

**CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES DEL CENTRO POBLADO SAN LUIS SECTOR CALLE LARGA  
DEL MUNICIPIO DE ALDANA NARIÑO**

**FABIAN ESTEBAN PARRA TOVAR**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL  
PASTO 2016**

**CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES DEL CENTRO POBLADO SAN LUIS SECTOR CALLE LARGA  
DEL MUNICIPIO DE ALDANA NARIÑO**

**FABIAN ESTEBAN PARRA TOVAR**

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

**Director  
JOSE ALFREDO JIMENEZ CORDOBA  
Ingeniero Civil, Docente**

**Co-director  
EDWIN ROLANDO CEBALLOS FREIRE  
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL  
PASTO 2016**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

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° del acuerdo No 005 del 26 de enero de 2010, emanado del honorable Consejo Académico de la Universidad de Nariño.

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

Artículo 1° del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

---

**Fecha**

## **RESUMEN**

En el siguiente trabajo se presenta el informe final de las actividades que se llevaron a cabo durante la pasantía realizada con el consorcio PTAR J&E, responsable de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales del centro poblado San Luis sector Calle Larga del municipio de Aldana Nariño, el informe comienza haciendo una justificación de la necesidad del proyecto; continuando con la exposición de los objetivos que se buscaron en la pasantía; se realiza una descripción del alcance del proyecto, la empresa contratada para su ejecución, la población beneficiada, situación socioeconómica de la comunidad y localización geográfica de la misma.

Finalmente, se presenta una descripción del proceso constructivo de las unidades de tratamiento contempladas dentro del contrato, haciendo énfasis en aspectos relacionados con la utilización de materiales y equipos, así como de la mano de obra necesaria para su correcta ejecución.

## **ABSTRACT**

The following paper presents the final report of the activities carried out during the internship with the consortium PTAR J & E, responsible for the construction of the wastewater treatment plant of the San Luis settlement in the Calle Larga area of the municipality of Aldana Nariño, the report begins by making a justification of the need for the project; Continuing with the presentation of the objectives that were sought in the internship; A description of the scope of the project, the contracted company for its execution, the beneficiary population, the socioeconomic situation of the community and its geographical location.

Finally, a description of the construction process of the treatment units contemplated in the contract is presented, with emphasis on aspects related to the use of materials and equipment, as well as the manpower needed for its correct execution.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	21
1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA	25
2 DESCRIPCION DEL PROYECTO	27
2.1 ANALISIS DE LA NECESIDAD DE TRATAMIENTO	27
2.2 ANALISIS DE LA ALTERNATIVA Y TECNOLOGIA DEL TRATAMIENTO	27
2.3 POBLACION BENEFICIADA	28
2.3.1 Actividad económica	29
2.4 LOCALIZACION DEL PROYECTO	30
2.5 PRESUPUESTO DEL PROYECTO	31
2.5.1 Financiación del proyecto	31
2.5.2 Cantidades de obra	32
3 DESARROLLO DE LA PASANTIA	34
3.1 METODOLOGIA	34
3.1.1 Estructura de entrada y tratamiento preliminar	34
3.1.2 Rejillas	34
3.1.3 Canal de desarenación	35
3.1.4 Tanque de digestión	37
3.1.5 Filtro anaerobio de flujo ascendente	39
3.1.6 Humedal de flujo sub superficial	40
3.2 PROGRAMACION DE ACTIVIDADES DE OBRA	41
3.3 PROCESO CONSTRUCTIVO	42
3.3.1 Actividades preliminares	42
3.3.2 Campamento	43
3.3.3 Explanaciones y excavaciones iniciales	43
3.3.4 Construcción canaleta de rejillas y desarenador	45
3.3.5 Construcción de tanque séptico y FAFA	49
3.3.6 Construcción humedal sub superficial	56
3.3.7 Control de calidad	58
4 CONCLUSIONES	62
5 RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	64
ANEXOS	65

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Población municipio de Aldana	28
Cuadro 2.	Distribución de la tierra	29
Cuadro 3.	Cofinanciación del proyecto	31
Cuadro 4.	Presupuesto	32



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Objetivos de calidad del municipio de Aldana	23
Figura 2.	Organigrama de la empresa	26
Figura 3.	Distribución de la población por sector	28
Figura 4.	Terreno sembrado con cultivos de la región	30
Figura 5.	Localización del proyecto	31
Figura 6.	Esquema canal de rejillas	35
Figura 7.	Esquema de tanque de desarenación	36
Figura 8.	Vertedero sutro	37
Figura 9.	Esquema tanque séptico	38
Figura 10.	Esquema filtro anaerobio de flujo ascendente	39
Figura 11.	Proceso de depuración de humedales artificiales	41
Figura 12.	Personal con dotación de protección industrial	42
Figura 13.	Comisión topográfica en labores de replanteo	42
Figura 14.	Campamento	43
Figura 15.	Maquinaria realizando explanaciones del terreno	44
Figura 16.	Conformación de terrazas	44
Figura 17.	Excavaciones para construcción de cámara de válvulas del desarenador	45
Figura 18.	Perfilado de excavación para cámara de válvulas	46
Figura 19.	Figurado acero de refuerzo	47
Figura 20.	Armado de acero de refuerzo para caja de válvulas desarenador	47
Figura 21.	Armado de refuerzo para canaleta y desarenador	48
Figura 22.	Fundición de cámara de válvulas del desarenador	48
Figura 23.	Fundición de canaleta y desarenador	49
Figura 24.	Excavación para construcción de tanque séptico y FAFA	49
Figura 25.	Mejoramiento con material de recebo	50
Figura 26.	Fundición de concreto ciclópeo	50
Figura 27.	Acero de refuerzo de vigas	51
Figura 28.	Acero de refuerzo de losa de piso	51
Figura 29.	Acero de refuerzo de muros	52
Figura 30.	Fundición losa de piso	52
Figura 31.	Uso vibrador de concreto	53
Figura 32.	Cinta PVC	53
Figura 33.	Fundición de muros	54
Figura 34.	Fundición de losa de cubierta	54
Figura 35.	Losa de cubierta	55
Figura 36.	Medio filtrante en anillos de plástico (biopack)	55
Figura 37.	Excavación de humedal con maquinaria	56
Figura 38.	Perfilado de excavación de humedal	56
Figura 39.	Muro central de humedal	57

Figura 40.	Instalación geo membrana	57
Figura 41.	Procedimiento del ensayo de asentamiento	58
Figura 42.	Asentamiento del concreto	59
Figura 43.	Elaboración de cilindros de concreto	60
Figura 44.	Cilindros tomados en obra	60

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE OBRA	66
ANEXO 2.	ACTA DE INICIO DE OBRA	67
ANEXO 3.	FORMATO DE CALCULO DE CANTIDADES	69
ANEXO 4.	HOJA TECNICA PLASTOCRETE DM	70
ANEXO 5.	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	72

## GLOSARIO

**Absorción:** concentración selectiva de sólidos disueltos en el interior de un material sólido, por difusión.

**Abultamiento del lodo:** proliferación de organismos filamentosos en el licor mixto que causa un deterioro en la asentabilidad del lodo.

**Acetogénesis:** etapa básica del proceso anaerobio en la cual los productos de la acidogénesis son convertidos en ácido acético, hidrógeno y gas carbónico.

**Acidez:** capacidad de una solución acuosa para reaccionar con iones hidroxilo. Se mide cuantitativamente por titulación con una solución alcalina normalizada y se expresa usualmente en términos de mg/l como carbonato de calcio.

**Acidogénesis:** etapa básica del proceso anaerobio en la cual las moléculas pequeñas, producto de la hidrólisis, se transforman en hidrógeno, gas carbónico y ácidos orgánicos (butírico, propiónico y acético).

**Adsorción:** transferencia de una masa gaseosa, líquida o de material disuelto a la superficie de un sólido.

**Afluente:** agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o algún proceso de tratamiento.

**Aguas residuales municipales:** agua residual de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos humanos.

**Aguas residuales:** agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser usada por una comunidad o industria.

**Aguas servidas:** aguas de desecho provenientes de lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos, y otros artefactos que no descargan materias fecales.

**Aireación:** proceso de transferencia de masa, generalmente referido a la transferencia de oxígeno al agua por medios naturales (flujo natural, cascadas, etc.) o artificiales (agitación mecánica o difusión de aire comprimido).

**Ambiente aerobio:** proceso que requiere o no es destruido por la presencia de oxígeno.

**Ambiente anaerobio:** proceso desarrollado en ausencia de oxígeno molecular.

**Ambiente anóxico:** ambiente bioquímico en el cual no existe oxígeno molecular pero existe oxígeno en forma combinada como nitratos y nitritos.

**Análisis:** examen del agua, agua residual o lodos, efectuado por un laboratorio.

**Anemómetros (molinete):** dispositivo para medir la velocidad del agua en conductos de grandes dimensiones. Consta de una hélice pequeña conectada a un cuerpo fuselado que va sujeto a una barra graduada para saber la profundidad del punto en el que se desea hacer la medición.

**Bacteria:** grupo de organismos microscópicos unicelulares, rígidos carentes de clorofila, que desempeñan una serie de procesos de tratamiento que incluyen oxidación biológica, fermentaciones, digestión, nitrificación y desnitrificación.

**Biodegradación:** degradación de la materia orgánica por acción de microorganismos sobre el suelo, aire, cuerpos de agua receptores o procesos de tratamiento de aguas residuales.

**Biopelícula:** película biológica adherida a un medio sólido que lleva a cabo la degradación de la materia orgánica.

**Cámara:** compartimento con paredes, empleado para un propósito específico.

**Carbón activado:** forma altamente adsorbente del carbón usado para remover olores y sustancias tóxicas de líquidos o emisiones gaseosas. En el tratamiento del agua este carbón se utiliza para remover materia orgánica disuelta del agua residual.

**Carga de diseño:** producto del caudal por la concentración de un parámetro específico; se usa para dimensionar un proceso de tratamiento, en condiciones aceptables de operación. Tiene unidades de masa por unidad de tiempo, (M/T).

**Carga orgánica:** producto de la concentración media de DBO por el caudal medio determinado en el mismo sitio; se expresa en kilogramos por día (kg/d).

**Carga superficial:** caudal o masa de un parámetro por unidad de área y por unidad de tiempo, que se emplea para dimensionar un proceso de tratamiento ( $m^3/(m^2 \text{ día})$ , kg DBO/(ha día).

**Caudal máximo horario:** caudal a la hora de máxima descarga.

**Caudal medio:** caudal medio anual.

**Cloración:** aplicación de cloro, o compuestos de cloro, al agua residual para desinfección; en algunos casos se emplea para oxidación química o control de olores.

**Coliformes:** bacterias gram negativas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a la temperatura de 35 o 37°C (coliformes totales). Aquellas que tienen las mismas propiedades a la temperatura de 44 o 44.5°C se denominan coliformes fecales. Se utilizan como indicadores de contaminación biológica.

**Combinado:** sistema de alcantarillado que recibe aguas lluvias y aguas residuales de origen doméstico y/o industrial.

**Compensación y homogeneización:** operación unitaria usada para evitar las descargas violentas, aplicables a descargas de origen industrial en el cual se almacena el desecho para aplanar el histograma diario de descarga y para homogeneizar la calidad del desecho.

**Concentración:** denomínase concentración de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido, la relación existente entre su peso y el volumen del líquido que lo contiene.

**Criterios de diseño:** 1. Normas o guías de ingeniería que especifican objetivos, resultados o límites que deben cumplirse en el diseño de un proceso, estructura o componente de un sistema. 2. Guías que especifican detalles de construcción y materiales.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) ó Demanda de oxígeno:** cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20 °C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable.

**Demanda Química de Oxígeno (DQO):** medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un ambiente ácido y a altas temperaturas.

**Desarenadores:** cámara diseñada para permitir la separación gravitacional de sólidos minerales (arena).

**Descomposición anaerobia:** degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno molecular por efecto de microorganismos. Usualmente va acompañada de la generación de ácidos y gas metano.

**Desechos ácidos:** contienen una apreciable cantidad de acidez y se caracterizan por tener un pH bajo.

**Desechos industriales:** desechos líquidos de la manufactura de un producto específico. Usualmente son más concentrados y tienen mayores variaciones de caudal que los desechos domésticos.

**Desechos peligrosos:** desechos potencialmente dañinos para el ambiente, debido a su toxicidad, alta capacidad de combustión, corrosividad, reactividad química u otra propiedad nociva.

**Deshidratación de lodos:** proceso de remoción del agua de lodos hasta formar una pasta.

**Desinfección:** destrucción de bacterias y virus de origen fecal en las aguas residuales, mediante un agente desinfectante.

**Digestión aerobia:** descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en presencia de oxígeno.

**Digestión anaerobia:** descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en ausencia de oxígeno.

**Digestión de alta tasa:** descomposición de lodos que requiere un proceso separado de espesamiento posterior a la digestión.

**Digestión de tasa estándar:** descomposición de los lodos realizada en un tanque de tres zonas. En la parte alta se forma una capa de espuma y debajo el sobrenadante y la zona de lodos.

**Digestión en dos etapas:** descomposición de lodos mediante dos procesos independientes de sedimentación y espesamiento.

**Digestión:** descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en presencia de oxígeno.

**Disposición en el suelo:** reciclaje de agua residual o lodos parcialmente tratados en el terreno, bajo condiciones controladas.

**Disposición final:** disposición del efluente de una planta de tratamiento o de los lodos tratados.

**Eficiencia de tratamiento:** relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico; normalmente se expresa en porcentaje.

**Efluente final:** líquido que sale de una planta de tratamiento de aguas residuales.  
Efluente: líquido que sale de un proceso de tratamiento.

**Emisario:** canal o tubería que recibe las aguas residuales de un sistema de alcantarillado y las lleva a una planta de tratamiento o de una planta de tratamiento y las lleva hasta el punto de disposición final.

**Filtración intermitente:** aplicación intermitente de agua residual, previamente sedimentada, a un lecho de material granular, que es drenado para recoger y descargar el efluente final.

**Filtro Anaerobio:** consiste en una columna llena con varios tipos de medios sólidos usados para el tratamiento de la materia orgánica carbonácea en aguas residuales.

**Hidrólisis:** proceso químico en el cual la materia orgánica se desdobra en partículas más pequeñas por la acción del agua.

**Índice volumétrico de lodo:** indica las características de sedimentabilidad del lodo.

**Laguna aerobia:** término a veces utilizado para significar “laguna de alta producción de biomasa”. Lagunas de poca profundidad, que mantienen oxígeno disuelto (molecular) en todo el tirante de agua.

**Lechos de secado:** dispositivos que eliminan una cantidad de agua suficiente de lodos para que puedan ser manejados como material sólido.

**Licor Mixto:** mezcla de lodo activado y aguas residuales en el tanque de aireación que fluye a un tanque de sedimentación secundario en donde se sedimentan los lodos activados.

**Lodo biológico:** lodo excedente que se genera en los procesos biológicos de las aguas residuales.

**Lodos activados:** procesos de tratamiento biológico de aguas residuales en ambiente químico aerobio, donde las aguas residuales son aireadas en un tanque que contiene una alta concentración de microorganismos degradadores. Esta alta concentración de microorganismos se logra con un sedimentador que retiene los flóculos biológicos y los retorna al tanque aireado.

**Metales pesados:** son elementos tóxicos que tiene un peso molecular relativamente alto. Usualmente tienen una densidad superior a 5,0 g/cm<sup>3</sup> por ejemplo, plomo, plata, mercurio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, molibdeno, níquel, zinc.



**Metanogénesis:** etapa del proceso anaerobio en la cual se genera gas metano y gas carbónico.

**Mortalidad de bacterias:** medida de descomposición de la población bacteriana. Normalmente se expresa por un coeficiente cinético de primer orden.

**Muestra compuesta:** mezcla de varias muestras alícuotas instantáneas recolectadas en el mismo punto de muestreo en diferentes tiempos. La mezcla se hace sin tener en cuenta el caudal en el momento de la toma.

**Muestra integrada:** consiste en el análisis de muestras instantáneas tomadas simultáneamente en diferentes puntos o tan cerca como sea posible. La integración se hace de manera proporcional a los caudales medidos al tomar la muestra.

**Muestra puntual:** muestra de agua residual tomada al azar en un momento determinado para su análisis. Algunos parámetros deben determinarse in situ y otros en el laboratorio.

**Muestreo automático:** los muestreadores automáticos pueden eliminar los errores humanos introducidos en el muestreo manual, reducir los costos, proveer un mayor número de muestreos; su uso se incrementa día a día. Debe asegurarse que el muestreador automático no contamine la muestra.

**Muestreo manual:** el que no se realiza con equipos. Puede ser muy costoso y demorado para muestreos a gran escala.

**Oxígeno disuelto:** concentración de oxígeno medida en un líquido, por debajo de la saturación. Normalmente se expresa en mg/L.

**Paso directo (By Pass):** conjunto de tuberías, canales, válvulas y compuertas que permiten desvío del agua residual de un proceso o planta de tratamiento en condiciones de emergencia o de mantenimiento correctivo.

**pH:** logaritmo, con signo negativo, de la concentración de iones hidrógeno, en moles por litro.

**Planta de tratamiento (de agua residual):** conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales.

**Población equivalente:** población estimada al relacionar la carga total o volumen total de un parámetro en un efluente (DBO, sólidos en suspensión, caudal) con el correspondiente aporte per cápita (kgDBO/hab/día), L/hab/día.

**Pretratamiento:** procesos de tratamiento localizados antes del tratamiento primario.

**Proceso biológico:** proceso en el cual las bacterias y otros microorganismos asimilan la materia orgánica del desecho, para estabilizar el desecho e incrementar la población de microorganismos (lodos activados, filtros percoladores, digestión, etc.).

**Procesos anaerobios de contacto:** los lodos del digestor de alta tasa son sedimentados en un digestor de segunda etapa. El digestor de segunda etapa opera como un tanque de sedimentación que permite la remoción de microorganismos del efluente. Los organismos, como en un proceso de lodos activados, retornan al digestor y se siembran en agua residual cruda.

**Reactor anaerobio de flujo ascendente (UASB):** proceso continuo de tratamiento anaerobio de aguas residuales en el cual el desecho circula de abajo hacia arriba a través de un manto de lodos o filtro, para estabilizar parcialmente de la materia orgánica. El desecho se retira del proceso en la parte superior; normalmente se obtiene gas como subproducto del proceso.

**Reja gruesa:** por lo general, de barras paralelas de separación uniforme (4 a 10 cm), utilizado para remover sólidos flotantes de gran tamaño, aguas arriba de bombas de gran capacidad.

**Rejilla media:** artefacto de barras paralelas de separación uniforme (2 a 4 cm), utilizado para remover sólidos flotantes y en suspensión. Son las más empleadas en el tratamiento preliminar.

**Requisitos de oxígeno:** cantidad de oxígeno requerida en la estabilización aerobia de la materia orgánica para reproducción o síntesis celular y metabolismo endógeno.

**Sedimentación:** proceso físico de clarificación de las aguas residuales por efecto de la gravedad. Junto con los sólidos sedimentables precipita materia orgánica del tipo putrescible.

**Sólidos activos:** parte de los sólidos volátiles en suspensión que representan los microorganismos.

**Sólidos no sedimentables:** materia sólida que no sedimenta en un período de 1 hora, generalmente.

**Sólidos sedimentables:** materia sólida que sedimenta en un periodo de 1 hora. Tanque de aireación Cámara usada para inyectar aire dentro del agua.

**Tanque séptico:** sistema individual de disposición de aguas residuales para una vivienda o conjunto de viviendas; combina la sedimentación y la digestión. Los sólidos sedimentados acumulados se remueven periódicamente y se descargan normalmente en una instalación de tratamiento.

**Tasa de carga volumétrica:** corresponde a los kilogramos de sólidos volátiles adicionados por día y por metro cúbico de capacidad de digestor.

**Tiempo de retención hidráulica:** tiempo medio teórico que se demoran las partículas de agua en un proceso de tratamiento. Usualmente se expresa como la razón entre el caudal y el volumen útil.

**Tratamiento anaerobio:** estabilización de un desecho por acción de microorganismos en ausencia de oxígeno.

**Tratamiento avanzado:** proceso de tratamiento fisicoquímico o biológico usado para alcanzar un grado de tratamiento superior al de tratamiento secundario. Puede implicar la remoción de varios parámetros, como remoción de sólidos en suspensión, complejos orgánicos disueltos, compuestos inorgánicos disueltos o nutrientes.

**Tratamiento biológico:** procesos de tratamiento en los cuales se intensifican la acción natural de los microorganismos para estabilizar la materia orgánica presente. Usualmente se utilizan para la remoción de material orgánico disuelto.

**Tratamiento convencional:** procesos de tratamiento bien conocidos y utilizados en la práctica. Generalmente se refiere a procesos de tratamiento primario o secundario. Se excluyen los procesos de tratamiento terciario o avanzado.

**Tratamiento primario:** tratamiento en el que se remueve una porción de los sólidos suspendidos y de la materia orgánica del agua residual. Esta remoción normalmente es realizada por operaciones físicas como la sedimentación. El efluente del tratamiento primario usualmente contiene alto contenido de materia orgánica y una relativamente alta DBO.

**Tratamiento secundario:** es aquel directamente encargado de la remoción de la materia orgánica y los sólidos suspendidos.

**Tubo pitot:** tubo doblado de forma especial, que al igual que el molinete es útil para medir velocidades en una tubería.

**Vertederos:** son dispositivos que permiten determinar el caudal. Poseen una ecuación general que depende de la gravedad, de su geometría, de su espesor de pared. La variable independiente será siempre la altura de la lámina de agua sobre el nivel de referencia. De esta forma cualquier vertedero puede calibrarse mediante

una curva de calibración del mismo con base en diferentes alturas de la lámina de agua de los diferentes caudales.

**Volumétrico:** el aforo volumétrico consiste en recoger en un tiempo específico una cantidad de material que se está aforando o recoger un volumen específico midiendo el tiempo utilizado en la recolección de este. Es útil para el aforo de vertimientos puntuales de pequeño tamaño.

## **INTRODUCCION**

Se ha demostrado a través de la historia y en la actualidad que el nivel de satisfacción de las necesidades básicas de los seres humanos está directamente relacionado con el grado de desarrollo que se pueda alcanzar, de esta manera al brindar soluciones orientadas a mejorar las condiciones de vida de las poblaciones se convierte en un pilar impulsador de inversión por parte del estado.

La dinámica social tiene claramente definidos los ejes fundamentales que generan desarrollo y en este sentido el saneamiento básico es uno de ellos y un renglón de gran peso e importancia en Colombia, tener acceso un manejo adecuado y eficiente de las aguas servidas representa un paso importante para satisfacer las necesidades básicas de la población.

El informe presentado a continuación muestra el análisis y desarrollo de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales del centro poblado San Luis, sector Calle Larga del municipio de Aldana.

## **JUSTIFICACION DEL PROYECTO**


La vereda San Luis es una de los centros poblados más importantes del municipio de Aldana, su ubicación estratégica en la vía principal que comunica al municipio de Ipiales con el municipio de Aldana y posteriormente con el municipio de Guachucal, hacen de este centro y principalmente del sector denominado Calle Larga un paso obligado de muchos viajantes.

Su vía pavimentada en el sector principal, desentona con el estado de la vía en el sector nombrado, además, porque el mismo carece de infraestructura de alcantarillado, teniendo como consecuencia el vertimiento de aguas residuales domésticas hacia una pequeña quebrada denominada La Aguada, la cual está generando problemas de olor y acumulación de aguas servidas que pueden influir en la salud de los habitantes de este importante sector, problemática que se acentúa en la época de verano cuando se reduce el caudal y no hay la capacidad de arrastre de las aguas usadas que depositan las viviendas del sector.

Es así que el proyecto de Construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Vereda San Luis – Sector Calle Larga Municipio de Aldana Nariño, es de suma importancia, debido a que el presente proyecto permitirá dar solución a la problemática de contaminación y afectación a la salud de las comunidades que habitan en el sector Calle Larga de la vereda San Luis, además que apoya a la gestión de la administración municipal en el cumplimiento del plan de desarrollo, a mejorar la cobertura de servicios públicos y a reducir el índice de necesidades básicas insatisfechas del municipio.

Con lo anterior, se proyecta dar cumplimiento tanto a las metas de reducción de carga contaminante, como a los objetivos de calidad establecidos por la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO (ver figura 1).

**Figura 1. Objetivos de calidad municipio de Aldana**

RESOLUCION 956 DE 2006: OBJETIVOS DE CALIDAD MUNICIPIO DE ALDANA								
Cuenca	Río o arroyo	Tramo	Uso real preponderante	Uso potencial preponderante	Parámetro	Valor medido o asumido	Valor Normativo	Objetivo de Calidad
Guaítara	Q. Chichiguas	Cancha de fútbol	Agrícola	Agrícola	DBO5 mg/l	15,487	≤ 5	≤5
					SST mg/l	35	≤10	≤10
					OD mg/l	5,65	≥5	≥5
					Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes
					Coliformes Totales NPM/100		≤5000	≤5000
					Coliformes Fecales NMP/100		≤1000	≤1000
					PH		6,5 a 8	6,5 a 8
					SUSTANCIAS DE INTERES SANITARIO		CUMPLIMIENTO DECRETO 1594/84 O NORMA QUE LO SUSTITUYA O MODIFIQUE	
Guaítara	Q. Chichiguas	San Luis	protección y Manejo de Ecosistemas	Protección y Manejo de Ecosistemas	DBO5 mg/l	19	≤ 5	≤5
					SST mg/l	68,5	≤10	≤10
					OD mg/l		≥5	≥5
					Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes
					Coliformes Totales NPM/100		≤20000	≤20000
					Coliformes Fecales NMP/100		≤2000	≤2000
					PH		6,5 a 8	6,5 a 8
					SUSTANCIAS DE INTERES SANITARIO		CUMPLIMIENTO DECRETO 1594/84 O NORMA QUE LO SUSTITUYA O MODIFIQUE	

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Realizar el seguimiento técnico al desarrollo de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales del centro poblado San Luis, sector Calle Larga del municipio de Aldana Nariño.

### **ESPECIFICOS**

- Apoyar en la revisión de los diseños presentados verificando el cumplimiento de la normatividad vigente.
- Llevar un control de las cantidades ejecutadas en la obra.
- Planificar semanalmente las actividades de obra en función del cronograma de ejecución.
- Supervisar el cumplimiento de las actividades asignadas y de los controles de calidad mediante la oportuna realización de ensayos a muestras tomadas en obra.
- Llevar bitácora diaria de obra conjuntamente con la Interventoría.



## 1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA

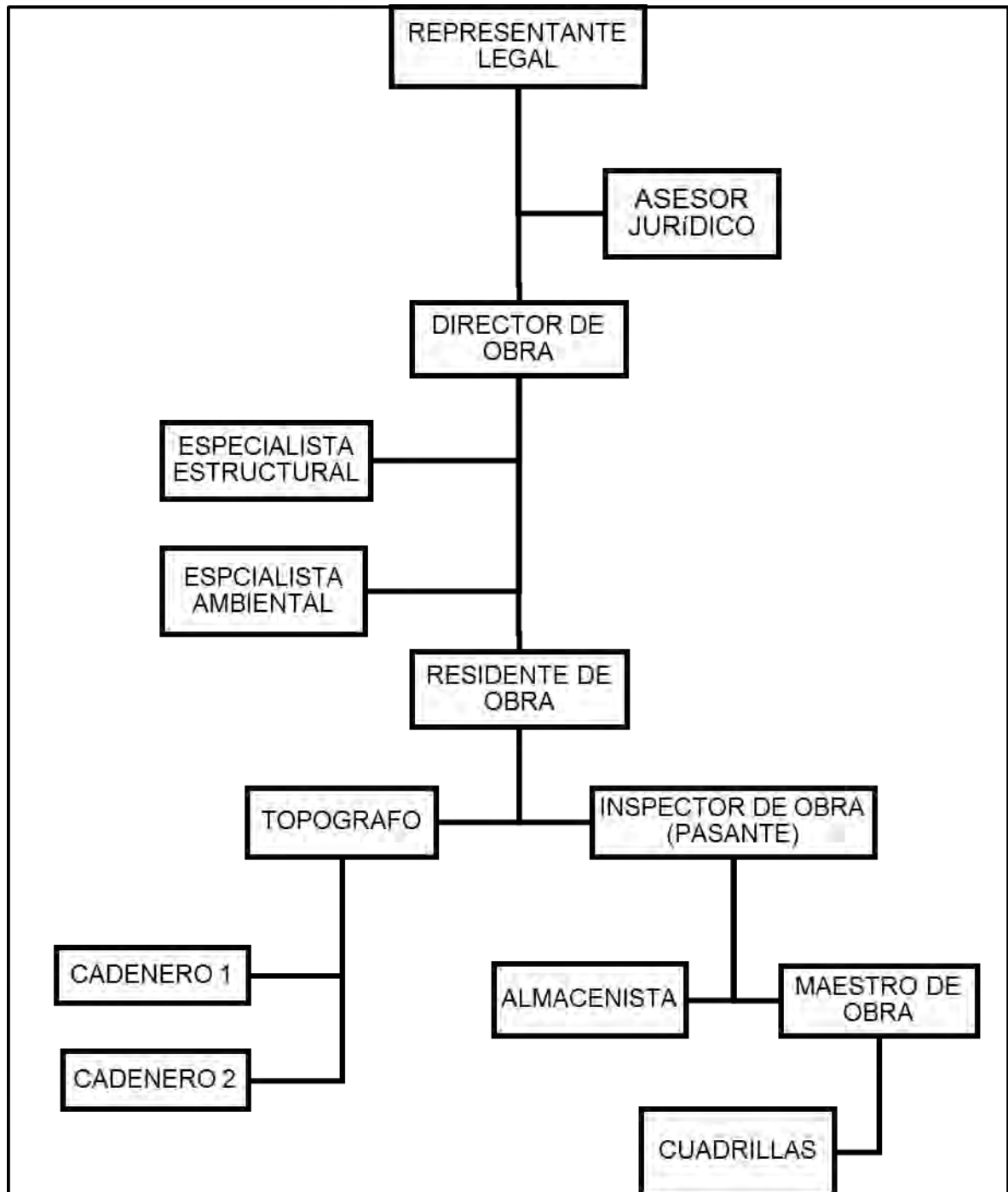
El Consorcio PTAR J&E está conformado por dos profesionales en Ingeniería Civil de amplio recorrido y experiencia en la construcción de todo tipo de obras civiles, entre las cuales están incluidas la construcción de plantas de tratamiento tanto como de aguas residuales como de agua potable, construcción de distritos de riego, acueductos y alcantarillados, entre otros. El consorcio cuenta con una sede principal localizada en la ciudad de Pasto y una subsele en el municipio de Aldana desde donde se programan y desarrollan la mayor parte de las actividades relacionadas con la construcción de la planta de tratamiento de San Luis sector Calle Larga.

El Consorcio PTAR J&E, para efectos contractuales se constituyó con el personal exigido de acuerdo con los pliegos definitivos de contratación según el proceso SAMC 004 DE 2015 contando con el personal que se describe a continuación:

- Director de obra
- Residente de obra
- Auxiliar de residente de obra
- Topógrafo
- Almacenista
- Maestro de obra

Además del personal relacionado, el Consorcio cuenta con otro personal que presta asesoría técnica especializada, como son los especialistas estructurales, ambientales y jurídicos, los que se encuentran organizados como se muestran en la figura 2.

**Figura 2. Organigrama de la Empresa**



## **2 DESCRIPCION DEL PROYECTO**

### **2.1 ANALISIS DE LA NECESIDAD DE TRATAMIENTO**

Como se cita anteriormente, en la actualidad el sector Calle Larga de la vereda San Luis del municipio de Aldana, no cuenta con una infraestructura adecuada de alcantarillado y un sistema de tratamiento, a través de los cuales se pueda dar un manejo correcto a las aguas residuales generadas por las actividades efectuadas por los habitantes de este sector.

Por lo anterior, y en vista de que la población ubicada en dicho sector, ha sido afectada por la presencia de olores, vectores y demás problemas derivados de la exposición permanente a las aguas residuales generadas, se requiere un sistema que inicialmente canalice dichos vertimientos hacia un sistema, el cual esté diseñado para su tratamiento.

### **2.2 ANALISIS DE LA ALTERNATIVA Y TECNOLOGIA DEL TRATAMIENTO**

De acuerdo con la necesidad planteada por los habitantes del sector Calle Larga de la Vereda San Luis, se requiere inicialmente la construcción del sistema de alcantarillado combinado debido a que el sector presenta un desarrollo de viviendas significativo, el cual carece de sistema de evacuación de aguas residuales, para lo que se planteó la construcción del alcantarillado combinado, también la construcción de cámaras de inspección, construcción de acometidas domiciliarias al alcantarillado a construir, sumideros, etc., con un diseño para un periodo de 25 años, que se convierte en una solución a largo plazo, sobre todo si se tiene en cuenta que los materiales a emplear con respecto a tuberías son en PVC, que se estima, es de larga durabilidad al igual que la mampostería en tizón y el concreto en las cámaras de inspección.

En este sentido, y tomando en cuenta que la presencia de un sistema de alcantarillado en correcto funcionamiento es de vital importancia para cualquier comunidad organizada o que pretenda organizarse, ya que es una de las necesidades básicas más importantes para los seres humanos, se considera que la construcción de un alcantarillado combinado y planta de tratamiento de aguas residuales, es la mejor alternativa, ya que si bien su costo es menor que dos sistemas pluvial y sanitario, se verá compensado y reflejado en el periodo de vida del mencionado sistema.

Al realizar esta obra se complementarían a las zonas de expansión optimizando el sistema de alcantarillado mejorando su funcionamiento, su capacidad y eficiencia, brindando mejor calidad de servicio a la comunidad y previniendo enfermedades que se están produciendo por el estancamiento en la acequia que actualmente se

depositan las aguas usadas. Por tal razón, el proyecto es vital para mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector Calle Larga de la vereda San Luis.

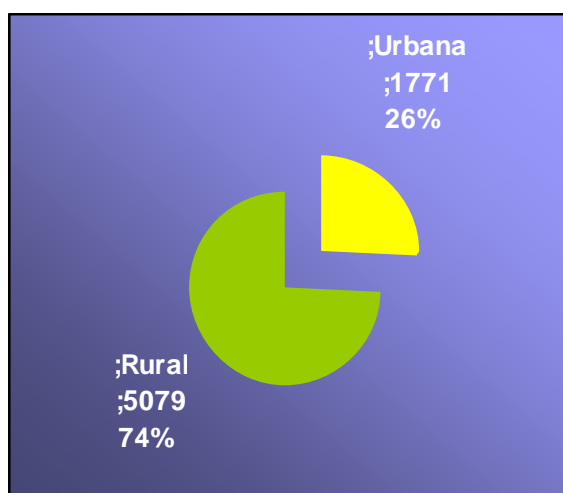
### 2.3 POBLACION BENEFICIADA

Según información del DANE, la población del municipio de Aldana es de 6.850 personas, de las cuales el 26% (1.771 personas) están ubicadas en el casco urbano y el 74% (5.079 personas) en el sector rural.

**Cuadro 1. Población municipio de Aldana**

Sector	Población 2.005	%	Población 2.008	%
<i>Casco urbano</i>	1.771	26	1.724	26
<i>Sector rural</i>	5.079	74	4.899	74
<i>Total</i>	6.850	100	6.623	100

**Figura 3. Distribución de la población por sector**



El 26% de la población del municipio vive en el área urbana y el 74% de la misma habita el sector rural, indicando claramente que los mayores esfuerzos deben enfocarse hacia este sector (ver figura 3), puesto que allí se concentran 5079 personas quienes conforman el bloque productivo más grande del municipio y son los encargados de dinamizar el aparato productivo del municipio.

**Cuadro 2. Distribución de la tierra**

Rango de Superficie	Predios		Propietarios		Superficie/ha	
	No.	%	No.	%	No.	%
Menores de 1 Ha.	1307	59.68	1708	57.37	411.4	8.53
De 1 a 3 Ha.	577	26.35	784	26.34	905.1	18.77
De 3 a 5 Ha.	132	6.03	199	6.68	488.8	10.14
De 5 a 10 Ha.	85	3.88	140	4.70	577.0	11.97
De 10 a 15 Ha.	33	1.51	56	1.88	388.3	8.05
De 15 a 20 Ha.	16	0.73	21	0.71	274.5	5.69
De 20 a 50 Ha.	30	1.37	48	1.61	844.6	17.51
De 50 a 100 Ha.	5	0.23	14	0.47	303.0	6.28
De 100 a 200 Ha.	5	0.23	7	0.24	630.4	13.07
TOTAL	2190	100	2977	100	4823	100

En el cuadro 2, se evidencia la presencia del minifundio, en donde el 84.5% de los predios menores de 4 Ha. ocupan tan solo el 17% del territorio municipal, mientras que el 15.5% de los predios con una extensión mayor a 7 Ha. ocupan el 83% del área total del municipio.

**2.3.1 Actividad económica.** La base de la economía de Aldana es la actividad agropecuaria siendo su principal exponente la papa, paralelamente se desarrollan actividades pecuarias como la explotación de ganado de leche, de alta incidencia en la economía local, ganado de ceba y otras especies menores como cerdos, aves y cuyes.

El cultivo de papa, es el más representativo en el municipio, esta actividad es fuente de empleo para mano de obra calificada y no calificada, ocupa el 88% del área sembrada, se cultiva principalmente en las veredas de Caupueran, Muestas, con buenos rendimientos de producción, a pesar de inconvenientes debido a cambios climatológicos, heladas, la presencia de plagas y la baja utilización de semillas mejoradas. Se siembra en pequeñas y grandes extensiones, las variedades de mayor influencia son capiro y parda, la producción de éste cultivo en un gran porcentaje es comercializada en los municipios circunvecinos siendo la plaza más importante la del municipio de Ipiales. Un porcentaje menor se deja para el autoconsumo de las familias. Adicionalmente se encuentra el cultivo de arveja, haba, trigo, maíz, ulloco, quinua y hortalizas (ver figura 4).

**Figura 4. Terreno sembrado con cultivos de la región**



En el municipio de Aldana, particularmente en Pambarrosa y el casco urbano, existen empresas de producción de derivados lácteos, principalmente quesos y cuajadas, los cuales se comercializan en el Departamento de Nariño, Cauca y Valle. Aunque esta zona tiene un alto potencial para la producción de derivados lácteos, no se ha consolidado como un sector competitivo debido a que no cuentan con una tecnología adecuada que les permita elevar la producción en cantidad y calidad para atender los diferentes mercados tanto a nivel regional como nacional. A esta situación se suma la limitada diversificación de productos lácteos por parte de las microempresas, factor que podría ampliar las oportunidades de mercado de este sector.

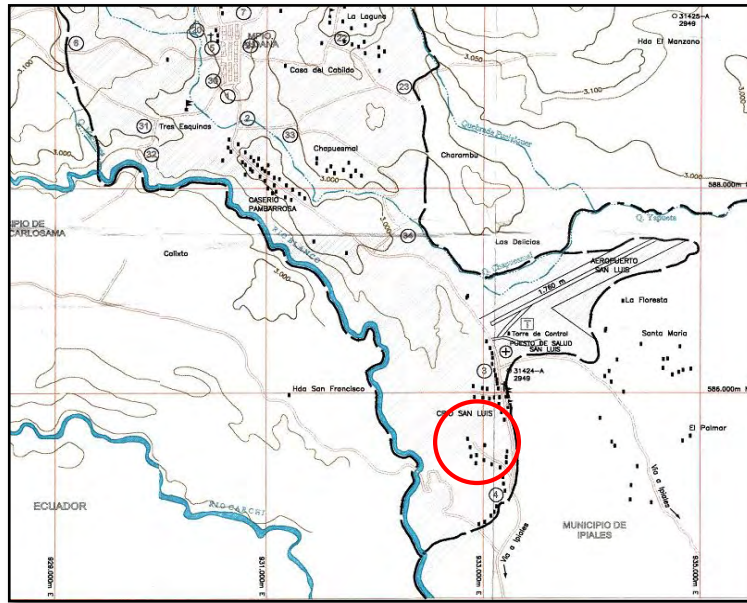
El comercio se ha convertido en una alternativa de generación de ingresos. La actividad comercial se concentra principalmente en el casco urbano en donde se concentran una variedad de negocios como: graneros, carnicerías, restaurantes, cafeterías, expendios de licor, droguerías, almacenes de ropa y variedades, billares, y almacenes agropecuarios entre otros. Estos negocios son de tipo familiar y generalmente funcionan en la vivienda de los propietarios.

## **2.4 LOCALIZACION DEL PROYECTO**

El proyecto de construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Vereda San Luis – Sector Calle Larga Municipio de Aldana Nariño, como su nombre lo indica, se realizó en el sector Calle Larga del Municipio de Aldana, en un lote

ubicado a 10 minutos de dicho sector, al cual se accede por vía que conecta al municipio de Ipiales y al municipio de Aldana (ver figura 5).

**Figura 5. Localización del Proyecto**



## 2.5 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

**2.5.1 Financiación del proyecto.** Para la financiación del proyecto de construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales del centro poblado San Luis sector Calle Larga, la alcaldía municipal de Aldana suscribió convenio interadministrativo No 215 del 24 de junio de 2015 con la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO (ver cuadro 3), donde se comprometieron recursos de cofinanciación entre los suscritos, los cuales se encuentran avalados con los respectivos Certificados de Disponibilidad Presupuestal.

**Cuadro 3. Cofinanciación del proyecto**

<b>Aportes Corponariño</b>	<b>Aportes alcaldía municipal</b>
Valor total: \$148.367.664	Valor total: \$37.091.966
CDP: 760 del 12 de junio de 2015	CDP: 20150521
Rubro: 3-33 - 20	Rubro: 23060102020301

**2.5.2 Cantidades de obra.** En cuanto a las cantidades de obra, en el Cuadro 4 se presentan las actividades que corresponden a las condiciones iniciales.

**Cuadro 1. Presupuesto**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
<b>1</b>	<b>DESARENADOR</b>	<b>\$ 11.877.775</b>
1.1	PRELIMINARES	\$ 192.717
1.2	EXCAVACIONES RELLENOS Y RETIRO	\$ 279.632
1.3	BASES CONCRETOS Y REFUERZOS	\$ 10.914383
1.4	REPELLOS	\$ 741.470
1.5	MATERIALES ESPEIALES	\$ 2.639.593
<b>2</b>	<b>TANQUE SEPTICO</b>	<b>\$35.410.603</b>
2.1	PRELIMINARES	\$ 312.346
2.2	EXCAVACIONES RELLENOS Y RETIRO	\$ 3.104.566
2.3	BASES CONCRETOS Y REFUERZOS	\$ 27.678.107
2.4	REPELLOS	\$ 2.960.357
2.5	CAJILLAS Y CAMARAS DE LAVADO	\$ 806.440
2.6	MATERIALES ESPECIALES	\$ 548.786
<b>3</b>	<b>FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE</b>	<b>\$ 33.598.331</b>
3.1	PRELIMINARES	\$ 195.216
3.2	EXCAVACIONES RELLENOS Y RETIRO	\$ 2.418.346
3.3	BASES CONCRETOS Y REFUERZOS	\$ 21.417.366
3.4	REPELLOS	\$ 988.218
3.5	CAJILLAS Y CAMARAS DE LAVADO	\$ 403.220
3.6	MATERIALES ESPECIALES	\$ 8.175.965
<b>4.</b>	<b>HUMEDAL</b>	<b>\$ 44.984.431</b>
4.1	PRELIMINARES	\$ 2.212.448
4.2	EXCAVACIONES RELLENOS Y RETIRO	\$ 8.350.576
4.3	BASES Y GEOMEMBRANA	\$ 33.343.281



4.4	MATERIALES ESPECIALES	\$ 1.078.126
<b>5.</b>	<b>LECHO DE SECADO DE LODOS</b>	<b>\$ 4.553.159</b>
5.1	PRELIMINARES	\$ 16.934
5.2	EXCAVACIONES RELLENOS Y RETIRO	\$ 129.292
5.3	BASES CONCRETOS Y REFUERZOS	\$ 1.250.762
5.4	CAJILLAS Y CAMARAS DE LAVADO	\$ 243.263
5.5	REPELLOS	\$ 926.942
5.6	MATERIALES ESPECIALES	\$ 1.985.965
TOTAL COSTOS DIRECTOS		<b>\$ 133.314.319</b>
ADMINISTRACIÓN		<b>\$ 28.662.579</b>
IMPREVISOS		<b>\$ 5.999.144</b>
UTILIDAD		<b>\$ 5.332.573</b>
TOTAL COSTOS INDIRECTOS		<b>\$ 39.994.296</b>
TOTAL COSTO PROYECTO		<b>\$ 173.308.615</b>

## 3 DESARROLLO DE LA PASANTIA

### 3.1 METODOLOGIA

**3.1.1 Estructura de entrada y tratamiento preliminar.** Las aguas residuales antes de su tratamiento propiamente dicho, se someten generalmente a un pretratamiento que comprende una serie de operaciones físicas y mecánica, con el objeto de separar del agua residual la mayor cantidad posible de materias que por su naturaleza o tamaño crearían problemas en los tratamientos posibles<sup>1</sup>.

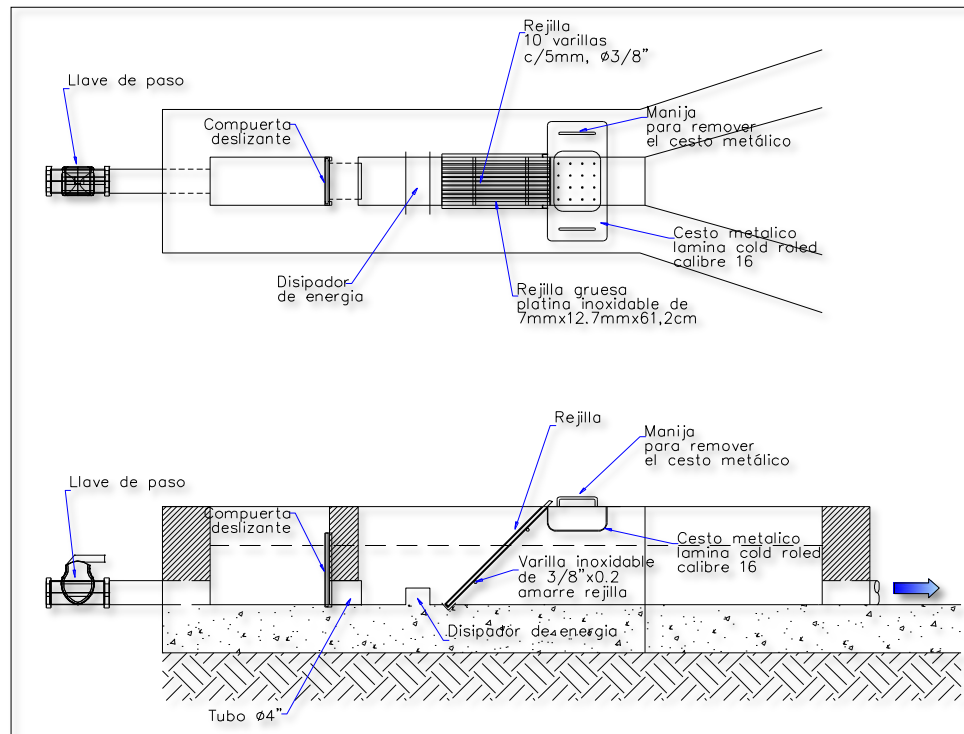
**3.1.2 Rejillas.** Permiten la retención y remoción del material extraño presente en las aguas negras y que puede interferir los procesos de tratamiento. Aunque su limpieza y mantenimiento pueden realizarse con medios mecánicos, este tipo de elementos no son recomendables en municipios o pequeñas localidades, por lo que en este caso se usan las rejillas de limpieza manual (ver figura 6).

Las rejillas deben colocarse aguas arriba de las estaciones de bombeo o de cualquier dispositivo de tratamiento subsecuente que sea susceptible de obstruirse por el material grueso que trae el agua residual sin tratar. El canal de aproximación a la rejilla debe ser diseñado para prevenir la acumulación de arena u otro material pesado aguas arriba de esta. Además, debe tener preferiblemente una dirección perpendicular a las barras de la rejilla. El sitio en que se encuentren las rejillas debe ser provisto con escaleras de acceso, iluminación y ventilación adecuada (RAS, 2.000).

---

<sup>1</sup> Teoría y Diseño de los tratamientos de aguas residuales - UDENAR

**Figura 6. Esquema canal de rejillas**



**3.1.3 Canal de desarenación.** Los desarenadores, en tratamiento de aguas residuales, se usan para remover arena, grava, partículas u otro material sólido pesado que tenga velocidad de asentamiento o peso específico bastante mayor que el de los sólidos orgánicos degradables de las aguas residuales.

Los desarenadores reducen la formación de depósitos pesados en tuberías, canales y conductos, como también minimizan la frecuencia requerida de limpieza de las unidades posteriores.

Los desarenadores pueden localizarse antes de todas las demás unidades de tratamiento, si con ello se facilita la operación de las demás etapas del proceso, sin embargo, la instalación de rejillas, antes del desarenador, también facilita la remoción de arena y la limpieza de los canales de desarenador<sup>2</sup>.

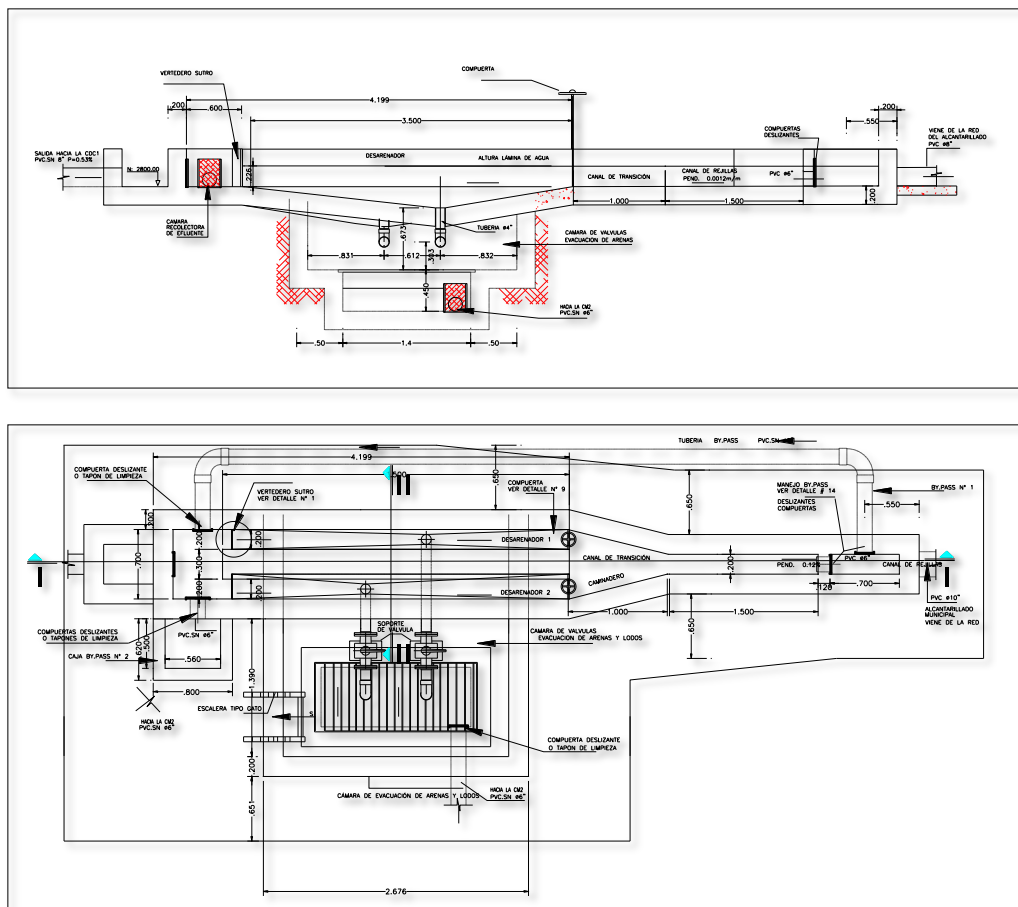
Los desarenadores son canales o estructuras apropiadas para reducir la velocidad del agua hasta valores que permitan la sedimentación de las partículas discretas (ver figura 7).

<sup>2</sup> Tratamiento de Aguas Residuales – Escuela Colombiana de Ingeniería – Jairo Alberto Romero Rojas

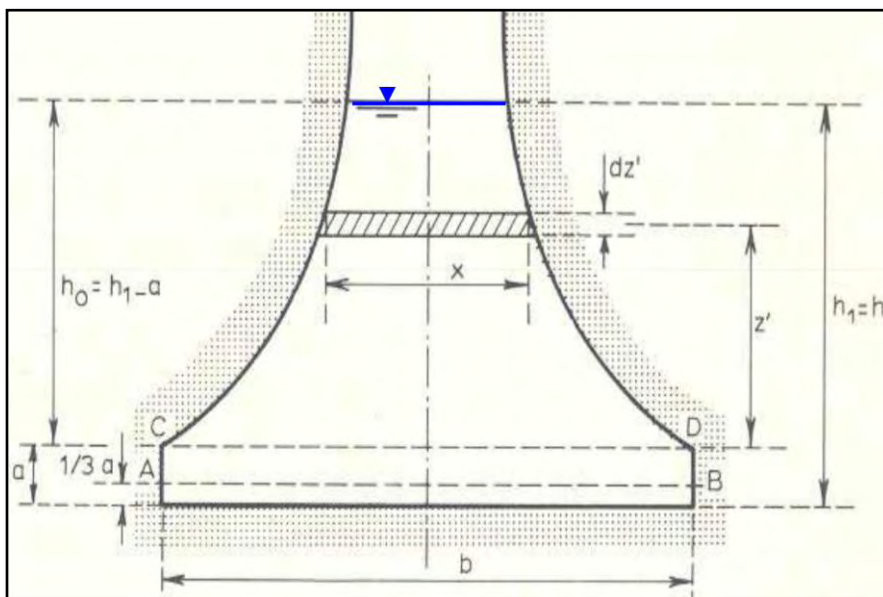
En este sentido, se diseñó dos canales de desarenación que actúan en paralelo con el propósito de que en el caso que se haga mantenimiento a una de las cámaras no se suspenda la entrada del afluente al tren de tratamiento. De igual manera, se propone la implementaron de dos válvulas de paso manuales movibles en acero inoxidable, que se deben colocar a la entrada y salida cuando se va a sacar de servicio para mantenimiento alguna unidad.

Posteriormente, se diseñó un vertedero sutro (ver figura 8), para que funcione a descarga libre en el efluente del desarenador.

**Figura 7. Esquema tanque de desarenación**



**Figura 8. Vertedero sutor**



**3.1.4 Tanque de digestión.** Los tanques de digestión, son tanques que sirven como tanque combinado de sedimentación y desnatación, como digestor anaeróbico sin mezcla ni calentamiento y como tanque de almacenamiento de lodos (ver figura 9). En general, en la construcción de los tanques sépticos se usan materiales como el concreto o la fibra de vidrio, aunque también se han utilizado materiales como acero, madera de secuoya y polietileno (Tchobanoglous, 2.000).

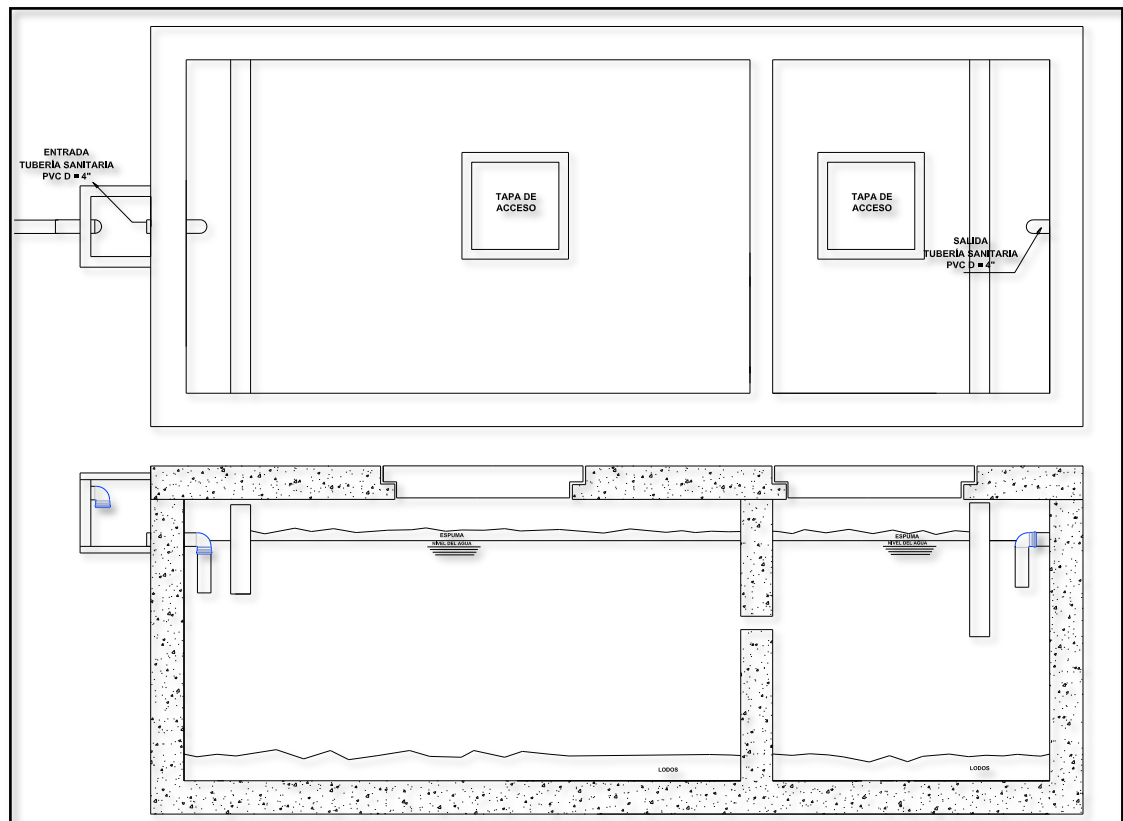
En los tanques sépticos, los sólidos sedimentables que se encuentran en el agua residual cruda forman una capa de lodo en el fondo. Las grasas, aceites y demás material ligero tienden a acumularse en la superficie donde forman una capa flotante de espuma en la parte superior; la capa de lodo sedimentado en el fondo corresponde al agua tratada y se puede llevar para disposición en campos de infiltración o ser sometida una unidad de tratamiento si ésta existe.

La materia orgánica retenida en el fondo del tanque se somete a un proceso de descomposición anaeróbica y facultativa, transformándose en compuestos y gases más estables como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ). El lodo que se acumula en el fondo del tanque séptico está compuesto sobre todo de hilachas provenientes del lavado de prendas y de lignina, la cual hace parte de la composición del papel higiénico; aunque estos materiales lleguen a degradarse biológicamente, la velocidad de descomposición es tan baja que en últimas se acumulan (Tchobanoglous, 2.000).

Aunque en los tanques de digestión o sépticos se forme sulfuro de hidrógeno, no es común la formación de olores, ya que el sulfuro de hidrógeno se combina con los metales presentes formando sulfuros metálicos insolubles que se acumulan en los sólidos que se sedimentan. A pesar que la descomposición anaeróbica reduce el volumen del material sólido depositado en el fondo del tanque, existe siempre una acumulación neta del lodo.

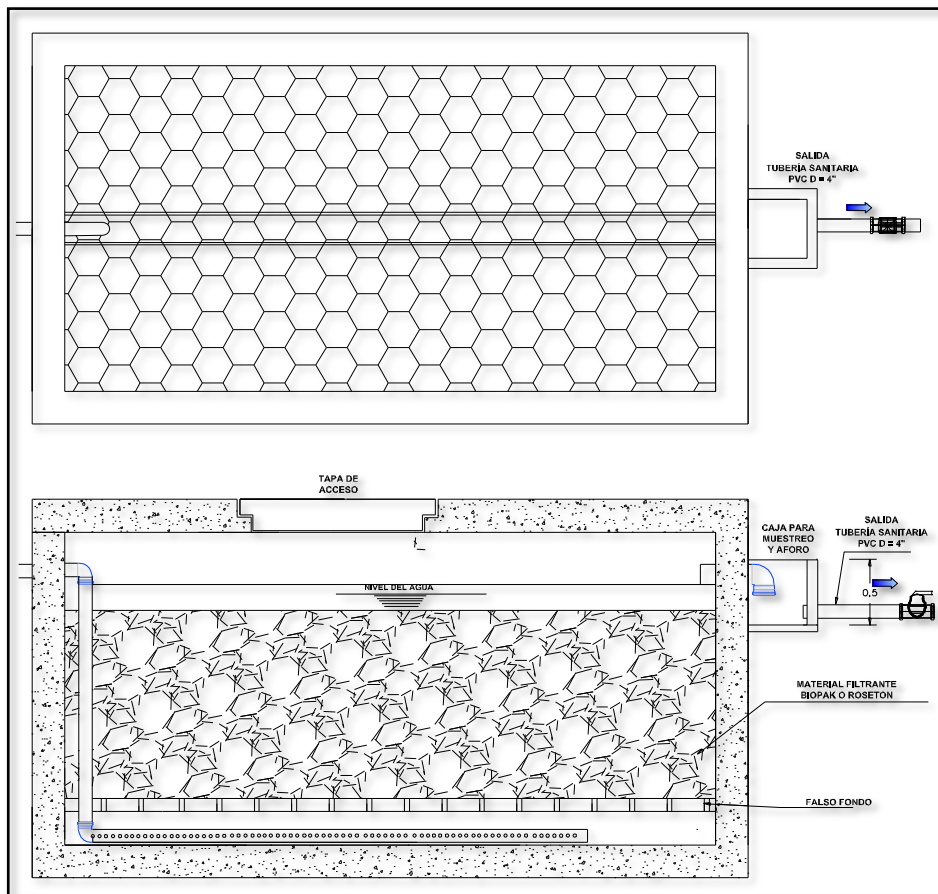
Parte del lodo alimentado se adhiere a las burbujas de gas generadas en el proceso de descomposición del material sólido del fondo del tanque. A largo plazo, la acumulación de lodo y espuma hace que se reduzca la capacidad volumétrica efectiva del tanque; por tanto, es conveniente realizar bombeos periódicos del contenido del tanque a manera de mantenimiento programado.

**Figura 9. Esquema tanque séptico**



**3.1.5 Filtro anaerobio de flujo ascendente.** El filtro anaerobio de flujo ascendente es el más sencillo de mantener porque la biomasa permanece como una película microbial adherida y porque como el flujo es ascensional, el riesgo de taponamiento es mínimo. El filtro anaerobio está constituido por un tanque o columna, relleno con un medio sólido para soporte del crecimiento biológico anaerobio (ver figura 10). El agua residual es puesta en contacto con el crecimiento bacteriano adherido al medio y como las bacterias son retenidas sobre el medio y no salen en el efluente con tiempos de retención hidráulica cortos, permitiendo así el tratamiento de aguas residuales de baja concentración a temperatura ambiente. Este sistema presenta una eficiencia entre 60 y 90% en DBO, bajos costos de instalación y operación<sup>3</sup>.

**Figura 10. Esquema filtro anaerobio flujo ascendente**



<sup>3</sup> MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Guía Ambiental para la formulación de Planes de Pretratamiento de Efluentes Industriales. Bogotá: 2002. P. 84.

**3.1.6 Humedal de flujo sub superficial.** Los humedales artificiales proporcionan un tratamiento de los vertimientos a través de la floculación y sedimentación durante el flujo de aguas residuales a través de plantas acuáticas que crecen de pie en aguas poco profundas. En algunos también hay áreas abiertas donde la biooxidación aeróbica complementa los procesos de eliminación física. Estos sistemas se asemejan a los humedales naturales en la función y la apariencia.

Los humedales tienen tres funciones básicas que los hacen tener un atractivo potencial para el tratamiento de aguas residuales: fijar físicamente los contaminantes en la superficie del suelo y la materia orgánica. Utilizar y transformar los elementos por intermedio de los microorganismos. Lograr niveles de tratamiento consistentes con un bajo consumo de energía y bajo mantenimiento.

La utilización de plantas acuáticas ha sido desarrollada como un tratamiento secundario o terciario alternativo de aguas residuales, y ha demostrado ser eficiente en la remoción de una amplia gama de sustancias, orgánicas así como nutrientes y metales pesados.

Los humedales naturales pueden llegar a ser muy complejos, con una capa de agua que cubre el suelo, gran cantidad de vegetación a diferente nivel (sumergido, flotante y emergente) y aguas subterráneas más o menos próximas a la superficie. A través de diferentes procesos, los microorganismos del suelo y de los rizomas de las plantas degradan la materia, las plantas asimilan y retienen los nutrientes y los metales del agua quedan retenidos en la grava y en el tejido vegetal (ver figura 11). El mecanismo mediante el cual la planta saca del agua residual el contaminante es el siguiente: las plantas acuáticas, que constituyen la base de la tecnología de los wetland, tienen la propiedad de inyectar grandes cantidades de oxígeno hacia sus raíces. El aire que no es aprovechado por la especie y que ésta expelle es absorbido por microorganismos, como bacterias y hongos, que se asocian a la raíz y se encargan de metabolizar los contaminantes que entran al sistema<sup>4</sup>.

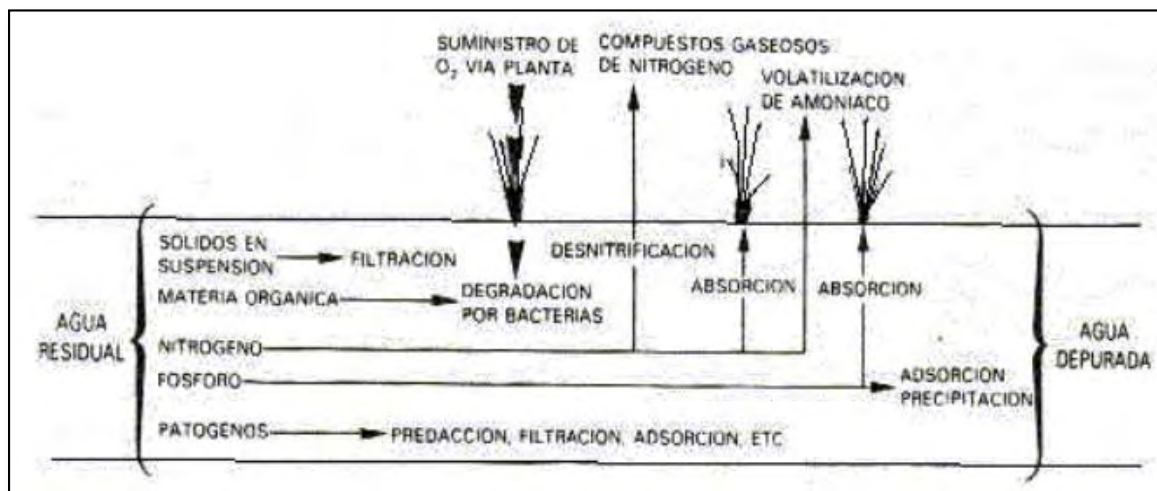
Por eso, la importancia de ahondar en el estudio de los Humedales para tratamiento de Aguas Residuales con metales pesados y así promover la conservación del medio ambiente por medios naturales y económicos.

---

<sup>4</sup> Universidad Tecnológica de Pereira – MONOGRAFIA SOBRE HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL (HAFSS) PARA REMOCION DE METALES PESADOS EN AGUAS RESIDUALES – 2010.



**Figura 11. Proceso de depuración de humedales artificiales**



### 3.2 PROGRAMACION DE ACTIVIDADES DE OBRA

La programación de obra se realizó semanalmente teniendo en cuenta lo estipulado en el cronograma de actividades (ver anexo 1), se analizaron los posibles inconvenientes o retrasos que se pudiesen presentar por cualquier factor ajeno a la obra (escases de materiales, aspectos climáticos, acceso al sitio de la obra u otro de cualquier otra índole) y realizar si es necesario un plan de contingencia que mitigue estos posibles retrasos. Se verificó que la información técnica se encuentre completa y actualizada, además de constatar las afiliaciones a seguridad social de todo el personal involucrado en la ejecución del proyecto.

Ya en el sitio de trabajo y antes de iniciar cualquier actividad se comprobó que el personal se encuentre completo y con su respectivo equipo de protección industrial y se da inicio a las actividades (ver figura 12). Una vez terminadas las actividades diarias, los avances efectuados en el día se consignaron en la bitácora de obra además de cualquier eventualidad que pudiese presentarse.

**Figura 12. Personal con dotación de protección industrial**



Para actividades que requieran personal especializado o materiales de difícil consecución se informó con la suficiente anticipación para de esta manera evitar posibles contingencias que afecten el normal desarrollo de la obra.

### **3.3 PROCESO CONSTRUCTIVO**

**3.3.1 Actividades preliminares.** Una vez se dio inicio de obra por parte de la interventoría (Anexo 2), se procedió a hacer un reconocimiento del lugar donde se construyó el sistema de tratamiento y con la comisión de topografía se realizó el respectivo levantamiento topográfico (ver figura 13). Se observó que el área para construcción presentaba una pendiente adecuada para la construcción de las unidades tratamiento.

**Figura 13. Comisión topográfica en labores de replanteo**



**3.3.2 Campamento.** Para la ejecución de las obras objeto del proyecto se construyó en el sitio un campamento que tendrá la función de bodega de almacenamiento de materiales (ver figura 14), que de acuerdo a las especificaciones técnicas deben estar protegidas del medio ambiente y como almacenamiento de la herramienta menor a utilizar; de igual manera este sitio se utilizó como oficina para revisiones de planos, programación y seguimiento de las actividades de la semana así como de reuniones internas con el personal de obra.

**Figura 14. Campamento**



**3.3.3 Explanaciones y excavaciones iniciales.** Las excavaciones en su mayor parte se realizaron mediante la utilización de maquinaria pesada debido al gran movimiento de tierra que se presentaron en terreno y el perfilamiento se realizó manualmente (ver figura 15), la cubicación de las excavaciones se realizó mediante el uso del método de las secciones. Debido a que en el proceso de excavación se presentaron la formación de taludes de altura considerable se procedió a realizar terrazas en el terreno con el fin de mitigar posibles deslizamientos durante la excavación y posteriormente por acción de las lluvias (ver figura 16). Para estas actividades se realizó un control de niveles mediante la utilización de la comisión de topografía.

**Figura 15. Maquinaria realizando explanaciones del terreno**



Durante este proceso se dio un manejo adecuado al material proveniente de la excavación llevándolo a un botadero autorizado por la administración municipal, el material que seleccionado se reutilizó para hacer los rellenos de las partes perimetrales de las estructuras construidas.

**Figura 16. Conformación de terrazas**



Una vez terminadas las excavaciones se procedió a realizar el replanteo haciendo uso del equipo de topografía y dejando marcado en terreno los lineamientos y cotas de nivel que serán base de la construcción de las unidades del sistema

**3.3.4 Construcción canaleta de rejillas y desarenador.** Para la construcción de estas estructuras se realizó el procedimiento que se describe a continuación:

- Excavaciones y mejoramientos. Se inició con la nivelación del piso de cimentación, teniendo en cuenta el replanteo y las cotas referenciadas con la topografía, se realizaron las excavaciones y perfilamiento de la cámara de válvulas y evacuación de arenas y lodos (ver figuras 17 y 18), para la que se utilizó personal con herramienta menor, se realizó la cubicación y se consignó en el respectivo formato de cálculo de cantidades (ver anexo 3), de igual manera se procedió con el mejoramiento de la superficie con material de recebo con un espesor de 20 cm de cimentación de la estructura.

***Figura 17. Excavaciones para construcción de cámara de válvulas del desarenador***



**Figura 18. Perfilado de excavación para cámara de válvulas**



- **Fundición de solado.** El solado se construyó sobre el mejoramiento de la superficie de cimentación, tiene un espesor de aproximadamente de 15 cm y se realizó en concreto de 3.000 psi conforme a lo estipulado en los diseños estructurales, su realización, su ubicación y se consignó en su respectivo formato de cálculo de cantidades.
- **Despiece, figurado y armado del acero de refuerzo.** Para el despiece del acero de refuerzo se utilizó herramientas digitales (Autocad) para el trabajo de oficina, y los planos físicos para uso en campo.

En cuanto al proceso de figurado, se verificó que se cumpliera con las especificaciones en cuanto a longitudes, traslapes recomendados, diámetros y doblamientos de las varillas (ver figura 19).

**Figura 19. Figurado de acero de refuerzo**



Para el proceso de armado del refuerzo (ver figura 20 y 21), se verificó que las separaciones entre las varillas sean las indicadas en los planos, además de la cantidad de las mismas.

**Figura 20. Armado de acero de refuerzo para caja de válvulas desarenador**



**Figura 21. Armado de refuerzo para canaleta y desarenador**



- **Fundición de losa de piso y muros.** Para la elaboración del concreto de la canaleta y desarenador se hizo uso de una mezcladora mecánica, vibrador de concretos y herramienta menor (ver figuras 22 y 23). Se adicionó un aditivo impermeabilizante el cual ya estaba considerado dentro del presupuesto y se empleó Plastocrete DM para el cual se verificó que se emplease la dosificación recomendada por el fabricante (Anexo 4). Se constató que los agregados finos y gruesos cumplan con la dosificación calculada en respectivo diseño de mezcla (Anexo 5, además se verificó que la utilización de los equipos sea la adecuada teniendo especial cuidado en el uso del vibrador de concretos que sea uniforme y evitando golpear excesivamente el acero de refuerzo.

**Figura 22. Fundición de cámara de válvulas del desarenador**





**Figura 23. Fundición de canaleta y desarenador**



**3.3.5 Construcción de tanque séptico y FAFA.** Para la construcción de estas estructuras se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- **Excavaciones y mejoramientos.** Se emplea la misma metodología utilizada en las estructuras anteriores (ver figuras 24 y 25). Sin embargo el mejoramiento de la base de cimentación fue de 30 cm de acuerdo a los lineamientos consignados en los diseños.

**Figura 24. Excavación para construcción de tanque séptico y FAFA**



**Figura 25. Mejoramiento con material de recebo**



- **Fundición de base en concreto ciclópeo.** Para la construcción del concreto ciclópeo se empleó una relación 60% de concreto de 3000 psi y 40% de rajón y de un espesor de 40 cm, de igual manera se utilizó mezcladora mecánica para la elaboración del concreto, se tuvo en cuenta que el rajón tenga las dimensiones adecuadas (ver figura 26). se realizó la cubicación y se consignó en el formato correspondiente.

**Figura 26. Fundición concreto ciclópeo**



- **Despiece, figurado y armado del acero de refuerzo.** Se empleó el mismo procedimiento utilizado en la canaleta de rejillas y desarenador.

De igual manera se verificó el cumplimiento de traslapes, separación entre varillas y diámetros consignados en los planos (ver figuras 27,28 y 29).

***Figura 27. Acero de refuerzo de vigas***



***Figura 28. Acero de refuerzo de losa de piso***



**Figura 29. Acero de refuerzo de muros**

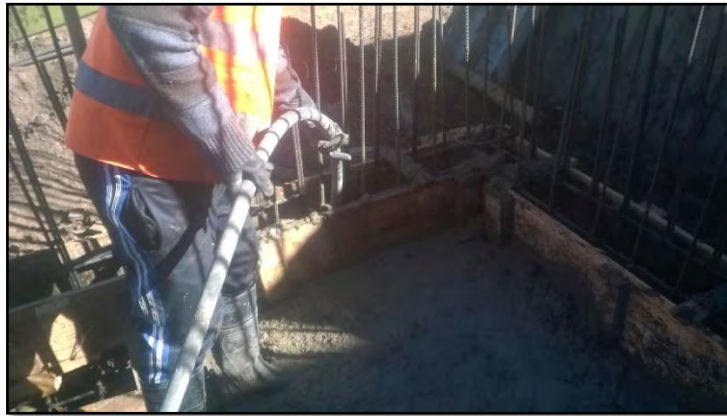


- **Fundición de losa de piso de tanque séptico y FAFa.** La losa de piso fue construida en concreto de 4.000 psi de resistencia y un espesor de 30 cm (ver figura 30), se hizo uso de una mezcladora mecánica de concretos y un vibrador mecánico, se tuvieron en cuenta las consideraciones de construcción empleadas en la canaleta y desarenador (ver figura 31).

**Figura 30. Fundición losa de piso**



**Figura 31. Uso del vibrador de concreto**



Debido a que la fundición de estas estructuras se tuvo que hacer por etapas se vio la necesidad de utilizar para unión de la junta una cinta PVC (ver figura 32) para evitar posteriores filtraciones la que se verifico que la mitad de esta se encuentre embebida en el concreto.

**Figura 32. Cinta PVC**



- **Fundición de muros de tanque séptico y FAFA.** Los muros de estas estructura fueron de 25 cm de espesor y una altura de 2,40 m (ver figura 33), se tuvieron las mismas consideraciones que en las estructuras anteriores, y en esta ocasión verificando que el concreto no sea arrojada de altura mayores a 1,5 m con el fin de evitar la disgregación de la mezcla.

**Figura 33. Fundición de muros**



- **Fundición de losa de cubierta.** Se realizó la construcción de una losa de cubierta de 15 cm de espesor en concreto de 4.000 psi (ver figura 34 y 35), se verifico que se mantengan las mismas consideraciones de fundición adoptadas anteriormente.

**Figura 34. Fundición de losa de cubierta**



**Figura 35. Losa de cubierta**



- **Falso fondo y material filtrante.** Para el filtro se construyó un falso fondo con vigas prefabricadas las cuales pueden ser removidas para actividades de limpieza y mantenimiento de la unidad; sobre este falso fondo se dispone el material filtrante de tratamiento que para este caso consiste en un material sintético (ver figura 36) mediante dispositivos octogonales de diámetro 18,7 centímetros y área superficial 100m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, con una porosidad de 0,90 hasta una altura de 1,6 m; este material tiene una gran área de especifica lo que genera mayor remoción.

**Figura 36. Medio filtrante en anillos de plástico (Biopack)**



**3.3.6 Construcción humedal subsuperficial.** Para la construcción del humedal se llevó a cabo el procedimiento que se describe a continuación:

- **Excavación y mejoramiento de superficie.** Para realizar los trabajos de excavación para esta unidad se recomendó la utilización de maquinaria pesada (ver figuras 37 y 38), ya que por el tamaño el uso de mano de obra no era el más viable, no obstante el perfilado se realizó manualmente. Una vez terminado se procedió con labores de cubicación de las cantidades para posteriormente consignarlas en el formato respectivo.

***Figura 37. Excavación de humedal con maquinaria***



***Figura 38. Perfilado de excavación de humedal***





- **Construcción de tabique de divisorio.** Se construyó un muro en ladrillo y repellido al centro del tanque, con el fin de que flujo realice un circuito a través de todo el humedal (ver figura 39).

***Figura 39. Muro central de humedal***



- **Instalación de geo membrana.** Para evitar filtraciones que puedan contaminar posibles corrientes de agua subterránea se instaló en el tanque una geo membrana PVC HDPE (ver figura 40), para la que se verifico que su instalación este de acuerdo a las especificaciones recomendadas por el fabricante.

***Figura 40. Instalación de geo membrana***

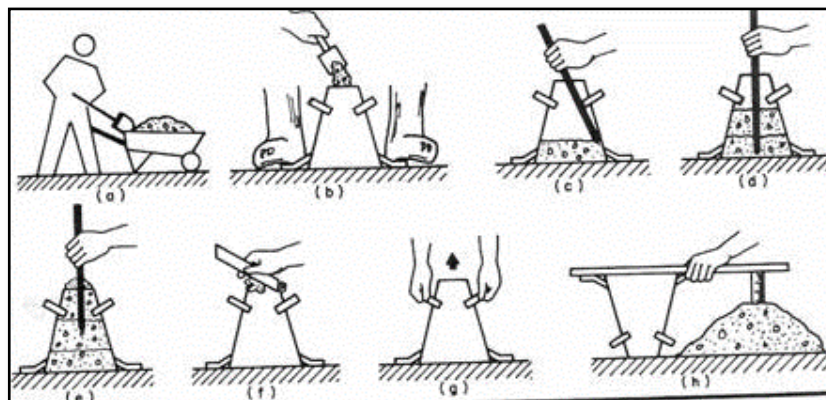


**3.3.7 Control de calidad.** Dentro de las funciones encomendadas como pasante de obra se incluye el de controlar los procesos de construcción y verificación de la calidad del producto final, para esto se realizaron las siguientes funciones:

- **Concretos.** Se tomaron muestras aleatorias en cada proceso de fundición y de cada una de las unidades a construir, con estas se inició en primer lugar a verificar el asentamiento del concreto utilizando el método del ensayo de asentamiento haciendo uso del cono de Abrams (ver figuras 41 y 42) de acuerdo con el siguiente procedimiento:

Se colocó el cono en una superficie plana con la abertura más pequeña hacia arriba. Posteriormente, se presiona el molde hacia abajo, tomando las agarraderas, para que al momento de colocar la mezcla esta no se salga por la parte de abajo. Se llena el cono en tres capas, cada una con aproximadamente con una tercera parte del volumen del molde; cada capa se apisona 25 veces con una varilla lisa de 16 mm de diámetro y aproximadamente 60 cm de largo; después de realizar el apisonamiento de la última capa se alisa al ras la superficie y se levanta cuidadosamente el cono en forma vertical sin movimiento circulares o laterales y sin tocar la mezcla con el molde una vez esta se haya separado del concreto fresco; finalmente se midió la diferencia de altura del molde con el concreto fresco<sup>5</sup>.

**Figura 41. Procedimiento del ensayo de asentamiento**



<sup>5</sup> Norma Técnica Colombiana, NTC 396, Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.

**Figura 42. Asentamiento del concreto**



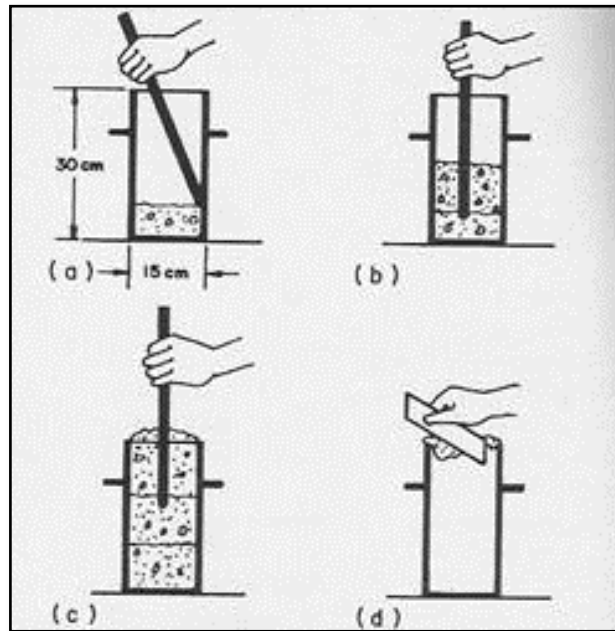
Una vez realizado el ensayo de asentamiento se procedió a realizar la toma de cilindros (ver figuras 43 y 44), elaborando tres cilindros para proceder a fallarlos a las edades de 7 días, 14 días y 28 días verificando que el cumplimiento de las resistencias, siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

Los moldes utilizados fueron de acero de 15 cm de diámetro y 30 cm de alto, estos fueron aceitados para evitar que el concreto se adhiera al metal, el cilindro se llenó en tres capas de igual altura y cada capa se apisonó con una varilla lisa de 16 mm de diámetro con uno de sus extremos redondeados; la varilla se hunde 25 veces por cada capa. Al final de la compactación, se completó el llenado del molde con más mezcla y se alisó la superficie con la ayuda de un palustre; finalmente se dieron unos golpes con un martillo de caucho para eliminar las burbujas de aire que hayan podido quedar atrapadas en la mezcla<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Norma Técnica Colombiana, NTC 454, Toma de muestras, concreto fresco; NTC 673, Concretos, Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

**Figura 43. Elaboración de cilindros de concreto**



**Figura 44. Cilindros tomados en obra**



- **Acero de refuerzo.** Se verificó que el acero utilizado en obra cumpla con las respectivas normas<sup>7</sup>, para lo que se solicitó al proveedor el respectivo certificado de calidad expedido por el fabricante, adicionalmente se verificó que el manejo al momento del figurado del refuerzo sea el adecuado.

<sup>7</sup> Norma Técnica Colombiana, NTC 2289, Barras corrugadas o lisas de acero de baja aleación, para refuerzo de concreto.

- **Cemento.** Se verificó que el cemento utilizado sea de la marca y tipo descrito en el respectivo diseño de mezcla, además se constató visualmente que este se encuentre en buenas condiciones y que su almacenamiento sea el adecuado con el fin de evitar que este pierda sus propiedades a la hora de ser utilizado en la mezcla.
- **Agregados.** Los agregados tanto como el fino (arena) y el grueso (triturado), se les realizó los ensayos de granulometría con el fin de verificar el cumplimiento de las especificaciones requeridas para ser usados en la mezcla, se comprobó la procedencia de estos y que las canteras cuenten con sus respectivos permisos de explotación.
- **Tuberías y accesorios PVC.** La tubería y los accesorios fueron verificados mediante la solicitud de los certificados de calidad respectivos entregados por el proveedor, se verificó el estado de la tubería así como de su correcto almacenamiento.

## 4 CONCLUSIONES

- La construcción de esta planta de tratamiento es de gran importancia ya que proporciona una mejora en la calidad de vida de los habitantes del sector de Calle Larga en el municipio de Aldana, además de mitigar el impacto ambiental que producen las aguas residuales domésticas.
- Contar con un cronograma de actividades que se ajuste a las disponibilidades de materiales y de mano de obra calificada y no calificada es de gran importancia para el correcto desarrollo del proyecto.
- La organización del equipo de trabajo es de gran importancia a la hora de iniciar las actividades programadas, así como de contar con los equipos adecuados para la ejecución de las actividades.
- Los procesos de control de calidad son determinantes a la hora de ejecutar las actividades pues de esto depende que la durabilidad de los productos elaborados.
- Llevar un registro diario de las actividades ejecutadas en la bitácora es de gran importancia ya que este es el medio oficial y legal de comunicación entre las partes que firman el contrato, además que sirve como testigo de los procesos ejecutados así como de las correcciones de las deficiencias ocurridas en el proyecto.

## 5 RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta que el presupuesto se encuentre acorde a los estudios preliminares, diseños estructurales e hidráulicos definitivos, con el fin de evitar costos no previstos que puedan causar traumatismos en el presupuesto inicial y poner en riesgo el objeto del proyecto.
- Contar con el personal profesional adecuado caracterizados por su eficiencia y calidad en el trabajo, que puedan dar garantía del cumplimiento de los plazos de ejecución que se hayan estipulado inicialmente.
- Disponer de una precisa planeación de actividades, conforme a la buena administración de personal, recursos económicos y de materiales se reflejan en un proceso constructivo ordenado y eficiente, con resultados satisfactorios.
- Realizar un control de calidad adecuado, en favor de las especificaciones técnicas por parte de los encargados de la construcción, trae consigo un resultado sobresaliente en el producto terminado.
- Formular un manual de operación y mantenimiento es de gran importancia en el funcionamiento y durabilidad del producto entregado, de tal manera, este debe presentar una clara explicación de los procedimientos operacionales del sistema y su respectivo mantenimiento.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS, Icontec. Normas Colombianas para la presentación de trabajos. Bogotá D.C.

LOZANO RIVAS, William Antonio, (2012). Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Módulo didáctico. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Guía Ambiental para la Formulación de Planes de Pretratamiento de Efluentes Industriales. Bogotá: 2002. P. 84.

Norma Técnica Colombiana NTC – ISO 9000.

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS, Título D, Sistema de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domesticas y Aguas Lluvias, Bogotá D.C. 2015.

SALAZAR CANO, Roberto. Teoría y diseño de los tratamientos de aguas residuales. Universidad de Nariño. Pasto. 1ª. Ed. 2002.




## **ANEXOS**

## ANEXO 1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE OBRA


ITEM	DESCRIPCION	VALOR	MES																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	DESARENADOR	\$ 1187775																		
1.1	PRELIMINARES	192743																		
1.2	EXCAVACIONES, RELLENOS Y RETIROS	256865																		
1.3	BASES, CONCRETOS Y REFUERZOS	651916																		
1.4	REPellos	644826																		
1.5	MATERIALES ESPECIALES	426425																		
2	TANQUE SEPTICO	\$ 3972246																		
2.1	PRELIMINARES	312346																		
2.2	EXCAVACIONES, RELLENOS Y RETIROS	4206710																		
2.3	BASES, CONCRETOS Y REFUERZOS	30888107																		
2.4	REPellos	2960357																		
2.5	CAJILLAS Y CÁMARAS DE LAVADO	806440																		
2.6	MATERIALES ESPECIALES	548766																		
3	FILTRO ANTIROBO DE FLUJO ASCENDENTE	\$ 32131590																		
3.1	PRELIMINARES	195216																		
3.2	EXCAVACIONES, RELLENOS Y RETIROS	2464380																		
3.3	BASES, CONCRETOS Y REFUERZOS	19904591																		
3.4	REPellos	988218																		
3.5	CAJILLAS Y CÁMARAS DE LAVADO	403220																		
3.6	MATERIALES ESPECIALES	8175965																		
4	HUMEDAL	4505936900																		
4.1	PRELIMINARES	2212448																		
4.2	EXCAVACIONES, RELLENOS Y RETIROS	\$ 8.405.514																		
4.3	BASES Y GEOMEMBRAÑA	\$ 3.343.281																		
4.4	MATERIALES ESPECIALES	\$ 1.078.126																		
5	LECHO DE SECADO DE LODOS	454259300																		
5.1	PRELIMINARES	\$ 16.934																		
5.2	EXCAVACIONES, RELLENOS Y RETIROS	\$ 30.428																		
5.3	BASES, CONCRETOS Y REFUERZOS	\$ 88.645																		
5.4	CAJILLAS Y CÁMARAS DE LAVADO	\$ 80.664																		
5.5	REPellos	\$ 926.942																		
5.6	MATERIALES ESPECIALES	\$ 1.170.066																		
<b>TOTALES</b>		<b>\$ 133.314.319</b>																		

**ANEXO 2  
ACTA DE INICIO DE OBRA**

 <b>ALCALDÍA MUNICIPAL DE ALDANA</b> NIT 800099052-0  <b>Gestión y Desarrollo Social</b> por Aldana 2012 - 2015	<b>DESPACHO ALCALDÍA MUNICIPAL DE ALDANA</b>	DAMA
		Versión: 02
	<b>ACTA DE INICIO</b>	Fecha: 02/01/2012
		Pág.: 1/2

**ACTA DE INICIO CONTRATO DE OBRA PUBLICA No SA MC 004-2015 SUSCRITO ENTRE EL MUNICIPIO DE ALDANA Y EL CONSORCIO PTAR J&E**

<b>MODALIDAD CONTRATACION SELECCIÓN ABREVIADA</b>	
<b>CONTRATANTE</b>	<b>ALCALDIA MUNICIPAL DE ALDANA</b> NIT 800099052-0
<b>REPRESENTANTE LEGAL</b>	<b>JOSE ARMANDO CAGUAZANGO ATIZ</b> C.C. No. 12.749.059 expedida en Pasto (N)
<b>CONTRATISTA</b>	<b>CONSORCIO PTARJ&amp;E</b> NIT. 900.907.796 – 2
<b>REPRESENTANTE LEGAL</b>	<b>EDWIN ROLANDO CEBALLOS FREIRE</b> C.C. No. 98.392.238 expedida en Pasto (N)
<b>OBJETO DEL CONTRATO</b>	CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CENTRO POBLADO SAN LUIS SECTOR CALLE LARGA DEL MUNICIPIO DE AÑDANA NARIÑO.
<b>VALOR TOTAL DEL CONTRATO</b>	CCIENTO SETENTA Y TRES MILLONES TRESCIENTOS OCHO MIL SEISCIENTOSQUINCE PESOS (\$173.308.716)
<b>FORMA DE PAGO</b>	El valor del contrato será pagado por el municipio de Aldana de la siguiente manera:  90% mediante actas parciales de ejecución,, previo recibo a satisfacción por parte del interventor.  10% Previa entrega total de la obra, con recibo a satisfacción por parte del Interventor y supervisor.
<b>PERFECCIONAMIENTO</b>	NOVIEMBRE 09 DE 2015
<b>PLAZO</b>	Siete (7) meses.
<b>INTERVENTOR</b>	<b>DIEGO ARMANDO LOPEZ HERNANDEZ</b> C.C. No. 1.086.104.859 de Pupiales (N)
<b>SUPERVISOR</b>	<b>AURA MARINA DERAZO CEBALLOS</b> SECRETARIA DE PLANEACION MUNICIPAL

 <p>ALCALDÍA MUNICIPAL DE ALDANA NIT 800099052-0</p> <p>Gestión y Desarrollo Social por Aldana 2012 - 2015</p>	<p>DESPACHO ALCALDÍA MUNICIPAL DE ALDANA</p>	DAMA
		Versión: 02
	<p>ACTA DE INICIO</p>	Fecha: 02/01/2012
		Pág.: 2/2

El día dieciocho (18) de noviembre de 2015, se reunieron en la Alcaldía Municipal de Aldana, la Doctora **AURA MARINA DERAZO CEBALLOS**, identificada con C.C. No. 27.105.724 expedida en Aldana (N.), Secretaria de Planeación Municipal, el señor **EDWIN ROLANDO CEBALLOS FREIRE**, identificado con cédula de ciudadanía No. 98.392.238 expedida en Pasto (N.), como representante legal del **Consorcio PTAR J&E**, En calidad de Contratista de obra y el señor **DIEGO ARMANDO LOPEZ HERNANDEZ**, identificado con cédula de ciudadanía No. 1086.104.859 de Pupiales (N.), obrando en su propio nombre y representación, en calidad de interventor de obra.

Los suscritos, mediante el presente documento dejan en constancia el inicio real y efectivo del contrato anteriormente citado, previo cumplimiento de los requisitos de legalización del mismo.

Para constancia se firma en el Municipio de Aldana, a los dieciocho (18) días del mes de noviembre de dos mil quince (2015).

**CONTRATISTA,**

**INTERVENTOR,**


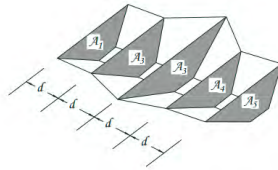
\_\_\_\_\_  
**EDWIN ROLANDO CEBALLOS FREIRE**  
Representando Legalmente  
**CONSORCIO J&E**  
C.C. No. 98.392.238 de Pasto.

\_\_\_\_\_  
**DIEGO ARMANDO LOPEZ H.**  
Interventor  
CC. 1.086.104.859 de Pupiales.


**SUPERVISORA,**

\_\_\_\_\_  
**AURA MARINA DERAZO CEBALLOS**  
C.C. No 27.105.724 expedida en Aldana.

## ANEXO 3 FORMATO DE CALCULO DE CANTIDADES

	<b>MEMORIA DE CANTIDADES DE OBRA</b>						Versión	
							01	
ACTA No.		PERIODO DEL ACTA CORRESPONDIENTE			DD / MM / AAAA A DD / MM / AAAA			
OBJETO	CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CENTRO POBLADO SAN LUIS SECTOR CALLE LARGA DEL MUNICIPIO DE ALDANA NARIÑO							
CONTRATO No.	SA MC 004 DE 2015							
CONTRATISTA	CONSORCIO PTAR J&E							
INTERVENTOR	DIEGO ARMANDO LOPEZ HERNANDEZ							
ITEM	EXCAVACIONES					UNIDAD	M3	
FECHA aaaa-mm-dd	LOCALIZACIÓN	DIMENSIONES			CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL	ESQUEMA
		Largo	Ancho	Alto			ACUMULADO	
								 $V_i = \frac{1}{2} d(A_i + A_{i+1})$
Elaboró EL CONTRATISTA:				Aprobó EL INTERVENTOR:				
Firma:				Firma:				
CONSORCIO PTAR J&E				DIEGO ARMANDO LOPEZ HERNANDEZ				
REP. LEGAL EDWIN ROLANDO CEBALLOS FREIRE								
Avaló								
SUPERVISOR ALCALDIA MUNICIPAL DE ALDANA								
Firma:								
ARQ. JONHATAN LOPEZ BASANTE								

## ANEXO 4 HOJA TECNICA PLASTOCRETE DM

 CONSTRUYENDO CONFIANZA	
<b>TECNICA DE PRODUCTO</b> <b>Plastocrete<sup>®</sup> DM</b>	
<b>MEABILIZANTE INTEGRAL PARA CONCRETO</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<p><b>Plastocrete DM</b> es un aditivo líquido color café oscuro, reductor de agua con impermeabilizante.</p> <p>Para la elaboración de concreto de baja permeabilidad y durable en la construcción de tanques, depósitos, sótanos, muros enterrados, cimentaciones, plantas de tratamiento, y todo tipo de obras hidráulicas.</p> <p>Plastocrete DM tiene acción plastificante sobre la mezcla, facilitando la colocación y el vibrado del concreto. Se puede aprovechar su efecto plastificante para reducir hasta en un 8% el agua de amasado de acuerdo con el asentamiento requerido.</p>
<b>VENTAJAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce notablemente la permeabilidad del concreto por su doble efecto de reducción de agua e inclusión de aire.</li> <li>• Incrementa la manejabilidad de la mezcla, facilitando su colocación y compactación.</li> <li>• Disminuye el riesgo de hormigueros en el concreto de estructuras esbeltas.</li> <li>• Reduce en una buena porción el agua de amasado de la mezcla.</li> <li>• Aumenta las resistencias mecánicas a todas las edades.</li> <li>• Disminuye la permeabilidad y aumenta la durabilidad del concreto por la reducción de agua y la inclusión de aire.</li> <li>• Reduce notablemente la segregación del concreto durante su transporte.</li> <li>• Disminuye considerablemente la exudación y contracción del concreto, así como el desecamiento superficial en estado plástico.</li> <li>• Facilita la colocación y mejora notablemente el acabado del concreto.</li> </ul>
<b>MODALIDAD DE EMPLEO</b>	<p>Adicionarlo a la mezcla, disuelto en la última porción del agua de amasado, durante la elaboración del concreto o directamente al agua de amasado, preferiblemente antes de incorporar el cemento y los áridos.</p> <p>Dosificación: <b>Plastocrete DM</b> se dosifica al 0,5% del peso del cemento en la mezcla. Para un bulto de cemento de 50 kg se emplean 250 g de aditivo (250 g aproximadamente).</p>
<b>REQUISITOS TECNICOS</b>	<p><b>Plastocrete DM</b> cumple normas ASTM C-494, e Icontec 1299 como aditivo reductor de agua y ASTM C-260 como incorporador de aire.</p> <p>Densidad: 1,07 kg/l ± 0,03 kg/l.</p>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<p>Los resultados óptimos se obtienen cuando los componentes que intervienen en la preparación del concreto cumplen con las normas vigentes. Dosificar por separado cuando se usen otros aditivos en la misma mezcla. La elaboración de concreto de baja permeabilidad es un proceso que requiere especial atención en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La distribución granulométrica y la limpieza de los agregados.</li> </ul>

protección durante su manipulación. Evitar contacto directo con la piel y los ojos. En caso de contacto lavar con agua y acudir al médico. Consultar Hoja de Seguridad del producto.

**PRESENTACION**

Tambor de 220 Kg y Granel

**ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE**

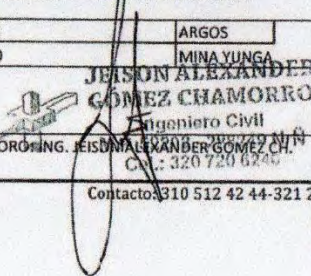
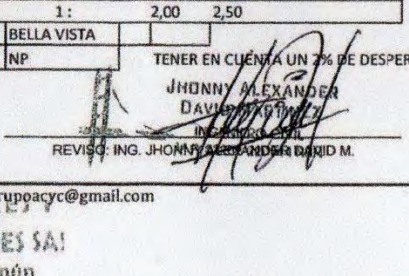
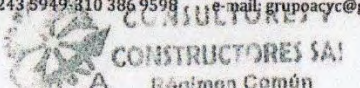
Un (1) año en sitio fresco y bajo techo en su envase original y bien cerrado a temperaturas entre +5°C y +30°C. Para su transporte deben tomarse las precauciones normales para productos químicos.

**CONDICIONES R/S**



NOTA

## ANEXO 5 DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

CONSTRUCTORES		DISEÑO DE UNA MEZCLA DE CONCRETO PARA UNA RESISTENCIA DADA 3000 PSI			
Cliente: CONSORCIO PTAR J & E		CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CENTRO POBLADO SAN LUIS SECTOR CALLE LARGA DEL MUNICIPIO DE ALDANA DE NARIÑO			
Resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$f'cr = 250 \text{ kg/cm}^2$		ASENTAMIENTO = 5.0 CM	
miércoles, 30 de marzo de 2016					
		MARCA ARGOS		Densidad $\text{g/cm}^3$ 3.01	
		TIPO I CORRIENTE		Finura Blaine 4000	
		MARCA NP		M. unitaria $\text{g/cm}^3$	
		TIPO NP		NP	
BULTOS DE 50 KG					
MUESTRA					
<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>			
Módulo de finura	2.50	7 Tamaño máximo mm	38	13 % AGREGADO FINO	40
Densidad sss $\text{g/cm}^3$	2.66	8 Densidad sss $\text{g/cm}^3$	2.62	14 % AGREGADO GRUESO	60
Absorción %	1.18	9 Masa unitaria suelta $\text{kg/cm}^3$	1510	15 CEMENTO $\text{kg/m}^3$	360
Masa unitaria suelta $\text{kg/cm}^3$	1400	10 Masa unitaria apisonada $\text{kg/cm}^3$	1790	16 AGUA $\text{kg/m}^3$	175
Masa unitaria apisonada $\text{kg/cm}^3$	1640	11 Absorción %	0.64	17 ADITIVO $\text{ml/m}^3$	
Materia orgánica	0	Pasa tamiz 75 $\mu\text{m}$ %	0	% de reducción de agua =	
Pasa tamiz 75 $\mu\text{m}$ %	14.8			% de aire atrapado =	1.5%
<b>VOLUMEN ABSOLUTO</b>		<b>CANTIDADE EN PESO <math>\text{kg/m}^3</math></b>		<b>CANTIDADES EN LITROS/BULTO <math>\text{B}/\text{m}^3</math></b>	
Cemento $\frac{(15)}{\text{Peso específico cemento}} =$	120	15 Cemento	360	26 Cemento = Bultos	1
Agua + cemento + aire = $(16) + (18) + \% \text{aire}$	295	24 Arena = $(22) \times (2)$	744	27 Arena =	108
Vol Agregado = $1000 - (19)$	705	25 Grava = $(21) \times (8)$	1116	28 Grava =	132
V. grava = $\frac{(20)}{1 + \frac{(13)}{(14)} \times \frac{(8)}{(22)}}$	426	16 Agua	175	29 Agua	24
Volumen arena = $(20) - (21)$	280	17 Aditivo $\text{lbs/m}^3$	0	30 Aditivo = ml	0
		CEMENTO ARENA GRAVA			
		PROPORCIONES EN PESO: 1 : 2.16 : 2.64			
		AJUSTADO: 1 : 2.00 2.50			
CEMENTO : ARGOS		ARENA : BELLA VISTA			
TRITURADO		ADITIVO : NP		TENER EN CUENTA UN 2% DE DESPERDICIO	
 JEISON ALEXANDER GOMEZ CHAMORRO Ingeniero Civil ELABORÓ ING. JEISON ALEXANDER GOMEZ CH. C.N.: 3207206740		 JOHNNY ALEXANDER DAVID Ingeniero Civil REVISÓ: ING. JOHNNY ALEXANDER DAVID M.			
Contacto: 310 512 42 44-321 243 5949-810 386 9598 e-mail: grupoacyc@gmail.com					
					



Est: <b>CONSORCIO PTAR &amp; E</b>		<b>CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CENTRO POBLADO SAN LUIS SECTOR CALLE LARGA DEL MUNICIPIO DE ALDANA DE NARIÑO</b>	
Resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$		$f'cr = 325 \text{ kg/cm}^2$	
		ASENTAMIENTO = 5 CM	
<b>miércoles, 30 de marzo de 2016</b>			
MARCA TIPO		ARGOS I CORRIENTE	
Densidad $\text{g/cm}^3$ Finura Blaine		3.01 4000	
MARCA TIPO		NP NP	
		M.unitaria $\text{g/cm}^3$	
		BULTOS DE 50 KG	
MUESTRA			
<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Módulo de finura	2.50	7	Tamaño máximo mm
Densidad sss $\text{g/cm}^3$	2.66	8	Densidad sss $\text{g/cm}^3$
Absorción %	1.18	9	Masa unitaria suelta $\text{kg/cm}^3$
Masa unitaria suelta $\text{kg/cm}^3$	1400	10	Masa unitaria apisonada $\text{kg/cm}^3$
Masa unitaria apisonada $\text{kg/cm}^3$	1640	11	Absorción %
Materia orgánica	0		Pasa tamiz 75 $\mu\text{m}$ %
Pasa tamiz 75 $\mu\text{m}$ %	14.8		0
<b>VOLUMEN ABSOLUTO</b>		<b>CANTIDADE EN PESO <math>\text{kg/m}^3</math></b>	
Cemento $\frac{(15)}{\text{Peso específico cemento}} =$	141	15	Cemento
Volumen agua = $\frac{(16) \times (18) \times \% \text{ agua}}{1000} =$	321	24	Arena = $(22) \times (2)$
Vol Agregado = $1000 - (19) =$	679	25	Grava = $(21) \times (8)$
V. grava = $\frac{(20)}{1 + \frac{(13)}{(14)} \times \frac{(8)}{(2)}} =$	410	16	Agua
Volumen arena = $(20) - (21) =$	269	17	Aditivo $\text{lt/m}^3$
		0	
		<b>CANTIDADES EN LITROS/BULTO <math>\text{Bt/m}^3</math></b>	
		8.5	
		26	Cemento = Bultos
		27	Arena =
		28	Grava =
		29	Agua =
		30	Aditivo = ml
		0	
		% de reducción de agua = % de aire atrapado = 1.5%	
		CEMENTO    ARENA    GRAVA PROPORCIONES EN PESO:    1 :    1.94 :    2.26 AJUSTADO:    1 :    2,00:    2,00	
TIPO: ARGOS		ARENA: BELLA VISTA	
TIPO: ARGOS		ADITIVO: NP	
<b>JEISON ALEXANDER GÓMEZ CHAMORRO</b> Ingeniero Civil M.P. 2275 - 288249 Nariño		<b>JHONNY ALEXANDER DAVID M.</b> Ingeniero Civil M.P. 2275 - 288249 Nariño	
ELABORO: ING. JEISON ALEXANDER GOMEZ CH.		REVISO: ING. JHONNY ALEXANDER DAVID M.	
Contacto: 310 512 42 44-321 243 5949-310 386 9590   E-mail: grupatyc@gmail.com			
<b>CONSTRUCTORES SAJ</b>			