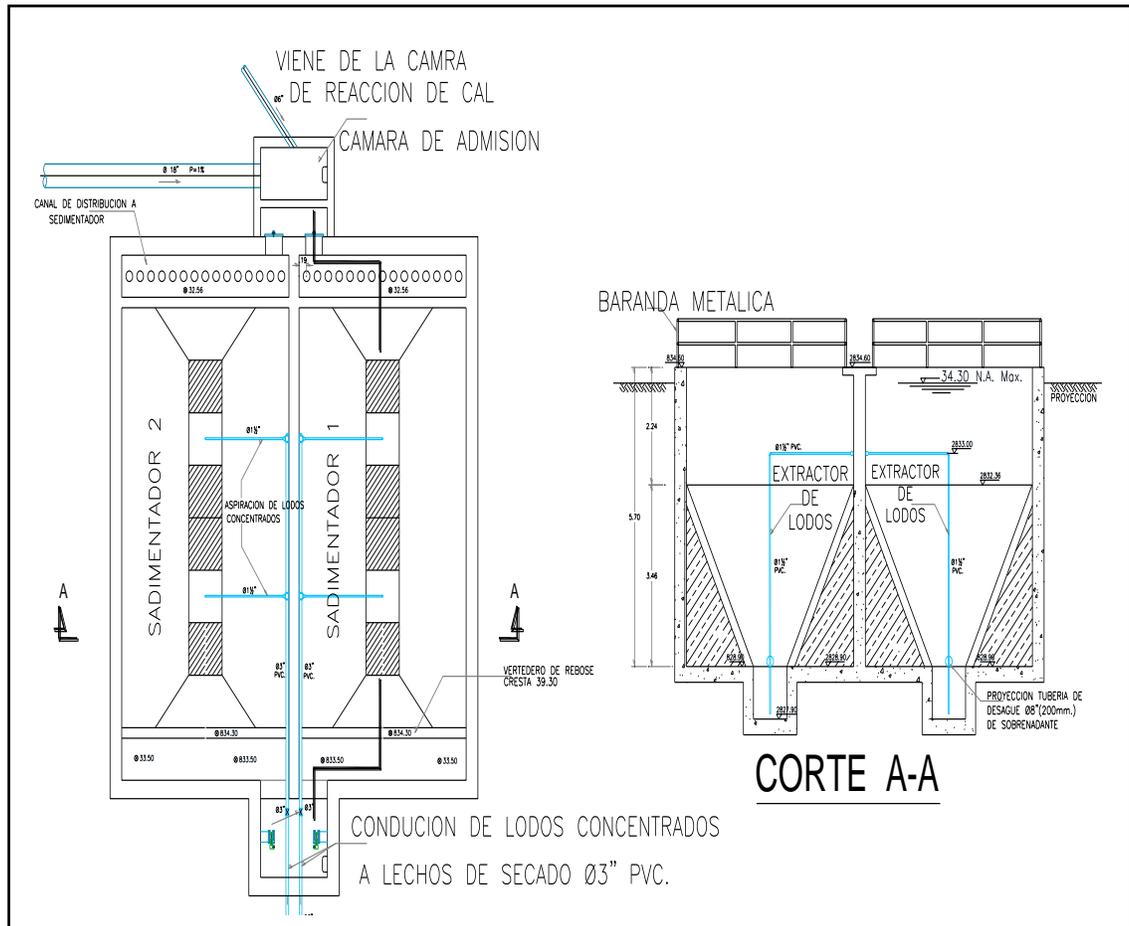
- Zona de fondo compuesta por una tolva de forma tronco piramidal con base de 1,00 m x 6,00 m y boca de 5,00 m x 10,00 m, con paredes a 60° y 3,46 m de altura (volumen parcial: 84,6 m<sup>3</sup>).
- Zona superior, prismática, de 5,00 m x 10,00 m. de sección y 1,91 m de altura (volumen parcial: 95,5 m<sup>3</sup>).

Adicionalmente se dispone en el fondo de un pozo acondicionado como concentrador de lodos de 1,00 m x 6,00 m. de base y 1,00 m de profundidad donde se coloca la boca de los tubos de aspiración de lodos a ser descargados en los lechos de secado. Cada sedimentador dispone de los siguientes elementos complementarios:

- Canal de distribución de lodos de 0,80 m de ancho, con 15 orificios de distribución de Ø8" (0,20 m) a 0,33 m centro a centro.
- Vertedero y canal de rebose de 5,00 m de longitud (a todo lo ancho del sedimentador), con descarga directa en una cámara de desagüe común a las dos unidades.
- Tubería de desagüe del sobrenadante, de Ø8" (200 mm), con válvula de mariposa del mismo diámetro, provista de vástago de extensión, columna de maniobra y rueda de manejo para ser operada desde pasarela.

La admisión a cada sedimentador – concentrador de lodos se hace mediante compuerta autocontenida de 0,50 m x 0,50 m situada en la cámara de admisión común a las dos unidades. En esta cámara descarga la tubería de conducción de los desagües de lavado de filtros y, adicionalmente, la tubería de purga de la cámara de reacción de cal de Ø6" (150 mm). (ver figura 11)

**Figura 11. Planta y corte – decantador de lodos**



Dos (2) sistemas de purga de lodos, uno para cada sedimentador, consistente, cada sistema en los siguientes elementos:

- Dos (2) tubos de succión de lodos, en tubería y accesorios de PVC – RDE 21 de Ø1-1/2" (38 mm) y 7,50 m de longitud total.
- Un (1) tubo de conducción de lodos concentrados en tubería y accesorios de PVC RDE-21 de Ø3" (75 mm) y 13 m de longitud. Los tubos de conducción de los dos sistemas descargan en el tubo de distribución de lodos a los lechos de secado. Cada tubería de descarga está provista de válvula de mariposa de Ø3" (75 mm), con vástago de extensión, columna de maniobra y rueda de manejo para operación desde pasarela.

### Proceso constructivo:

- *Localización y replanteo:* (1) topógrafo y (2) cadeneros marcan con Cal un área rectangular de 10.75 m x 10.90 m, a escavar mecánicamente con una retroexcavadora de orugas, una profundidad inicial de 2.30 m. a cada lado se deja 1.50 m más de excavación para poder formaletear y apuntalar. Luego la excavación toma una forma piramidal, para la construcción de (2) tolvas.
- Después de la excavación inicial se vuelve a marcar con Cal para excavación manual, unos rectángulos de 1.00 m x 6.00 m y 1.00 m de profundidad en el centro, los cuales van a ser los concentradores de lodos en el fondo del Decantador. Paralelo a esta actividad, se hace una excavación en el perímetro de esta estructura para elaborar un filtro con geotextil y grava.
- Se aplica solado en el piso y paredes de la excavación.
- Se instala tela asfáltica en toda la superficie, con el fin de prevenir filtraciones de agua.
- Se instala tubería de Ø 8" para drenaje de sedimentadores y Ø 16" para drenaje total del Decantador hacia un pozo, el cual se dirige hacia la quebrada Miraflores.
- Se inicial con la instalación de acero Ø 3/4" y 5/8" en los concentradores de lodos en ambas direcciones @ 0.20 m. una vez armada la estructura en acero se procede a fundir con concreto de 4.000 psi.
- De igual manera se sigue instalando acero Ø 3/4" y 5/8" en cada una de las (2) tolvas. Como es una estructura grande y de forma poco regular, el amarre de acero es bastante detallado y lento. (Alrededor de 16 Ton de acero)
- Después de tener todo el acero amarrado de las tolvas, se procede a encofrar las paredes con formaleta metálica y en las esquinas con madera para dar la forma piramidal.
- Una vez encofradas las paredes, se procede a fundir con concreto de 4.000 psi. Los sulfatos presentes en ambientes marinos o en aguas negras, se combinan con un componente mineral del cemento, generando expansión de los morteros y concretos, lo que provoca la aparición de grietas y deterioro o destrucción de las construcciones, por esta razón se utiliza cemento ambiente marino.
- Cuando se tienen fundidas las tolvas se procede al amarre de acero en muros de cierre, cámara de entrada y salida con varilla de Ø 3/4", 5/8" en dos

direcciones a una altura de 2.20 m y con varilla  $\varnothing$  1/2" la pasarela de inspección.

- Se encofran los muros y pasarela y se funden con concreto de 4.000 psi.
- Por último se instalaron las barandas de protección en tubo galvanizado de  $\varnothing$  1-1/4".
- Queda por instalar la tubería de desalojo de lodos por succión. (ver figura 12)

**Figura 12. Decantador de lodos – parte estructural terminada**



### **2.1.5 Construcción caseta de sopladores:**

**Descripción:** En esta estructura se localizan las bombas que van a inyectar aire a los filtros Ascendentes y Descendentes para su lavado. Dentro de la grava confinada van los tubos perforados para distribución del aire, provistos de un sistema de turbulencia que impide su obstrucción, de forma que las burbujas pasen por esta capa agitándola y haciéndola rotar para limpiarla, sin que se pueda desplazar o salir del sitio donde está confinada. (ver figura 13)

Figura 13. Arquitectura caseta de sopladores



#### Proceso constructivo:

- *Localización y replanteo:* (1) topógrafo y (2) cadeneros marcan los ejes de (6) columnas en el terreno, marcando la cota de inicio de zapata y terminado de placa, ubicando las cotas de la caseta según el plano estructural.
- *Excavaciones:* El oficial encargado y sus ayudantes proceden a la excavación para las (6) zapatas de 0.80 m x 0.80 m x 0.30 m.
- *Amarre de acero:* paralelo a las Excavaciones una cuadrilla 0:0:4 van amarrando las parrillas de las zapatas en varilla de  $\frac{1}{2}$ " @ 0.10 m en dos direcciones, además se amarra el acero de las columnas de 0.30 x 0.30 m, h=3.20 m, con 8#4 y flejes de  $\frac{3}{8}$ " @ 0.09 m en los primeros 1,10 m, @ 0.18 al centro en 1.15 m y @ 0.09 m en los últimos 0.95 m. El acero se instala sobre un solado de e=0.05 m en las excavaciones, luego se ubican parrillas y castillos de columnas al mismo tiempo; se aploma y apuntala.
- Después se procede a fundir con concreto de 3.000 psi las zapatas.

- Se procede al amarre de acero (5) vigas de cimentación 0.30 m x 0.30 m entre longitudinales y transversales; el refuerzo superior se hizo con 3#5 y gancho a 90°, 3#5 refuerzo inferior con gancho a 180°, flejes en varilla de 3/8" @ 0.09 m al 1/5 inicial de su distancia total y en el 1/5 final entre cada apoyo, distancia donde el cortante es mayor, y @ 0.18 m en la parte central donde el cortante es menor según diseño estructural.
- Una vez terminado el amarrar el acero en vigas, se procede a encofrar y apuntalar la formaleta de madera.
- Cuando se ha terminado de encofrar se procede a fundir las vigas de cimentación con concreto de 3.000 psi.
- Se inicia con el encofrado y aplomado de (6) columnas de 3.20 m de alto, para su posterior fundición con concreto de 3.000 psi.
- Una vez fundidas las columnas, se inicia el entablado para amarrar el acero de las vigas aéreas. Al igual que las vigas de cimentación, las vigas aéreas son: (5) vigas de 0.30 m x 0.30 m entre longitudinales y transversales; el refuerzo superior se hizo con 3#5 y gancho a 90°, 3#5 refuerzo inferior con gancho a 180°, flejes en varilla de 3/8" @ 0.09 m al 1/5 inicial de su distancia total y en el 1/5 final entre cada apoyo, distancia donde el cortante es mayor, y @ 0.18 m en la parte central donde el cortante es menor según diseño estructural.
- Cuando se tiene todo el acero amarrado, las vigas elevadas encofradas y apuntaladas, se procede a fundir con concreto de 3.000 psi.
- Luego de pasados 8 días, se desencofran las vigas elevadas y se procede a entablar la cubierta en losa maciza espesor  $e=0.15$  m. se instala acero de 1/2" en dos direcciones cada 0.15 m. después de instalar todo el acero se funde con concreto de 3.000 psi.
- Una vez terminada la estructura en concreto se procede a la conformación con material seleccionado y compactado para relleno, y fundición de la losa de contrapiso  $e=10$  cm, también se instala una malla electrosoldada DIACO 207 (1Ø6.0 mm de 0.15m x 0.15m).
- A partir de este momento se inicia con la mampostería en ladrillo visto con estría espesor=2 cm en todas las fachadas.
- Se pañeto por la cara interna del ladrillo visto, también estas caras se estucaron y pintaron con pintura Koraza Blanca.

- Se instaló 2 tubos bajantes de aguas lluvias de 4", los cuales posteriormente se empatan a una caja de inspección sanitaria.
- Por último se instalan ventanas y puertas metálicas.
- La instalación eléctrica se va hacer con Tubería conduit galvanizada de acero tipo EMT para zonas industriales como dice la norma RETIE.

### **2.1.6 Construcción caseta de polímeros:**

**Descripción:** El método de dosificación de polímeros que tiene la planta Las Piedras se adapta para cualquier tipo de polímero, en polvo o líquido, orgánico o inorgánico, de alto o de bajo peso molecular, siempre y cuando sea de fácil disolución y no requiera para ello de agua caliente.

- La mezcla inicial del polímero con el agua se hace en un tanque cilíndrico de acero inoxidable con un volumen de 1.35 m<sup>3</sup>. Diámetro 1.20 m y altura 1.2 m. La mezcla se prepara con una concentración relativamente alta del 1%. Allí se deja durante un tiempo suficiente con el agitador funcionando hasta que la disolución sea completa. No bien se observa que la primera disolución está terminada se vierte en el tanque de reserva de 2.70 m<sup>3</sup>, (1.40 x 1.40 x 1.40 m) abriendo manualmente la válvula de bola de Ø2". Este volumen se completa con el doble del agua para bajar la concentración a un 0.5%.
- Con esa concentración lo toma la bomba dosificadora y lo inyecta en el punto de aplicación. La razón para usar concentraciones bajas en la solución es que los polielectrolitos trabajan mejor cuando no están muy concentrados y las cadenas poliméricas pueden abrirse para atrapar un mayor número de partículas.
- Tanto el tanque de mezcla como el tanque de reserva tienen facilidades para poderlos desaguar abriendo la válvula de Ø2" que está abajo cerca del fondo.
- La dosificación de polímero se ha dejado solo para el espesamiento de los lodos. Pero podría también aplicarse al agua cruda caso de ser necesario.

### **Proceso constructivo:**

- *Localización y replanteo:* (1) topógrafo y (2) cadeneros marcan los ejes de (4) columnas en el terreno, marcando la cota de inicio de zapata y terminado de placa, ubicando las cotas de la caseta según el plano estructural. (ver figura 14)

Figura 14. Arquitectura caseta de polímeros



- **Excavaciones:** El oficial encargado y sus ayudantes proceden a la excavación para las (4) zapatas de 0.90 m x 0.90 m x 0.30 m.
- **Amarre de acero:** paralelo a las Excavaciones una cuadrilla 0:0:4 van amarrando las parrillas de las zapatas en varilla de  $\frac{1}{2}$ " @ 0.10 m en dos direcciones, además se amarra el acero de las columnas de 0.30 x 0.30 m, h=3.30 m, con 8#4 y flejes de  $\frac{3}{8}$ " @ 0.09 m en los primeros 1,10 m, @ 0.18 al centro en 1.30 m y @ 0.09 m en los últimos 0.90 m. El acero se instala sobre un solado de e=0.05 m en las excavaciones, luego se ubican parrillas y castillos de columnas al mismo tiempo; se aploma y apuntala.
- Después se procede a fundir con concreto de 3.000 psi las zapatas.
- Se procede al amarre de acero (4) vigas de cimentación 0.30 m x 0.30 m entre longitudinales y transversales; el refuerzo superior se hizo con 2#5 y gancho a 90°, 2#5 refuerzo inferior con gancho a 180°, flejes en varilla de  $\frac{3}{8}$ " @ 0.09 m al 1/6 inicial de su distancia total y en el 1/6 final entre cada apoyo, distancia

donde el cortante es mayor, y @ 0.18 m en la parte central donde el cortante es menor según diseño estructural.

- Una vez terminado el amarrar el acero en vigas, se procede a encofrar y apuntalar la formaleta de madera.
- Cuando se ha terminado de encofrar se procede a fundir las vigas de cimentación con concreto de 3.000 psi.
- Se inicia con el encofrado y aplomado de (4) columnas de 3.30 m de alto, para su posterior fundición con concreto de 3.000 psi.
- Una vez fundidas las columnas, se inicia el entablado para amarrar el acero de las vigas aéreas y la cubierta en losa maciza. Al igual que las vigas de cimentación, las vigas aéreas son: (4) vigas de 0.30 m x 0.30 m entre longitudinales y transversales; el refuerzo superior se hizo con 3#5 y gancho a 90°, 3#5 refuerzo inferior con gancho a 180°, flejes en varilla de 3/8" @ 0.09 m al 1/5 inicial de su distancia total y en el 1/5 final entre cada apoyo, distancia donde el cortante es mayor, y @ 0.18 m en la parte central donde el cortante es menor según diseño estructural, así mismo se instala en acero de la cubierta con doble parrilla en varilla de Ø 1/2" @ 0.15 m.
- Cuando se tiene todo el acero amarrado, las vigas elevadas y fondo de cubierta encofradas y apuntaladas, se procede a fundir con concreto de 3.000 PSI.
- Una vez terminada la estructura en concreto se procede a la conformación con material seleccionado y compactado para relleno, y fundición de la losa de contrapiso  $e=10$  cm, también se instala una malla electrosoldada DIACO 207 (1Ø6.0 mm de 0.15m x 0.15m).
- En la parte interna de la caseta, se elabora un tanque en concreto de 4.000 PSI, de 1.83 m x 1.80 m x 1.93 m de alto. Se instala acero de 1/2" en todos los muros y base @ 0.15 m, se encofra con formaleta metálica y se funde. De igual manera se hace la tapa del mismo.
- A partir de este momento se inicia con la mampostería en ladrillo visto con estría espesor=2 cm en todas las fachadas.
- Se pañeto por la cara interna del ladrillo visto, también estas caras se estucaron y pintaron con pintura Koraza Blanca.
- Se instaló (1) tubo bajante de aguas lluvias de 4", el cual posteriormente se empata a una caja de inspección sanitaria.

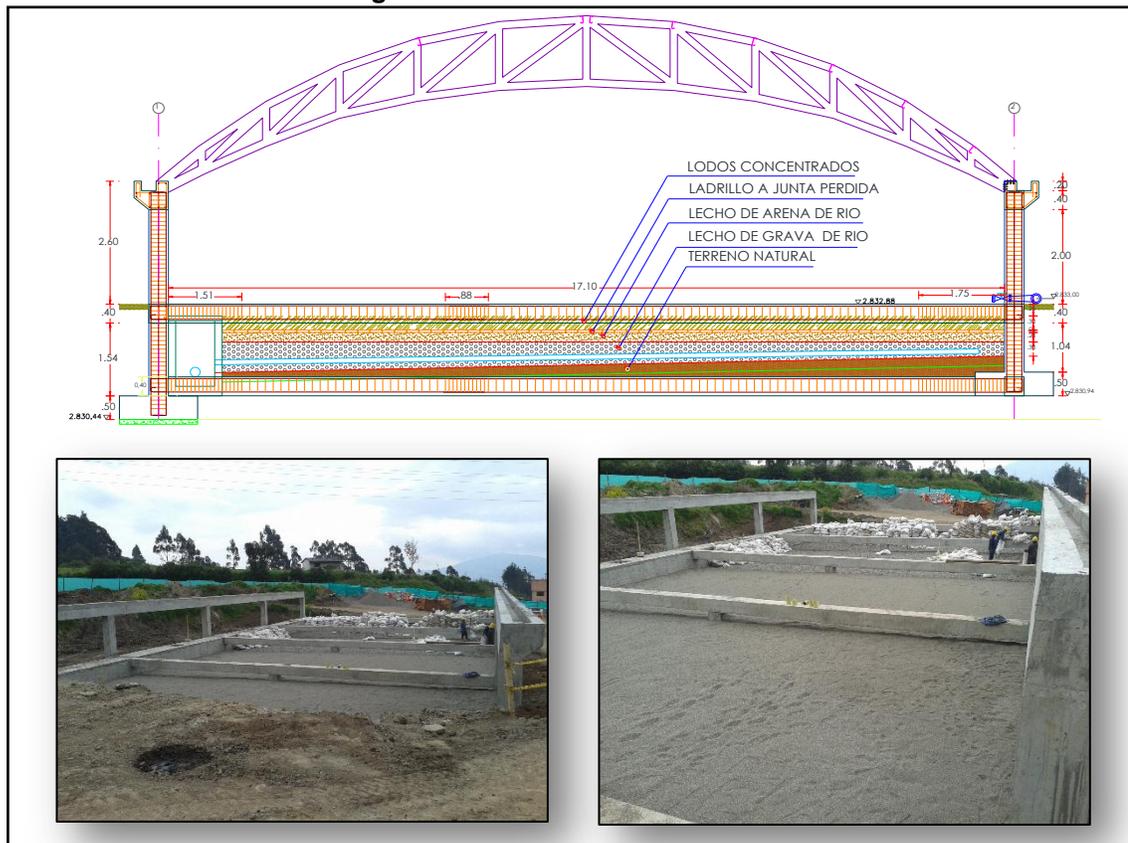
- Por último se instalan ventanas y puertas metálicas.
- La instalación eléctrica se va hacer con Tubería conduit galvanizada de acero tipo EMT para zonas industriales como dice la norma RETIE.

### 2.1.7 Construcción lechos de secado:

**Descripción:** en esta estructura se ubican los lodos provenientes del decantador; se han dispuesto cuatro (4) lechos de secado de lodos, de 8,00 m x 16,00 m de área cada uno, de 1,10 m de altura distribuidos como sigue, de abajo hacia arriba: (ver figura 15)

- |  |         |
|--|---------|
| - Lecho de grava o triturado de piedra | 0,30 m. |
| - Lecho de arena gruesa                | 0,20 m. |
| - Capa de ladrillos a junta perdida    | 0,05 m. |
| - Espacio para recepción de lodos      | 0,30 m. |
| - Borde libre                          | 0,25 m. |

**Figura 15. Estructura lechos de secado**



El secado de los lodos se hace en los cuatro lechos antes descritos en los que se deposita el lodo concentrado que proviene del tanque espesador.

Se debe llenar cada uno de esos cuatro lechos hasta completar la altura de 0,30 cm. Una vez llena la respectiva cámara, se le deja decantar durante unas pocas horas hasta que el sedimento se separa del agua y se deposita encima de los ladrillos. La pasta espesa que queda se la deja secar al menos ocho (8) días hasta que adquieran la suficiente consistencia como para ser extraída con pala y carretilla y cargarla en una volqueta a fin de ir a depositar donde se considere conveniente.

El lodo así desecado no es tóxico ni perjudicial, pero no sirve como abono orgánico por su bajo contenido de nitrógeno. En algunas partes se lo usa para fabricar ladrillo, y en otras, para selvicultura.

### **Proceso constructivo:**

- *Localización y replanteo:* (1) topógrafo y (2) cadeneros marcan los ejes de (4) columnas en el terreno, marcando la cota de inicio de zapata y terminado de placa, ubicando las cotas de la caseta según el plano estructural.
- *Excavaciones:* como el área total de esta estructura es de 17.50 m x 33.00 m, a una profundidad de 3.00 m. Se debe hacer una excavación mecánica con una Retroexcavadora de orugas; se desalojó un volumen aproximado de 1.733 m<sup>3</sup> terreno natural.
- Cuando se terminó de hacer la excavación donde va ir situada la estructura, se procede hacer las excavaciones para (10) zapatas de 1.60 m x 1.20 m x 0.50 m.
- *Amarre de acero:* paralelo a las Excavaciones una cuadrilla 0:0:4 van amarrando las parrillas de las zapatas en varilla de ½" @ 0.10 m en dos direcciones, además se amarra el acero de las columnas de 0.40 x 0.40 m, Eje 1 h=3.94 m y Eje 2 h=3.44 m, con 8#4 y flejes de 3/8" @ 0.09 m en toda la longitud de la columna. El acero se instala sobre un solado de e=0.05 m en las excavaciones, luego se ubican parrillas y castillos de columnas al mismo tiempo; se aploma y apuntala.
- Después se procede a fundir con concreto de 3.000 PSI las zapatas.
- Se procede al amarre de acero (2) vigas de cimentación transversales de 0.40m x 0.40 m ejes A y E; el refuerzo superior se hizo con 3#5 y gancho a 90°, 3#5 refuerzo inferior con gancho a 180°, flejes en varilla de 3/8" @ 0.09 m en los 1.55m iniciales de su distancia total donde el cortante es mayor, luego

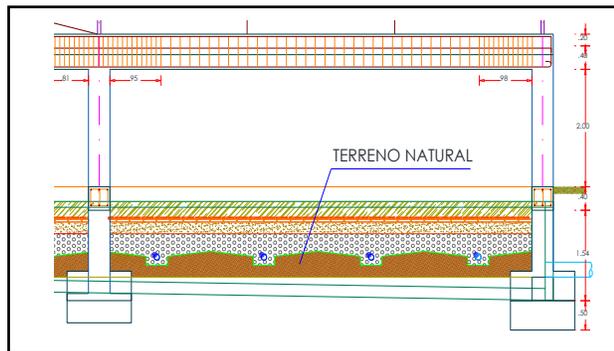
@0.16m en los 4.16 m siguientes donde el cortante es menor y así sucesivamente; luego @ 0.09 m en 0.88 m, en seguida @ 0.16 en los 8.80m siguientes y finalmente @ 0.09 m en los 1.75 m finales, según diseño estructural.

- Una vez terminado el amarrar el acero en vigas, se procede a encofrar y apuntalar la formaleta de madera. En los eje **2, A, E**, se dejan aceros verticales L=1.50 m de 1/2" @ 0.20m para luego hacer una pantalla perimetral.
- Cuando se ha terminado de encofrar se procede a fundir las vigas de cimentación con concreto de 3.000 PSI.
- Se inicia el amarre de acero de pantallas perimetrales h=1.15 m y del canal de desagüe. Estas estructuras se hacen con acero 1/2" @ 0.20 m.
- Una vez terminado el amarre de acero se procede a fundir las pantallas con concreto de 3.000 PSI incluyendo las columnas entre ellas hasta la cota: 2832.48 m.s.n.m y el canal de desagüe con concreto de 4.000 PSI con cemento Ambiente marino hasta la cota: 2832.38 m.s.n.m.
- Se inicia el encofrado y amarre de acero de (5) vigas transversales de 0.40 m x 0.40 m, en los ejes **A, B, C, D, E**, a partir de la cota: 2832.48 m.s.n.m, con refuerzo superior de 3#5, refuerzo inferior de 3#5 y flejes en varilla Ø 3/8" @ 0.09 m en los 1.55m iniciales de su distancia total donde el cortante es mayor, luego @0.16m en los 4.16 m siguientes donde el cortante es menor y así sucesivamente; luego @ 0.09 m en 0.88 m, en seguida @ 0.16 en los 8.80m siguientes y finalmente @ 0.09 m en los 1.75 m finales, según diseño estructural.
- Luego de tener amarrado el acero y encofradas todas las vigas se procede a fundir con concreto de 3.000 PSI.
- Se inicia a encofrar (10) columnas de 0.40 m x 0.40 m, hasta llegar a la cota: 2834.88 m.s.n.m y se funden con concreto de 3.000 PSI, al mismo tiempo se encofra la tapa del canal de desagüe con acero de refuerzo de 1/2" @ 0.20 m en dos direcciones para su posterior fundición en concreto de 4.000 PSI con cemento Ambiente marino.
- En la cota: 2834.88 m.s.n.m, se inicia el encofrado y amarre de acero para una viga canal a lo largo de los ejes **A y B**. El refuerzo superior se hace con 7#5 y el refuerzo inferior con 3#5. Los flejes se hacen a diferentes dimensiones, puesto que se tiene que dar la forma de un canal con chaflán externo. Estos flejes se hacen en varilla Ø 3/8" @ 0.09 m a los 0.90 m iniciales y finales entre cada apoyo en los ejes **A, B, C, D, E** donde el cortante es mayor y varilla Ø 3/8" @

0.18 m en los 6.20 m centrales donde el cortante es menor, según el diseño estructural.

- Cuando se tiene todo el acero amarado y encofrado las (2) vigas canal, se procede a fundir con concreto de 3.000 psi.
- Después de tener toda la estructura en concreto, se procede a nivelar el terreno y a dar la forma específica (Figura 16).

**Figura 16. Conformación terreno natural**



- Conformado el terreno se empieza a instalar la tubería de 4" a junta partida en forma transversal en cada uno de los 4 lechos, esta sirve para drenaje del agua que se percola a través de cada lecho. Esta tubería se sienta sobre una capa de grava especial de río de 10 cm de espesor y se conecta al canal de desagüe el cual se conduce a un pozo que descarga en la quebrada Miraflores.
- Instalada la tubería se empieza a llenar una capa de 30 cm de grava de río, luego una capa de 20 cm de arena de río y por último se instala ladrillo a junta perdida. En esta capa se secan los lodos, los cuales después de 8 horas se podrán retirar con una pala y depositar en una volqueta para su desalojo.
- El material de la cubierta y su forma, aún no se ha definido por parte de EMPOPASTO S.A

### **2.1.8 Construcción edificio de químicos:**

**Descripción:** el edificio de químicos es la estructura donde se encuentran los tanques dosificadores de sulfato de Aluminio, Policloruro de Aluminio y Cal. Además de ser una bodega para estos químicos.

Se requieren mezcladores de eje vertical para instalar en cada uno de los tanques de preparación de la solución de sulfato de aluminio (tanques 1A y 1B) y de preparación de la suspensión de cal (tanques 2A y 2B), así:

Tanques N° 1A y 1B de 2,30 m x 2,30 m de sección, 2,40 m de profundidad total y profundidad de la solución de 2,20 m (incluyendo 0,15 m para sedimentos).

Tanques 2A y 2B de 1,60 m x 1,60 m de sección, profundidad total de 2,40 m y profundidad de la solución de 2,20 m (incluyendo 0,15 m para sedimentos).

Los mezcladores serán accionados por motor eléctrico monofásico o trifásico a 120/220 V, 60 Hz; la velocidad de rotación del eje y la potencia del motor serán tales para cada uno de los mezcladores, que la hélice transmita a la masa líquida una potencia efectiva de 1 HP como mínimo para los tanques 1A y 1B y de 0,25 HP como mínimo para los tanques 2A y 2B. Las hélices serán del tipo deslizante, pudiendo ser fijadas en cualquier punto del eje. El eje y la hélice serán fabricadas de acero inoxidable resistente a líquidos corrosivos.

Se requiere el suministro y montaje de cuatro (4) tanques de almacenamiento de reactivos químicos en solución saturada. Dos (2) tanques almacenarán solución de sulfato de aluminio al 48,5% y los otros dos soluciones de policloruro de aluminio. Los tanques serán fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 15700 litros de capacidad y estarán provistos de una entrada, un rebose y una salida de Ø2". Cada tanque dispondrá además de un manhole en la parte superior, escalones de acceso y una mirilla de nivel con líneas indicadoras de llenado.

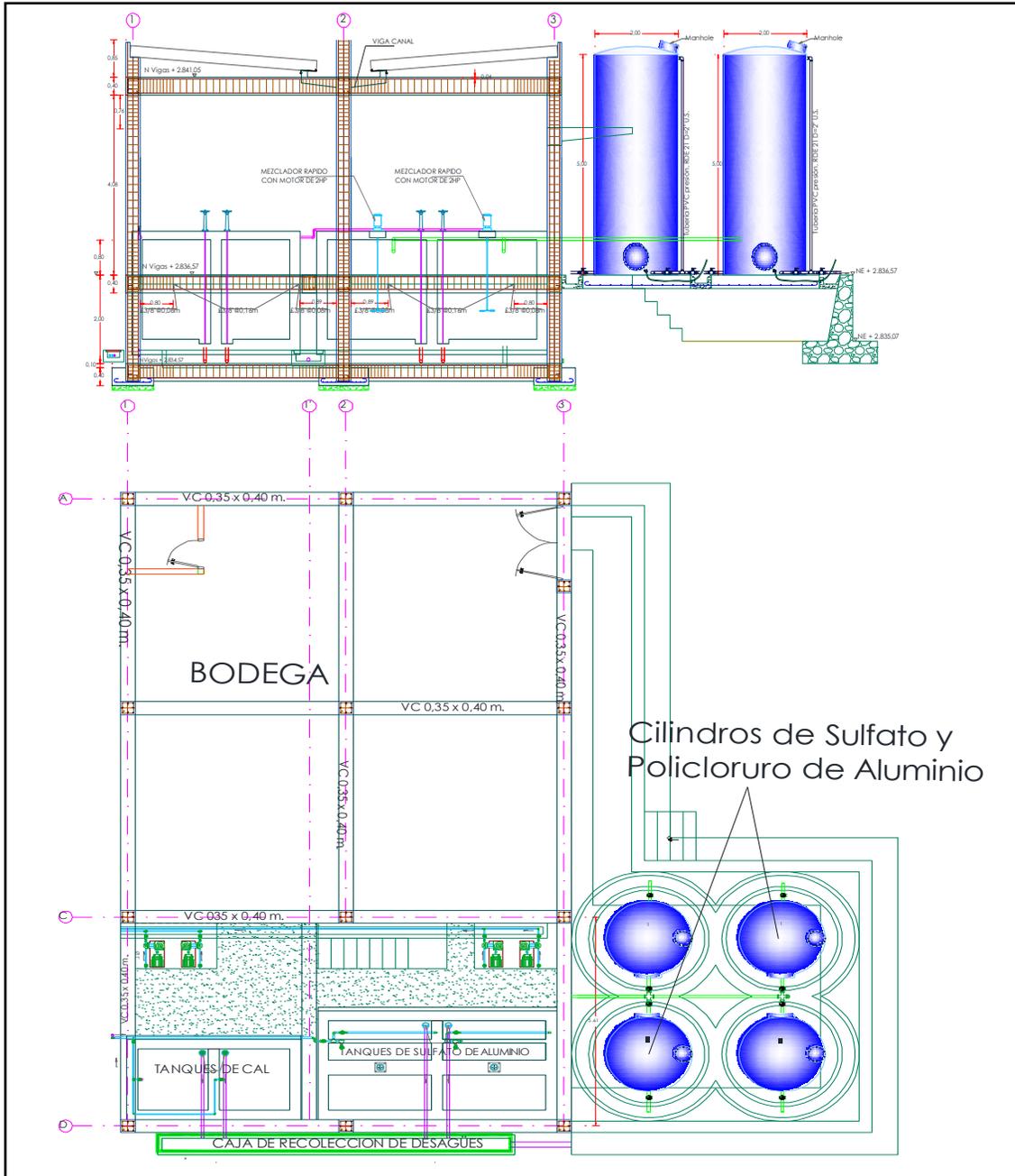
Los tanques provistos tendrán, aproximadamente, 2,00 m de diámetro interno y 5,00 m de altura útil. Las dimensiones definitivas serán ajustadas de acuerdo con los estándares de los fabricantes.

#### **Proceso constructivo:**

- *Localización y replanteo:* (1) topógrafo y (2) cadeneros marcan los ejes de (12) columnas en el terreno, marcando la cota de inicio de zapata y terminado de placa, ubicando las cotas del edificio según el plano estructural.
- *Excavaciones:* Se debe hacer una excavación mecánica con una pajarita; puesto q se tiene q bajar hasta una profundidad de 3.00 m para ubicar la cota de las (12) zapatas.
- Cuando se terminó de hacer la excavación donde va ir situada la estructura, se procede a marcar las (12) zapatas; (4) de 0.90 m x 0.90 m x 0.40 m, (6) de 1.00 m x 1.00 m x 0.40 m, (2) centrales de 1.20 m x 1.20 m.

- Amarre de acero:** paralelo a las Excavaciones una cuadrilla 0:0:4 van amarrando las parrillas de las zapatas en varilla de 1/2" @ 0.10 m en dos direcciones, además se amarra el acero de las columnas de 0.35 x 0.35 m con 8#4 y flejes de 3/8" @ 0.09 m en 2.00 m longitud de la columna (pedestales). El acero se instala sobre un solado de e=0.05 m en las excavaciones, luego se ubican parrillas y castillos de columnas al mismo tiempo; se aploma y apuntala.

**Figura 17. Planta y perfil - estructura edificio de químicos**



- Se procede al amarre de acero (7) vigas de cimentación transversales y longitudinales de 0.35m x 0.40 m; el refuerzo superior se hizo con 3#5 y gancho a 90°, 3#5 refuerzo inferior con gancho a 180°, flejes en varilla de 3/8" @ 0.09 m en los 0.80 m iniciales a cada lado de los apoyos donde el cortante es mayor, luego @0.16m en la parte central entre cada apoyo donde el cortante es menor y así sucesivamente para todas las vigas, según diseño estructural.
- Después se procede a fundir con concreto de 3.000 PSI las zapatas y vigas de cimentación, puesto que estas van incrustadas en las zapatas.
- Se inicia con el encofrado y aplomado de (12) columnas de 2.00 m de alto (pedestales), para su posterior fundición con concreto de 3.000 PSI.
- Una vez fundidas las columnas, se inicia el entablado para amarrar el acero de un segundo grupo de (7) vigas de 0.35 m x 0.40 m, entre longitudinales y transversales. El refuerzo superior se hizo con 3#5 y gancho a 90°, 3#5 refuerzo inferior con gancho a 180°, flejes en varilla de 3/8" @ 0.09 m en los 0.80m iniciales a cada lado de los apoyos donde el cortante es mayor, luego @0.16m en la parte central entre cada apoyo donde el cortante es menor y así sucesivamente para todas las vigas, según diseño estructural.
- Cuando se tiene encofrado y todo el acero amarrado, se procede a fundir las vigas de cimentación con concreto de 3000 PSI, las cuales servirán de apoyo para la placa de contrapiso.
- Entre los Ejes **C** y **D**, se elaboran (4) Tanques en concreto de 4.000 PSI, (2) tanques para la mezcla del Sulfato de Aluminio y (2) tanques para la mezcla de la Cal. Dichos tanques se arman con acero de 1/2" @ 0.15 m en ambas direcciones, luego se procede a encofrar y fundir. Para la mezcla del concreto se utilizó cemento ambiente marino.
- Una vez terminada la estructura en concreto se procede a la conformación con material seleccionado y compactado para relleno, y fundición de la losa de contrapiso e=10 cm entre los Ejes **A1** y **C3**, también se instala en forma de maya, acero de 1/2" @ 0.25 m en ambas direcciones.
- Se continua con el alzado de (12) columnas de 0.35m x 0.40m a una altura total de 5.33 m, se amarra el acero con 8#4 y flejes de 3/8" @ 0.09 m en los 0.80m iniciales y finales entre las vigas de cimentación y las vigas aéreas donde el cortante es mayor, y @ 0.18m en el centro de la columnas donde el cortante es menor.

- Cuando de tienes amarrado el acero y encofrado las columnas se procede a aplomar y apuntalar para su fundición en concreto de 3.000 PSI hasta los 4.08m de altura, donde se conectan con las vigas aéreas.
- A partir de este momento se inicia con el amarre de acero de (7) vigas aéreas de 0.35 m x 0.40 m, entre longitudinales y transversales. El refuerzo superior se hizo con 3#5 y gancho a 90°, 3#5 refuerzo inferior con gancho a 180°, flejes en varilla de 3/8" @ 0.09 m en los 0.80m iniciales a cada lado de los apoyos donde el cortante es mayor, luego @0.16m en la parte central entre cada apoyo donde el cortante es menor y así sucesivamente para todas las vigas, según diseño estructural. En la parte central se elabora una viga canal de recolección de aguas lluvias.
- Cuando se tiene encofrado y todo el acero amarrado, se procede a fundir las vigas aéreas y la viga canal con concreto de 3000 PSI, las cuales servirán de apoyo para la cubierta en canaleta 90.
- Una vez desencofradas las vigas aéreas se procede a instalas la cubierta en canaleta 90 desde los Ejes 1 y 3 hacia el centro donde se encuentra la viga canal. Se instala también un tubo bajante de aguas lluvia Ø 4".
- Cuando se tiene toda la estructura en concreto se inicia la mampostería en Bloque No.5 para el cerramiento de la estructura dejando los vanos para las ventanas según diseño arquitectónico. Se pañetan los muros y se aplica pintura verde externa y pintura blanca interna.
- En la parte externa de la estructura se elaboran 4 plataformas circulares espesor 0.20 m en concreto de 3.000 PSI reforzado con acero de 1/2" @ 0.20 m en ambas direcciones, dichas plataformas van a servir de soporte para los cilindros de almacenamiento del Policloruro y sulfato de Aluminio. (ver figura 18)

**Figura 18. Edificio de químicos y bodega - terminado**



### **2.1.9 Construcción edificio de administración:**

**Descripción:** En esta estructura se ubican las oficinas administrativas, de control y automatización, laboratorios, cuarto de reactivos, cocina, cuarto de aseo, deposito entre otros. El edificio estaba listo para fundir la losa de entre piso del nivel 1°, ya se había realizado explanación, replanteo, excavaciones, zapatas, vigas de cimentación, vigas aéreas y columnas del 1° nivel.

#### **Proceso constructivo:**

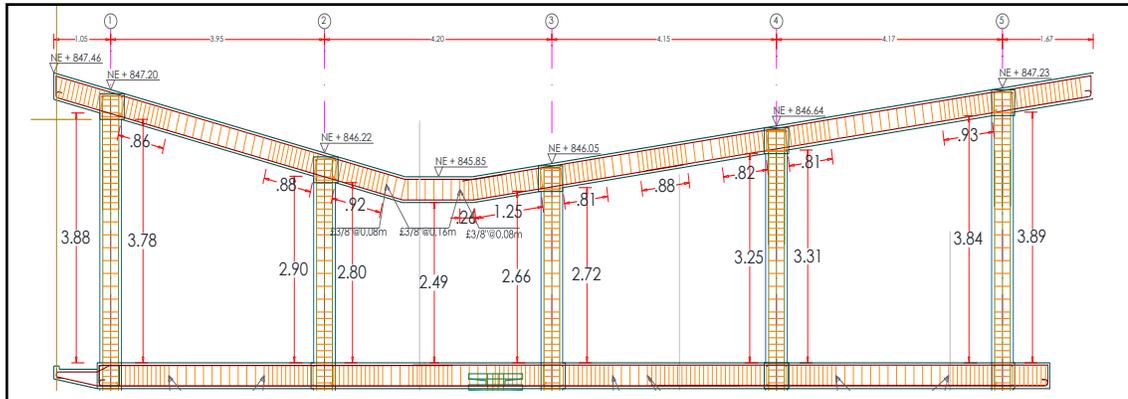
- Se funde losa aligerada de entrepiso del 1° nivel de la siguiente manera: una vez listo el encofrado y el acero de vigas y viguetas se procede a la instalación de tubería conduit 3/4" para sistema eléctrico, se aplica una capa de concreto espesor 0.05 m, luego se ubican los casetones en toda la losa, además se hacen todas las instalaciones hidráulicas y sanitarias, en seguida se instala una malla electrosoldada DIACO 207 (1Ø6.0 mm de 0.15m x 0.15m) encima de estos. Luego se hace la instalación eléctrica del 2° nivel y se procede a vaciar concreto de 3.000 PSI por toda la losa hasta completar una altura total de 0.40 m, haciendo llegar el concreto por todas las vigas y viguetas con un vibrador a gasolina para su mejor acomodamiento.

- A los 2 días, se continua con el armado de acero en (10) columnas de 0.40m x 0.40m con 8#6, flejes y suplementos @ 0.10m en los primeros y últimos 0.80m y @ 0.20 en el centro de la longitud de las columnas. También se instala acero en (6) pantallas en caso de sismo dispuestas en el sentido transversal, para mejoramiento de la flexibilidad en este sentido, de acuerdo con la norma NSR-10, dichas pantallas son de 1.00m x 0.25m con 10#4 verticales y flejes L=2,35m en varilla de 3/8" @ 0.20m. Las columnas y pantallas se amarran hasta una altura de 2.50m, dejando q continúen hacia arriba los aceros verticales.
- Después de tener todo el acero amarrado se procede a encofrar con formaleta metálica, apuntalando y aplomando muy bien todas las columnas y pantallas para su posterior fundición con concreto de 3.000 PSI.
- A los dos días se desencofra y se continúa formaleteando la losa de entrepiso del 2° nivel con cerchas y parales los cuales serán el soporte de los tableros sentados sobre estos.
- Una vez encofrada toda la base se procede al amarre de acero para (7) vigas entre longitudinales y transversales con acero superior 4#5 y refuerzo en apoyos por cortante máximo con 3#5 L=2.40m, y refuerzo inferior 4#5 a todo lo largo de las vigas; los flejes se hacen con varilla de 3/8" @ 0.08m a cada lado de los apoyos y varilla de 3/8" @ 0.16m en la parte central entre los apoyo. Las viguetas longitudinales y transversales se amarran con acero superior 1#5 e inferior 1#5 y flejes en varilla de 3/8" @ 0.25m.
- Cuando se tiene todo el acero instalado y encofrado los laterales de la placa se procede a la instalación de tubería conduit 3/4" para sistema eléctrico, se aplica una capa de concreto espesor 0.05 m, luego se ubican los casetones en toda la losa, además se hacen todas las instalaciones hidráulicas y sanitarias, en seguida se instala una malla electrosoldada DIACO 207 (1Ø6.0 mm de 0.15m x 0.15m) encima de estos. Luego se hace la instalación eléctrica del 2° nivel y se procede a vaciar concreto de 3.000 PSI por toda la losa hasta completar una altura total de 0.40 m, haciendo llegar el concreto por todas las vigas y viguetas con un vibrador a gasolina para su mejor acomodamiento.
- A los 2 días, se continua con el armado de acero en (10) columnas de 0.40m x 0.40m con 8#6, flejes y suplementos @ 0.10m en los primeros y últimos 0.80m y @ 0.20 en el centro de la longitud de las columnas. En el 3° nivel ya no se continúa con las pantallas, según diseño estructural. La altura de estas es variable, puesto q son la base para una cubierta en forma de "V".
- Una vez listo el amarre de todo el acero de columnas se continua con la fundición con concreto de 3.000 PSI, este es conducido hasta el 3° nivel por

medio de una bomba estacionaria impulsadora de concreto, a través de una tubería de acero.

- A los dos días se desencofra y se continúa formaletando la losa de cubierta del 3° nivel con cerchas y parales los cuales serán el soporte de los tableros sentados sobre estos. La cubierta es como se muestra en la (ver figura 19)

**Figura 19. Diseño de cubierta – edificio de administración 3° nivel**



- Una vez encofrada toda la base se procede al amarre de acero para (7) vigas entre longitudinales y transversales con acero superior 4#5 y refuerzo en apoyos por cortante máximo con 3#5 L=2.40m, y refuerzo inferior 4#5 a todo lo largo de las vigas; los flejes se hacen con varilla de 3/8" @ 0.08m a cada lado de los apoyos y varilla de 3/8" @ 0.16m en la parte central entre los apoyo. Las viguetas longitudinales y transversales se amarran con acero superior 1#5 e inferior 1#5 y flejes en varilla de 3/8" @ 0.25m.
- Cuando se tiene todo el acero instalado y encofrado los laterales de la placa de cubierta se procede a la instalación de tubería conduit 3/4" para sistema eléctrico, se aplica una capa de concreto espesor 0.05 m, luego se ubican los casetones en toda la losa, se ubican los tubos finales de ventilación y bajantes de aguas lluvias, además se instala una malla electrosoldada DIACO 207 (1Ø6.0 mm de 0.15m x 0.15m) encima de estos. Luego se procede a vaciar concreto de 3.000 PSI por toda la losa hasta completar una altura total de 0.40m, haciendo llegar el concreto por todas las vigas y viguetas con un vibrador a gasolina para su mejor acomodamiento.
- Después de tener toda estructura en concreto se procede con la mampostería, la fachada Norte en ladrillo visto, las demás fachadas en bloque No.5 pañetado. En la parte interna los muros divisorios se pañetan y estucan, no sin antes ubicar la tubería eléctrica de interruptores y tomacorrientes.

- En el 1° nivel está ubicada la cocina, comedor, recepción, en las cuales enchapo el piso con porcelanato negro de 0.60m x 0.60m. También está el cuarto de aseo, depósito y (2) baños los cuales se enchaparon en cerámica blanca de 0.60m x 0.30m los muros y los pisos en cerámica blanca Murcia de 0.30m x 0.30m. la entrada a la recepción se enchapo con fachaleta de 0.30m x 0.15m. la ventanería se hizo en aluminio blanco según diseño arquitectónico.
- En el 2° nivel está ubicado los laboratorios químico, bacteriológico y de reactivos, (1) baño, los muros de estos cuartos se enchaparon con cerámica blanca de 0.60m x 0.30m a una altura de 1.80m y los pisos en cerámica blanca de 0.30m x 0.30m. En este nivel también se encuentra un pasillo, una zona libre y la oficina del Químico, en las cuales se enchapo los pisos en porcelanato negro de 0.60m x 0.60m. La ventanería se hizo en aluminio blanco según diseño arquitectónico.
- En el 3° nivel están ubicadas las oficinas del mecánico, instrumentación, operador automático y administrador. Los pisos de estas fueron enchapados en porcelanato negro de 0.60m x 0.60m. Además de un baño enchapado en cerámica blanca de 0.60m x 0.30m sus muros y el piso en cerámica Murcia blanca de 0.30m x 0.30m.
- Los antepechos de todas las fachadas fueron pintados con pintura Koraza Verde y las vigas que aparecen en concreto a la vista según diseño arquitectónico se pintaron con pintura Koraza gris Basalto.
- Hasta la fecha hace falta la instalación de sanitarios, lavamanos, equipos en laboratorios, cableado eléctrico, luminarias, tomacorrientes, vidrios y detalles finales. (ver figura 20)

Figura 20. Arquitectura del edificio de administración



**2.1.10 Actividades ejecutadas en el apoyo técnico.** En la construcción de todas y cada una de las estructuras que hacen parte de la planta de tratamiento de agua potable – piedras, por parte del pasante se prestó un apoyo técnico realizando las siguientes actividades:

- Revisión con la comisión de topografía las cotas según planos de la ubicación de cada estructura.
- Supervisión de todas las excavaciones según dimensiones estructurales.
- Chequeo de distanciamientos en el amarre de acero, aplome, encofrado y medidas exactas de vigas, viguetas, vigas canal, columnas, zapatas, pantallas, muros, tanques, pasarelas, andenes, losas de entrepiso, placas de cubierta, entre otras.
- Control e inspección en las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas.
- Desalojo de material de excavación y así mismo control de volquetas.
- Calculo de cantidades de acero y mampostería.
- Registro de reporte diario de obra.
- Interpretación y replanteo de planos según sugerencias de interventoría.
- Ayuda en la elaboración del acta de corte mensual para el contratista.

### 3. CONCLUSIONES

Al realizar el seguimiento y apoyo técnico al proyecto “Sistema de Abastecimiento de Agua Potable – Quebrada Piedras, se adquirió una gran experiencia y conocimientos acerca de los procesos constructivos en una PTAP tales como: excavaciones (manual y mecánica), replanteos, despiece, requisición y amarre de acero, encofrado, vaciado de concreto, mampostería, instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas, acabados (afinados, estuco, pintura), enchapes, instalación de tubería de 20”, 14”, 10”, 6” en Hierro Dúctil.

Se Realizó la inspección técnica a cada una de las estructuras que hacen parte de la planta de tratamiento, así mismo se hizo cumplir lo estipulado en planos para que cada actividad sea aprobada por la Interventoría.

Se llevó correctamente el reporte diario de obra, consignando en el todas las actividades programadas y ejecutadas durante el periodo de pasantía, dicho reporte se entregó al Ingeniero residente para su respectivo archivo y chequeo de bitácora.

Se presentó a las directivas un informe semanal de actividades cumplidas a través de diapositivas con registro fotográfico, número de trabajadores, reporte de equipos y cantidades de obra ejecutadas.

En conjunto con el Ingeniero residente Jaime A. Caraballo se elaboró el acta de corte mensual para pago del contratista y así mismo para revisión por parte de la Interventoría, para el posterior pago a la Unión Temporal Fase II.

Se Aprendió acerca del manejo de personal, como dirigirse a ellos y dar órdenes de una forma respetuosa, con autoridad para una exacta ejecución de actividades basándose en conocimiento adquiridos en la etapa de estudiante de Ingeniería Civil.

Por último, la planta de tratamiento de agua potable “Las Piedras” fue construida para tratar un caudal de 250 Lt/s, como solución para suministrar agua por gravedad a las Zonas de Expansión Urbana Nororiental la cual se hacía por bombeo acarreando elevados costos y un servicio insuficiente.

#### **4. RECOMENDACIONES**

Realizar la corrección de planos y replanteo de estructuras basándose en las dimensiones, cotas y modificaciones ejecutadas en obra para un mejor funcionamiento y ubicación de las estructuras (planos Record).

Realizar un mejor análisis del caudal a tratar en la planta de tratamiento de agua potable “Las Piedras” puesto que análisis realizados por parte de EMPOPASTO S.A se ha llegado a la conclusión que en época de verano el caudal captado en la bocatoma de la quebrada Piedras es inferior al proyectado.

Empezar en los trámites necesarios para que se un hecho el proyecto de la nueva represa que abastecerá en tiempos de verano a la PTAP “Las Piedras” para que trabaje a su máxima capacidad (250 Lt/s).

Implementar la automatización de la PTAP “Las Piedras” para un excelente funcionamiento y control total de válvulas, compuertas, bombas, mezcladores y otros equipos los cuales hasta el momento se van a operar manualmente y parte semi-automática.

Dar prioridad de oferta de trabajo a personas de la región, tanto mano de obra operativa, técnica, profesional y administrativa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

EL AGUA POTABLE. [en línea] [citado 2014-03-16] Disponible en internet: [http://www.elaguapotable.com/tratamiento\\_del\\_agua.htm](http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm)

EMPOPASTO S.A. Resumen Ejecutivo 23 de septiembre de 2012, suministrado

\_\_\_\_\_. Descripción del proyecto planta Las Piedras, Documento suministrado por

ESPECIFICACIONES TECNICAS ESPECÍFICAS Y GENERALES PTAP “LAS PIEDRAS”

HERNÁNDEZ, Fernández y BAPTISTA. Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill, s.f. p.140.

MANUAL DE OPERACIÓN PTAP “LAS PIEDRAS” 2010.

Planos Estructurales, Arquitectónicos, Hidráulicos, Sanitarios y Eléctricos, Planta de Tratamiento de Agua Potable “Las Piedras”.

UNIÓN TEMPORAL FASE II, Documentación interna.

# **ANEXOS**



**HIDROSAN LTDA.**  
INGENIEROS CONSULTORES



**BANCO INTERAMERICANO  
DE DESARROLLO**



**EMPOPASTO**  
CALIDAD Y TRANSPARENCIA PARA SU VIDA

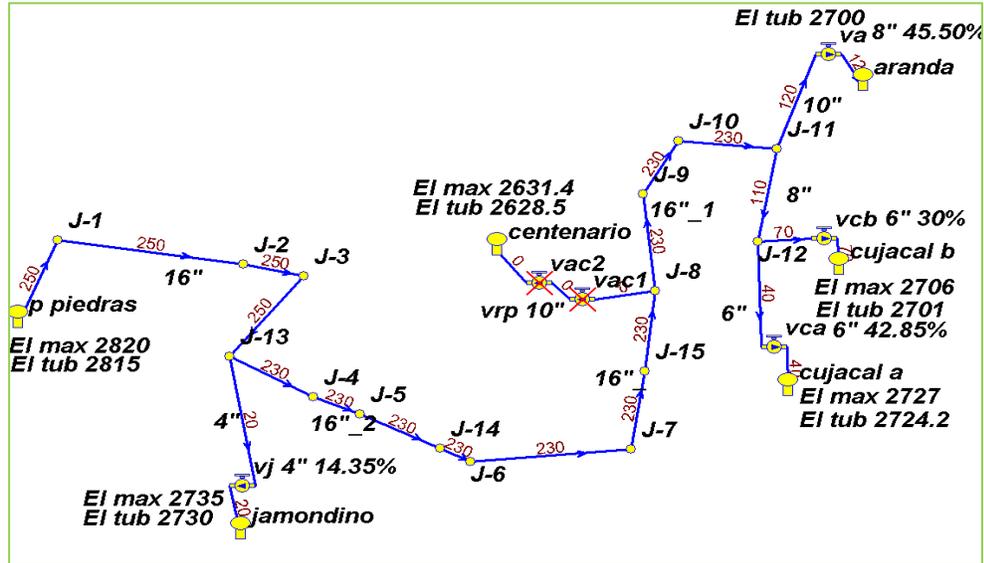
Estudios de factibilidad técnica, económica y ambiental y diseños definitivos de la Planta de Tratamiento Las Piedras y su sistema de conducciones de agua cruda y tratada.

### **Anexo A. PRESUPUESTO DE COSTOS PLANTA DE TRATAMIENTO LAS PIEDRAS**

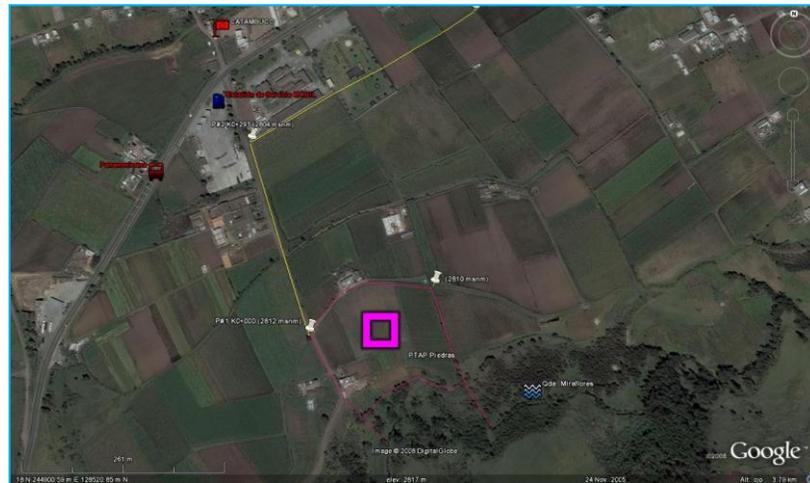
TRABAJOS PRELIMINARES	\$ 15.738.744
MOVIMIENTO DE TIERRAS	\$ 121.016.426
OBRAS DE URBANISMO	\$ 350.510.241
DESAGUES EXTERIORES DE UNIDADES DE PROCESO	\$ 79.201.671
ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO HIDRAULICAS	\$ 2.191.037.941
INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS EN UNIDADES DE PROCESO Y PLANTA DE LODOS	\$ 547.208.142
ELEMENTOS DE HIERRO FUNDIDO Y DUCTIL EN UNIDADES DE PROCESO Y PLANTA DE LODOS	\$ 816.630.377
EDIFICIOS	\$ 807.502.250
SISTEMAS DE PREPARACION Y DOSIFICACION DE QUIMICOS	\$ 270.806.806
SISTEMA DE LAVADO DE FILTRO CON AIRE A PRESION	\$ 204.768.000
INSTALACIONES GENERALES ELECTRICAS PRINCIPALES	514.523.000
EQUIPOS DE LABORATORIO	\$ 141.026.819
<b>TOTAL:</b>	<b>\$ 6.059.970.417</b>

FUENTE: HIDROSAN LTDA.

### Anexo B. LOCALIZACION PLANTA PIEDRAS



(Imagen Satelital - PTAP)



La PTAP Piedras, ubicada en Catambuco, adyacente a la carretera Panamericana y a la Qda. Miraflores. Dispone de acceso vial en afirmado y energía eléctrica de la Sub-Estación Catambuco. A partir de la PTAP se podrá abastecer por gravedad la futura y cercana Zona Industrial, y los desarrollos urbanos altos, a partir de los Tanques Jamondino y Aranda, y los tanques existentes Cujacal bajo y alto a través del Tanque alto Centenario.

### **Anexo C. LOCALIZACION TANQUE JAMONDINO**



Tanque Jamondino, ubicado sobre la cota 2.736 msnm en el PB#19, y a 640 m de la desviación P#16 ubicada en inmediaciones de la urbanización Los Cristales y Parque Chapalito. Desde este nuevo Tanque, que se localiza en el piedemonte de las antenas sobre la margen derecha de la Qda. Guachucal, se atenderán la Central de abastos y CEDENAR, y aguas abajo de la conducción también se podrá abastecer los futuros desarrollos por la margen derecha de la Qda. Membrillo, al Oriente del barrio El Rosario y al Sur de Puerres y Cánchala.



HIDROSAN LTDA.  
INGENIEROS CONSULTORES



BANCO INTERAMERICANO  
DE DESARROLLO



Estudios de factibilidad técnica, económica y ambiental y diseños definitivos de la Planta de Tratamiento Las Piedras y su sistema de conducciones de agua cruda y tratada.

## Anexo D. LOCALIZACION TANQUE ARANDA

Localización cartográfica satelital del predio seleccionado para el Tanque Aranda, en la cota 2.725 msnm, 750 m al norte del Colegio Militar Colombia, por la antigua carretera a Popayán.



El T. Aranda se localiza por el costado occidental de la antigua carretera al Norte, iniciando el desvío de la tubería que lo abastece a la altura del Colegio Militar, y siguiendo por la zona baja hasta unos 800 m al Norte, para evitar la erosión de ambos taludes de esta misma vía. Desde este tanque se atenderán los desarrollos altos de las urbanizaciones proyectadas en las haciendas La Magdalena y Janacatú, en el sector Tescual.



**HIDROSAN LTDA.**  
INGENIEROS CONSULTORES



**BANCO INTERAMERICANO  
DE DESARROLLO**



Estudios de factibilidad técnica, económica y ambiental y diseños definitivos de la Planta de Tratamiento Las Piedras y su sistema de conducciones de agua cruda y tratada.

### **Anexo E. POBLACION BENEFICIADA**

Con relación al número de soluciones que podría abastecer o viabilizar el proyecto, se presenta el balance hidráulico de caudales, con base en el caudal de 250LPS disponible del proyecto “Sistema de Abastecimiento Quebrada Piedras”, teniendo claro que no solamente el caudal disponible se distribuirá mediante flujo presurizado por gravedad hacia las zonas de expansión, sino que también alimentará los sistemas existentes de Cujacal Tanque Bajo y Cujacal Tanque Alto, con la finalidad que la alimentación que se realiza actualmente por bombeo a estos sistemas, quede como una alternativa redundante o emergente.

A continuación se presenta el balance hidráulico de caudales, bajo la concepción de un Sistema, el cual tiene un caudal de entrada, su distribución a cada uno de los componentes y el balance de conformidad a la ecuación de continuidad.

#### **BALANCE HIDRAULICO DE CAUDALES**

<b>CAUDAL ENTRANTE</b>	<b>SISTEMA ABASTECIDO</b>	<b>CAUDAL ASIGNADO O SALIDA</b>
Planta Piedras 250 LPS	Zona de Expansión Aranda	75LPS
	Zona de Expansión Jamondino	65LPS
	Sistema Cujacal Tanque Bajo	70LPS
	Sistema Cujacal Tanque Alto	40LPS
	<b>Total</b>	<b>250LPS</b>

## Anexo F. IMÁGENES ARQUITECTONICAS



Edificio de Administración



Área de Depósitos



**HIDROSAN LTDA.**  
INGENIEROS CONSULTORES

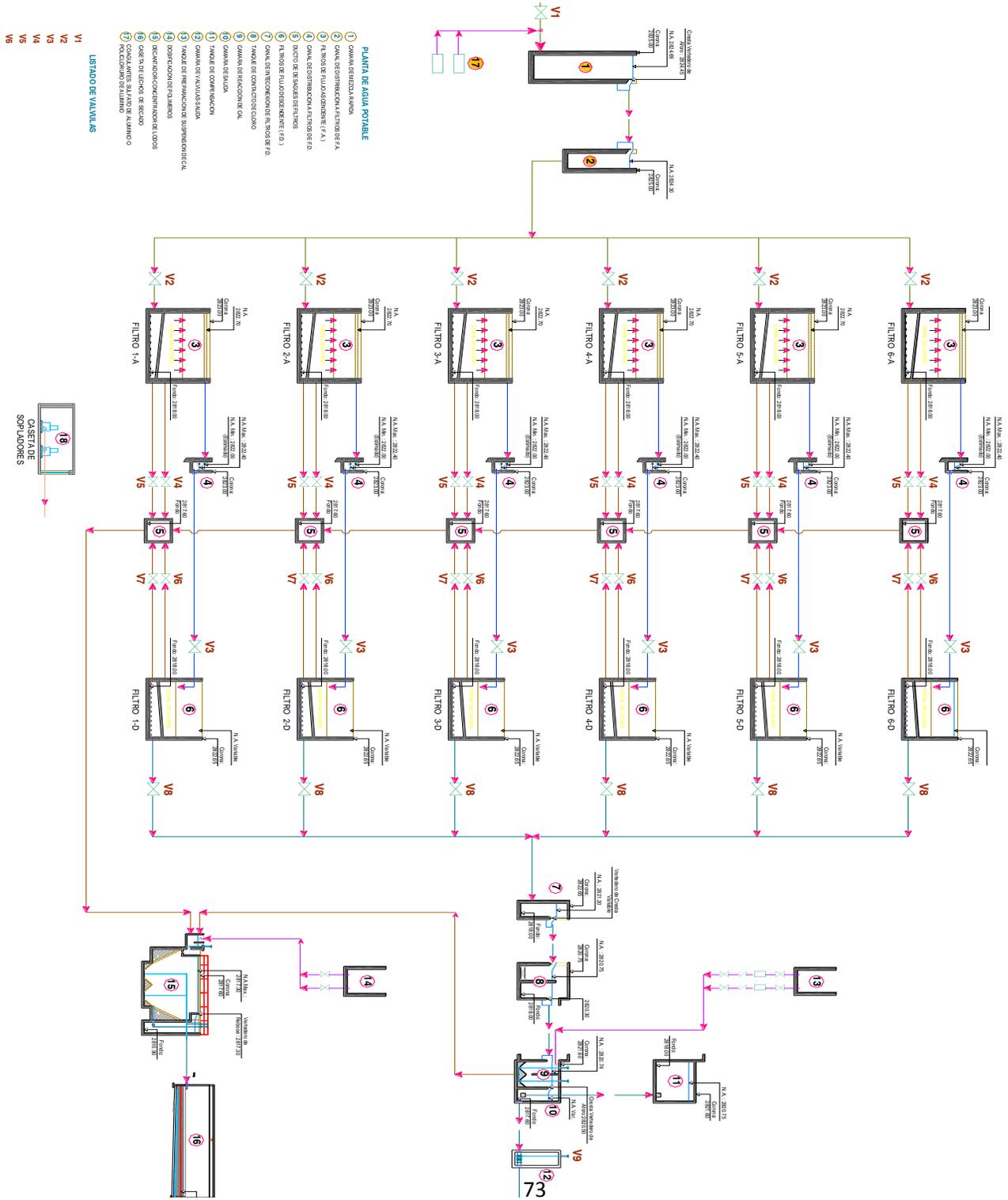


**BANCO INTERAMERICANO  
DE DESARROLLO**



Estudios de factibilidad técnica, económica y ambiental y diseños definitivos de la Planta de Tratamiento Las Piedras y su sistema de conducciones de agua cruda y tratada.

## Anexo G. DIAGRAMA DE FLUJO PROCESOS PTAP – PIEDRAS



## Anexo H. INFORME DE LABORATORIO – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO. (113 A 117)

 <b>Suelos &amp; Diseños</b> <small>GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD</small>		<b>LABORATORIO DE GEOTECNIA Y DISEÑOS DE CONCRETO</b>										FORMATO No. 5
<b>PROYECTO</b> SISTEMA DE ABASTECIMIENTO QUEBRADA PIEDRAS FASE II		<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2014										
<b>SOLICITA</b>		<b>CEMENTO:</b>										
<b>FUENTE DE MATERIALES</b>		<b>ARENA:</b>										
MUESTRA No.	LOCALIZACIÓN EN OBRA	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DÍAS)	ASENTAMIENTO SLUMP CM	RESISTENCIA TEORICA (PSI)	RESISTENCIA (PSI)	% ALCANZADO	PROYECCION 28 DIAS	OBSERVACIONES		
113A	Placas Circulares Edificio de Químicos	29-oct-14	19-nov-14	21	3000	3000	3756	125%				
113B			26-nov-14	28			4120	137%				
113A	Placa y Vigas Cubierta Casetas de Sopladores	29-oct-14	19-nov-14	21	3000	3000	3901	130%				
113B			26-nov-14	28			4133	138%				
113A	2 Viguetas Elevadas Edificio de Administración	29-oct-14	19-nov-14	21	3000	3000	3817	127%				
113B			26-nov-14	28			4101	137%				
114A	Remate Columnetas Caseta de Claración	30-oct-14	20-nov-14	21	3000	3000	3940	131%				
114B			27-nov-14	28			4229	141%				
115A	Tapa Tanque de Reserva Caseta de Polimeros	06-nov-14	20-nov-14	14	4000	4000	3825	96%				
115B			04-dic-14	28			4899	122%				
115A	Tapas Camara de Entrada y Salida Decantador	06-nov-14	20-nov-14	14	4000	4000	3988	100%				
115B			04-dic-14	28			4695	117%				
116A	Canal y Vigas Elevadas Edificio de Químicos	07-nov-14	21-nov-14	14	3000	3000	3207	107%				
116B			05-dic-14	28			4048	135%				
117A	Vigueta Elevada Edificio de Administración	07-nov-14	21-nov-14	14	3000	3000	3174	106%				
117B			05-dic-14	28			4082	136%				

REALIZO:

  
**VICTOR SANCHEZ**  
 Laboratorista

REVISO:

  
**JENNY RIVERA**  
 Geotecnóloga U. del Cauca

## Anexo I. INFORME DE LABORATORIO – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO. (97 A 100)

 <b>Suelos &amp; Diseños</b> <small>GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD</small>		<b>LABORATORIO DE GEOTECNIA Y DISEÑOS DE CONCRETO</b> <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO I.N.V. E - 410</b>										FORMATO No. 3	
<b>PROYECTO</b> SISTEMA DE ABASTECIMIENTO QUEBRADA PIEDRAS FASE II												<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2014	
<b>SOLICITA</b>												<b>CEMENTO:</b>	
<b>FUENTE DE MATERIALES</b>		<b>ARENAS:</b>											
MUESTRA No.	LOCALIZACIÓN EN OBRA	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DIAS)	ASENTAMIENTO SLUMP CM	RESISTENCIA TEORICA (PSI)	RESISTENCIA (PSI)	RESISTENCIA (PSI)	% ALCANZADO	PROYECCION 28 DIAS	OBSERVACIONES		
97A	Maros Tanque de Dosisación Sulfato Edificio de Químicos	30-sep-14	18-nov-14	49		4000	4484	4087	112%				
97B			18-nov-14	49									
97A	3 Columnas Edificio de Químicos	30-sep-14	18-nov-14	49		3000	3922	3806	131%				
97B			18-nov-14	49									
97A	Plaza Piso Edificio de Administración	30-sep-14	18-nov-14	49		3000	3884	3959	129%				
97B			18-nov-14	49									
98A	Plaza Piso Edificio de Administración	01-oct-14	18-nov-14	48		3000	4064	3899	135%				
98B			18-nov-14	48									
99A	Pasarela Decantador	02-oct-14	18-nov-14	47		4000	4784	4895	120%				
99B			18-nov-14	47									
99A	3 Columnas Edificio de Químicos	02-oct-14	18-nov-14	47		3000	4052	3802	135%				
99B			18-nov-14	47									
99A	Zapatasm Sopladores y Polimeros	02-oct-14	18-nov-14	47		3000	3915	4083	131%				
99B			18-nov-14	47									
100A	Vigas Transversales Lechos de Secado	07-oct-14	18-nov-14	42		3000	3989	3729	133%				
100B			18-nov-14	42									
100A	Muro Interno Canal de Descarga Lechos de Secado	07-oct-14	18-nov-14	42		3000	3956	3967	132%				
100B			18-nov-14	42									
100A	Placas Riscas Sopladores y pelimeros	07-oct-14	18-nov-14	42		3000	4151	3914	138%				
100B			18-nov-14	42									

REALIZO:

  
**VICTOR SANCHEZ**  
 Laboratorista

REVISO:

  
**Ariner Vanessa Poytilla**  
 Geotecnología U. del Cauca

## Anexo J. INFORME DE LABORATORIO – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO. (88 A 96)

 <b>Suelos &amp; Diseños</b> <small>GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD</small>		<b>LABORATORIO DE GEOTECNIA Y DISEÑOS DE CONCRETO</b> <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO I.N.V. E - 410</b>										FORMATO No. 3
<b>PROYECTO</b> SISTEMA DE ABASTECIMIENTO QUEBRADA PIEDRAS FASE II		<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2014										
<b>SOLICITA</b>		<b>ARENA:</b>										
<b>FUENTE DE MATERIALES</b>		<b>TRITURADO:</b>										
MUESTRA No.	LOCALIZACIÓN EN OBRA	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (DIAS)	ASENTAMIENTO SLUMP CM	RESISTENCIA TEORICA (PSI)	RESISTENCIA (PSI)	% ALCANZADO	PROYECCION ZB DIAS	OBSERVACIONES		
88A		17-sep-14	18-nov-14	62		3000	3853	128%				
88B			18-nov-14	62			3707	124%				
89A	Vigas de Biorra 2 Nivel Edificio de Químicos	19-sep-14	18-nov-14	60		3000	3824	127%				
89B			18-nov-14	60			3740	125%				
90A	Vigas de Rostro Elevadas y Muro contencion Eje 1 Lechos de Secado	20-sep-14	18-nov-14	59		3000	3732	124%				
90B			18-nov-14	59			3737	125%				
91A	5 Columnas Lechos de Secado	22-sep-14	18-nov-14	57		3000	3851	128%				
91B			18-nov-14	57			3676	123%				
91A	4 Columnas Edificio de químicos	22-sep-14	18-nov-14	57		3000	3618	121%				
91B			18-nov-14	57			3778	126%				
92A	Placa de piso Canal Lechos de Secado	23-sep-14	18-nov-14	56		3000	4069	136%				
92B			18-nov-14	56			3894	130%				
93A	Columnas Edificio de Químicos	24-sep-14	18-nov-14	55		3000	3809	127%				
93B			18-nov-14	55			3904	130%				
94A	Muros Tanque de Cal Edificio de Químicos	25-sep-14	18-nov-14	54		4000	4805	120%				
94B			18-nov-14	54			4628	116%				
95A	Remate de Columnas Edificio de Químicos	27-sep-14	18-nov-14	52		3000	3749	125%				
95B			18-nov-14	52			3931	131%				
96A	Placa de Piso Zona de Bodega Edificio de Químicos	29-sep-14	18-nov-14	50		3000	4602	153%				
96B			18-nov-14	50			4203	140%				

REALIZO:

  
**VICTOR SANCHEZ**  
 Laboratorista

REVISO:

  
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
 Geotecnología U. del Guayana

## Anexo K. PROCTOR MODIFICADO DE SUB BASE UTILIZADA PARA RELLENOS ESPECIALES.

 NIT: 12.987.362-0 <b>SAMUEL PABON</b>	<b>SISTEMA DE GESTION INTEGRAL</b>	CODIGO: F-LAB-E142 REVISION: 0
	PROCTOR MODIFICADO E-142 INV	FECHA: 01-10-13
	<b>LAVORATORIO DE PAVIMENTOS</b>	

OBRA :	CUT FASE II	MUESTRA N°	<b>14</b>
LOCALIZACION :	Pasto-Nariño	FECHA:	3-abr-14
SOLICITA:	ING/ Víctor Hugo Solarte		
MATERIAL:	Sub Base		
DESCRIPCION:	RECEBO COLOR ROJO		

<b>DENSIDAD SECA</b>			
Prueba N°	1	2	3
N° de Golpes	56	56	56
Molde N°	1	1	1
N° de Capas	5	5	5
Peso Muestra Húmeda + Molde (grs)	7136,0	7316,0	7408,0
Peso Molde (grs)	3156,1	3156,1	3156,1
Peso Muestra húmeda (grs)	3979,9	4159,9	4251,9
Volumen Molde cm3	2105,4	2105,4	2105,4
Densidad Humeda grs/cm3	1,890	1,976	2,020
Densidad Seca grs/cm3	<b>1,772</b>	<b>1,811</b>	<b>1,799</b>

<b>TOMA DE MUESTRAS PARA CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Recipiente No.	1	2	3
Peso Rec. + Muestra Hum. (grs) P1:	303,5	268,3	311,3
Peso Rec. + Muestra Seca (grs) P2:	288,3	251,2	284,3
Peso Recipiente (grs) P3:	61,6	63,7	63,7
Contenido de Humedad (%)	<b>6,70%</b>	<b>9,12%</b>	<b>12,24%</b>
% Humedad Deseada	7,00%	10,00%	13,00%
% Humedad a Adicionar	2,3%	5,3%	8,3%
Agua a Adicionar ml	130	302,2	474,1

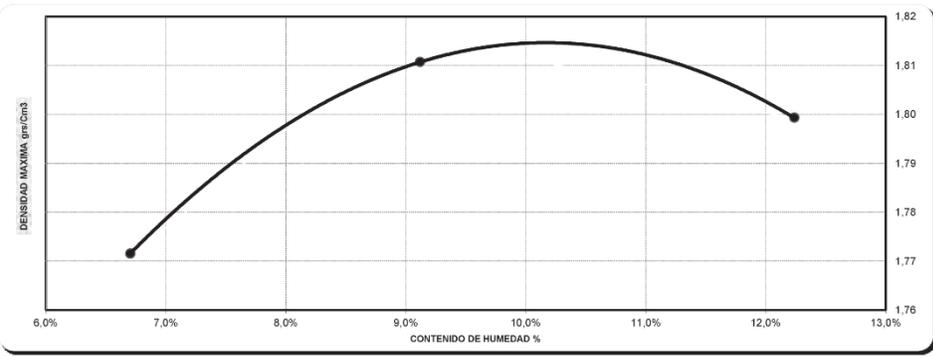
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL</b>			
Peso Humedo	P1:	265,3 grs	
Peso Seco	P2:	256, grs	
Peso de la Tara	P3:	59,2 grs	
Humedad:		<b>4,73%</b>	

<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>	
Densidad Maxima:	<b>1,815 gr/cm3</b>
Humedad Optima:	<b>10,17 %</b>

**CURVA PROCTOR MODIFICADO**



OBSERVACIONES : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
Pablo Alejandro Benavides Laboratorista		

## Anexo L. EJEMPLO ACTAS DE CORTE PARA PAGO A CONTRATISTA

ACTA DE COBRO AL 30-08-2014					
<b>CONCRETO 3000 PSI CASETA DE CLORACION CORTE AL 30 - 08 - 2014</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	TIPO DE CONCRETO P.S.I.	CANTIDAD TOTAL EJECUTADO	TOTAL PAGADO CORTE AL 30 - 07 - 2014	POR PAGAR CORTE AL 30 - 08 - 2014
Placa Cubierta	ML	3000	16,54	13,74	<b>2,80</b>
<b>MAMPOSTERIA CASETA DE CLORACION CORTE AL 30 - 08 - 2014</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	MAMPOSTERIA	CANTIDAD TOTAL EJECUTADO	TOTAL PAGADO CORTE AL 30 - 07 - 2014	POR PAGAR CORTE AL 30 - 08 - 2014
Bloque Farol N° 5	M2		60,27	0	<b>60,27</b>
<b>MAMPOSTERIA EDIFICIO DE ADMINISTRACION CORTE AL 30 - 08 - 2014</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	MAMPOSTERIA	CANTIDAD TOTAL EJECUTADO	TOTAL PAGADO CORTE AL 30 - 07 - 2014	POR PAGAR CORTE AL 30 - 08 - 2014
Ladrillo a la Vista 1 Nivel	M2		55,31	0	55,31
Ladrillo a la Vista 2 Nivel	M2		22,06	0	22,06
Bloque N° 5 - 1 Nivel	M2		34,53	0	34,53
Bloque N° 5 - 2 Nivel	M2		77,55	0	<b>77,55</b>
<b>CONCRETOS EDIFICIO DE ADMINISTRACION CORTE AL 30 - 08 - 2014</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CONCRETOS	CANTIDAD TOTAL EJECUTADO	TOTAL PAGADO CORTE AL 30 - 07 - 2014	POR PAGAR CORTE AL 30 - 08 - 2014
Ciclopeo	M3	2500 P.S.I.	2,62	0	2,62
Viguetas	M3	3000 P.S.I	22,06	0	22,06
<b>ACERO 60000 PSI DE EDIFICIO DE QUIMICOS CORTE AL 30 - 08 - 2014</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	TIPO DE ACERO P.S.I.	CANTIDAD TOTAL EJECUTADO	TOTAL PAGADO CORTE AL 30 - 07 - 2014	POR PAGAR CORTE AL 30 - 08 - 2014
Acero Cimentación y Columnas	KG	60000	2773,92	0	2773,92
<b>CONCRETO 3000 PSI DE EDIFICIO DE QUIMICOS CORTE AL 30 - 08 - 2014</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	TIPO DE CONCRETO P.S.I.	CANTIDAD TOTAL EJECUTADO	TOTAL PAGADO CORTE AL 30 - 07 - 2014	POR PAGAR CORTE AL 30 - 08 - 2014
Solado de Limpieza Zapatyas y Vigas	M3	2000	2,74	0	2,74
Concreto Zapatas	M3	3000	4,85	0	4,85
Concreto Vigas	ML	3000	67,26	0	67,26
Columnas Concreto Reforzado	ML	3000	19,20	0	19,20
<b>CONCRETO CICLOPEO 2500 PSI DE EDIFICIO DE QUIMICOS CORTE AL 30 - 08 - 2014</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	TIPO DE CONCRETO P.S.I.	CANTIDAD TOTAL EJECUTADO	TOTAL PAGADO CORTE AL 30 - 07 - 2014	POR PAGAR CORTE AL 30 - 08 - 2014
Zarpa y Muros	M3	2500	58,39	0	<b>58,39</b>
<b>ACERO 60000 PSI DECANTADOR CORTE AL 30 - 08 - 2014</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	TIPO DE ACERO	CANTIDAD TOTAL EJECUTADO	TOTAL PAGADO CORTE AL 30 - 07 - 2014	POR PAGAR CORTE AL 30 - 08 - 2014
Acero Cimentación y Columnas	KG	60000	14585,82	10353,10	4232,72
<b>CONCRETO 4000 PSI DECANTADOR CORTE AL 30 - 08 - 2014</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	TIPO DE CONCRETO P.S.I.	CANTIDAD TOTAL EJECUTADO	TOTAL PAGADO CORTE AL 30 - 07 - 2014	POR PAGAR CORTE AL 30 - 08 - 2014
Pozos Concentradores de Lodos	M3	4000	21,44	21,44	0
Tolvas Long. Sedim. 1 y 2	M3	4000	68,52	35,6	32,92
Muros Tolvas	m3	4000	13,80	0	13,80
Placa de Piso Cámara	M3	4000	2,38	0	2,38
Muros Cámara	M3	4000	11,93	0	11,93

RESPONSABLE: ING. JAIME CARABALLO

CONTRATISTA: ISIDRO JOJOA

**ACTA DE COBRO AL 30-08-2014**

**EXCAVACION MANUAL CASETA DE CLORACION CORTE AL 30 - 08 -2014**

DESCRIPCION	UNIDAD		CANTIDAD TOTAL EJECUTADO	TOTAL PAGADO CORTE AL 30 - 07 - 2014	POR PAGAR CORTE AL 30 -08-2014
Excavación	M3		18,29		<b>18,29</b>

**EXCAVACION MANUAL CASETA DE BOMBAS CORTE AL 30 - 08 -2014**

DESCRIPCION	UNIDAD		CANTIDAD TOTAL EJECUTADO	TOTAL PAGADO CORTE AL 30 - 07 - 2014	POR PAGAR CORTE AL 30 -08-2014
Excavación	M3		14,02	0	<b>14,02</b>

**EXCAVACION Y RELLENO MANUAL DECANTADOR CORTE AL 30 - 08 -2014**

DESCRIPCION	UNIDAD		CANTIDAD TOTAL EJECUTADO	TOTAL PAGADO CORTE AL 30 - 07 - 2014	POR PAGAR CORTE AL 30 -08-2014
Excavación Cajas	M3		26,64		26,64
Relleno Exterior Decantador	M3		282,76	0	282,76

**EXCAVACION MANUAL EDIFICIO DE QUIMICOS CORTE AL 30 - 08 -2014**

DESCRIPCION	UNIDAD		CANTIDAD TOTAL EJECUTADO	TOTAL PAGADO CORTE AL 30 - 07 - 2014	POR PAGAR CORTE AL 30 -08-2014
Excavación Zapatas	M3		0,46	0	0,46

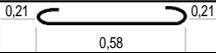
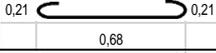
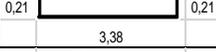
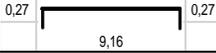
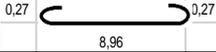
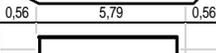
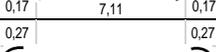
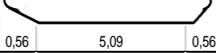
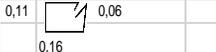
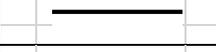
**CONCRETO TANQUES Y PLACAS PARA FABRICACION CONCRETO CORTE AL 30 - 08 -2014**

DESCRIPCION	UNIDAD	CONCRETO	CANTIDAD TOTAL EJECUTADO	TOTAL PAGADO CORTE AL 30 - 07 - 2014	POR PAGAR CORTE AL 30 -08-2014
Tanque y Placas	M3	2500	13,86	0	13,86

RESPONSABLE: ING. JAIME CARABALLO

CONTRATISTA: ISIDRO JOJOA

## Anexo M. EJEMPLO CALCULO DE CANTIDADES DE MATERIALES

PLANTA DE TRATAMIENTO LAS PIEDRAS (PTAP)									
ACERO DE REFUERZO SUBESTACIÓN ELÉCTRICA									
UBICACIÓN	DESPIECE	No. ELEMENTOS	No. De Ø x ELEMENTO	TOTAL # DE Ø	LONGITUD (mL)	Ø 1/4 "	Ø 3/8 "	Ø 1/2"	Ø 5/8"
Zapatas 0.80 x 0.80		4	10	40	1,00			40,00	
Zapatas 0.90 x 0.90		2	14	28	1,10			30,80	
Columnas 0.30 x 0.30		6	8	48	3,80				182,40
Estribos de Columnas		6	41	246	1,20		295,20		
Vigas de cimentación longitudinales (0.30x0.30)		2	3	6	9,70				58,20
Vigas de cimentación longitudinales (0.30x0.30)		2	3	6	9,50				57,00
Estribo de V.Long.		2	64	128	1,20		153,60		
Vigas de cimentación transversales (0.30x0.30)		3	3	9	6,35				57,15
Vigas de cimentación transversales (0.30x0.30)		3	3	9	6,35				57,15
Estribo de V.Trans.		3	53	159	1,20		190,80		
Refuerzo longitudinal vigas Aereas entre eje 1 y 3		2	3	6	7,45				44,70
Refuerzo longitudinal vigas Aereas entre eje 1 y 3		2	3	6	7,45				44,70
Refuerzo longitudinal vigas Aereas entre eje 1 y 3		2	3	6	6,75				40,50
Refuerzo longitudinal vigas Aereas entre eje 1 y 3		2	3	6	6,75				40,50
vigas de borde longitudinal (0,15 x 0,20)		2	4	8	7,10				56,80
Estribo de V.Long.		2	89	178	0,70		124,60		
vigas de borde Transversal (0,15 x 0,20)		2	4	8	6,45				51,60
Estribo de V.Trans.		2	81	162	0,70		113,40		
viga Canal		1	8	8	7,10				56,80
Estribos Viga canal		1	89	89	2,28		202,92		
					<b>TOTAL (mL)</b>	<b>0,00</b>	<b>1080,52</b>	<b>30,80</b>	<b>747,50</b>
					<b>TOTAL (Kg)</b>	<b>0</b>	<b>601,85</b>	<b>30,68</b>	<b>1166,10</b>

<b>MAMPOSTERIA Y ACABADOS - HASTA 30-DIC-2014</b>			
<b>EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN</b>			
<b>3,3</b>	<b>MAMPOSTERIA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
3.3.3	Muros Interiores divisorios en Bloque N° 5 (0,30*0,20*0,12m), Pegado con mortero 1:4 (PARA SOPORTE DE MESON 3° NIVEL)	m <sup>2</sup>	2,00
SIN ITEM	Extensión de Prefabricados en Bloque No.5 del 3° Nivel (longitud Variable)	ml	26,46
<b>3,4</b>	<b>PREFABRICADOS</b>		
SIN ITEM	Bordillo perimetral (15*12) en cubierta y claraboyas	ml	68,32
SIN ITEM	Mesón Instrumentación en concreto 2.500 psi	m <sup>2</sup>	2,00
<b>3.6</b>	<b>PISOS</b>		
3.6.3	Alistado Placa e=0,04 para enchape en Piso Negro 60*60	m <sup>2</sup>	81,78
3.6.4	Enchape Placa Para Cocina, comedor, corredores 2do y 3er Piso en Piso Negro (0.45*0.45m)	m <sup>2</sup>	150,33
3.6.5	Alistado Impermeabilizado Placa e=0,04 para enchape en Piso Blanco (0,30*0,30m)	m <sup>2</sup>	62,56
3.6.6	Enchape en Piso Blanco (0,30*0,30m), para Baños, cuarto de aseo y depósito, Laboratorios y cuarto de reactivos.	m <sup>2</sup>	62,56
<b>3.8</b>	<b>PAÑETES</b>		
3.8.1	Pañete 1:3 Antepechos de Fachada (parte interna 3° nivel)	m <sup>2</sup>	27,80
<b>3,9</b>	<b>ESTUCOS</b>		
3.9.1	Estuco Muros y Antepechos Interiores de Oficinas y Corredores	m <sup>2</sup>	225,86
<b>3,10</b>	<b>ENCHAPE EN MUROS</b>		
3.10.1	Enchape muros Baños, Cuarto de Aseo y Depósito. Enchape Pared en blanco (0,60*0,30m), Altura total.	m <sup>2</sup>	102,87
SIN ITEM	Enchape Mesón Instrumentación (0,6*0,3m)	m <sup>2</sup>	4,33

## Anexo N. SECUENCIA DEL AGUA EN EL MÓDULO DE PROCESO

