

## 2. Especificaciones Técnicas

### 2.1. Generalidades

#### 2.1.1. Presentación

El capítulo consigna las especificaciones técnicas de construcción para la obra de la Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas para la cabecera municipal del municipio de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca, República de Colombia. Para la elaboración de estas especificaciones se consultó información de distintas empresas de servicios públicos del país y de los distribuidores y fabricantes de los materiales con los cuales han sido proyectadas las estructuras. Los planos de construcción, el estudio de suelos y el documento de cantidad de obra y presupuesto son el complemento de estas especificaciones, por lo cual es importante que los PROPONENTES, previamente a la elaboración de sus propuestas, hagan un estudio cuidadoso de estos documentos.

El capítulo presente está organizado de la siguiente forma, la primera parte contiene aspectos generales de las especificaciones técnicas. A continuación se consigna la información de especificaciones técnicas de construcción de la parte civil, hidráulica y sanitaria, la tercer sección incluye lo relacionado con la obra arquitectónica. Las especificaciones del sistema eléctrico se encuentran contenidas en los análisis de precios unitarios de este componente, en el documento de cantidad de obra y presupuesto y en la Memoria Técnica del componente anexa.

A continuación se exponen las condiciones generales de construcción, su aplicación, omisión y/o variación serán siempre verificadas y aprobadas por la Interventoría de obra; en ningún caso el CONTRATISTA podrá hacer cambios ni asumir especificaciones que no se encuentren en el siguiente listado sin visto bueno previo de la Interventoría; cualquier omisión de las presentes especificaciones no exime de responsabilidades al CONTRATISTA, ni podrá tomarse como base para reclamaciones posteriores.

Las actividades que no indican Medida y pago hacen referencia a la metodología de trabajo, características de los materiales o ensayos de laboratorio y otros aspectos de la construcción deben tenerse en cuenta en los precios de la licitación y de ninguna manera podrán ser consideradas como obra adicional.

Para el cálculo de costos de cada uno de los ítems se deberán incluir todos los insumos y costos tales como materiales y sus desperdicios, transportes hasta la obra, trasiego dentro de la misma, formaleas, equipos, herramientas, mano de obra, prestaciones sociales, almacenaje de materiales, aseo y en general todo costo directo imputable a la ejecución de las obras que conlleve la construcción hasta la entrega final de la obra a plena satisfacción de la entidad contratante. Las unidades de medida serán las que aparecen en el cuadro de cantidades de obra que se anexa.

Durante la obra se llevarán estrictos controles a los materiales de construcción. Estas pruebas correrán por cuenta del CONTRATISTA y su costo se considera incluido en el valor de administración de la obra, al terminar, se debe entregar a la Gerencia de Obra y/o Interventoría, un completo registro fotográfico que incluirá todas las etapas de construcción y un juego completo de planos "As Built"<sup>13</sup>, en papel y en medio magnético

#### 2.1.2. Conformación

La construcción de las obras civiles de la PTAR se ejecutará en dos etapas. Su ampliación será posible mediante la adición de nuevos módulos de tratamiento especificados en la siguiente figura; es estipulado que la segunda etapa del proyecto empiece su ejecución en el año 2023, al final de la vida útil del primer ciclo del proyecto.

En el diseño, se logra una conformación bajo el esquema de "dos líneas o plantas paralelas", que imprimen mayor elasticidad al proceso para situaciones de emergencia por reparación o mantenimiento de los varios componentes

<sup>13</sup> Tal como se construyó la obra

del sistema. La primera etapa ejecutará la línea de Pretratamiento, la Estación de Bombeo y un Reactor UASB, junto con su lecho de secado.

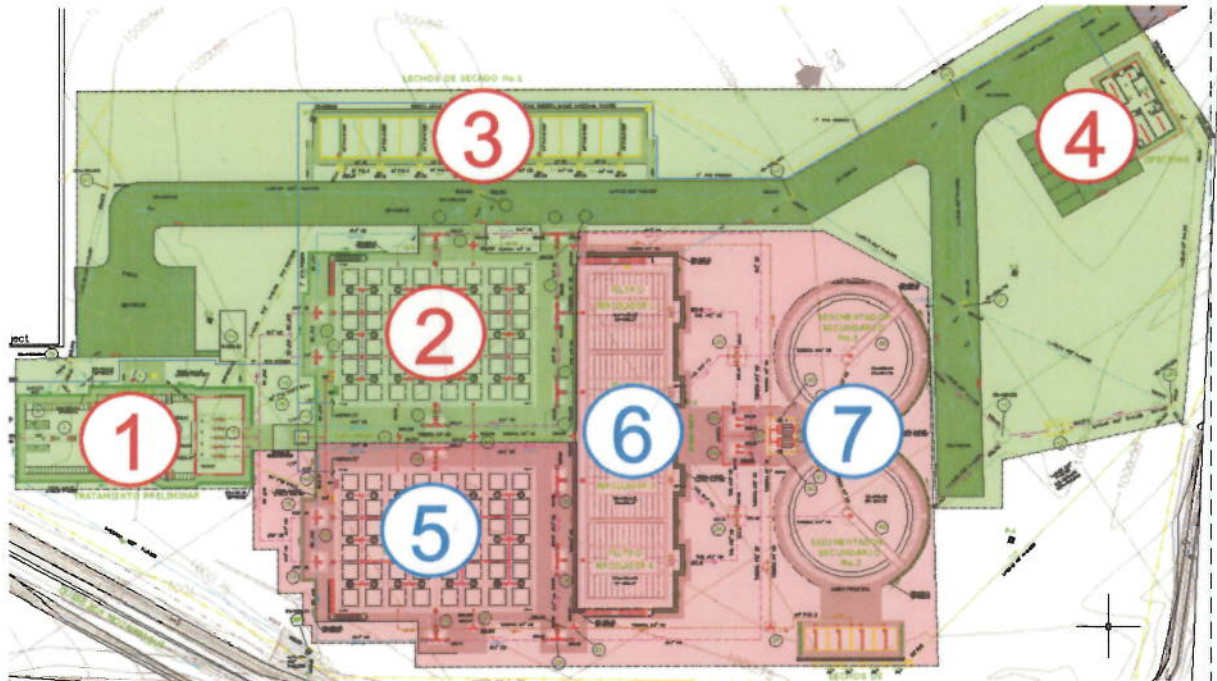


Figura 2-1. Distribución de la ejecución por fases de la PTAR Santander

La ejecución por fases prevé las siguientes estructuras en orden:

- a. (1) Pretratamiento, (2) una unidad de Reactor UASB, (3) Lechos de Secado para Reactores UASB, (4) Vías, Edificios Administrativos y cerramiento.
- b. (5) Segunda unidad de Reactor UASB, (6) Filtros Percoladores, (7) Sedimentadores Secundarios

### 2.1.3. Definiciones

#### 2.1.3.1. CONTRATISTA

El oferente adjudicatario del contrato de ejecutar los trabajos de construcción, quien ha de cumplir lo establecido en el Pliego de condiciones y en las especificaciones, recibe el nombre de CONTRATISTA o CONSTRUCTOR.

#### 2.1.3.2. Interventor

El encargado por el contratante para efectuar el control de los trabajos realizados por el CONTRATISTA o Constructor, quien ha de hacer cumplir lo establecido en los respectivos Términos de Referencia, especificaciones y demás disposiciones legales vigentes, recibe el nombre de INTERVENTOR.

#### 2.1.3.3. El Municipio

Entidad territorial, municipio de Santander de Quilichao, en cuya jurisdicción se ejecutarán las obras.

#### 2.1.3.4. Especificaciones Técnicas

En ellas se estipulan las características, tipo y calidad de los materiales y equipos que se usarán en la construcción, de acuerdo con lo relacionado en planos y como complemento de éstos.

Estas especificaciones también fijan condiciones y características constructivas relacionadas con el empleo de los materiales; cualquier omisión de las presentes especificaciones no exime de responsabilidades al CONTRATISTA, ni podrá tomarse como base para reclamaciones posteriores.

#### **2.1.3.5. Codificación**

En el contenido de cada especificación están involucrados varios aspectos como sigue:

**Descripción:** Precisa el trabajo a realizar.

**Materiales:** Se enumeran los diferentes materiales y productos que intervienen en el proceso constructivo. Todos los materiales aquí especificados se consideran de primera calidad y su aplicación y comportamiento son responsabilidad del CONTRATISTA.

Cuando se especifica un material o producto de fabricación por su nombre específico, debe entenderse siempre que se trata sólo de una referencia indicativa de la calidad deseada, pero puede ser otro similar aprobado por la Interventoría y la Gerencia de Obras. Cualquier cambio de materiales que proponga el CONSTRUCTOR, deberá ser previamente aprobado por la Interventoría a cargo del control y coordinación de la obra y obligatoria aprobación escrita del Gerente de obras.

**Ejecución:** Describe el método o procedimiento que la entidad CONTRATANTE sugiere como el más adecuado a seguir, sí como las condiciones de suministro, montaje, operación, tolerancia, etc. Esto no constituye en ningún caso un manual de construcción, entendiéndose claramente que el constructor es profesional, idóneo, competente y experimentado y cuenta con los equipos necesarios para la construcción, con sus propios métodos y procedimientos, además no todas las especificaciones dadas en este documento presentan la ejecución.

#### **2.1.3.6. Documentos informativos**

Los datos y resultados de los estudios y diseños, son documentos informativos; en consecuencia deben entenderse y aceptarse tan solo como complemento de la información que el CONTRATISTA o Constructor debe adquirir directamente y con sus propios medios. Por lo tanto, el CONTRATISTA o Constructor será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afectan al contrato, al planeamiento y ejecución de las obras.

En caso de que llegase a existir inconsistencia entre los planos de diseño y las especificaciones de construcción, prima el diseño. Antes de tomar cualquier decisión se debe consultar con el consultor del estudio.

Entre las responsabilidades del CONTRATISTA de la obra estará el cumplimiento de las Normas de Manejo Ambiental, Aseguramiento de la Calidad, Autocontrol, la consecución de permisos y licencias, patentes y regalías, además de la responsabilidad por daños y reclamos. Durante la ejecución de la obra se deberán realizar reuniones de evaluación y control, y planeación del acceso a las zonas de los trabajos.

### **2.1.4. Obligaciones del CONTRATISTA**

Se presentan las siguientes condiciones que son de obligatorio cumplimiento:

#### **2.1.4.1. Aspectos ambientales**

Las normas ambientales vigentes para la construcción, son de obligatorio cumplimiento por el CONTRATISTA, quien debe incluir en sus precios unitarios todos los costos relacionados con su cumplimiento. Los costos relacionados con estas actividades deberán ser tenidos en cuenta en los valores unitarios del listado de cantidades de obra. No se pagará por aparte estas actividades.

#### **2.1.4.2. Retiro de sobrantes y disposición de materiales**

El Plan de disposición de residuos sólidos detallado en el Plan de Manejo Ambiental es de obligatorio cumplimiento para el CONTRATISTA, tiene prioridad y reemplaza a las indicaciones de las especificaciones que le sean contrarias. Adicionalmente el Retiro de Sobrantes y Disposición de Materiales debe cumplir en todo con la Resolución 541 del Ministerio Del Medio Ambiente, expedida el 14 de diciembre de 1.994.

#### **2.1.4.3. Calidad para licitaciones de obras civiles**

Para el cumplimiento de lo concerniente a la Calidad de los trabajos, el proponente deberá presentar en caso de adjudicación un Plan de Aseguramiento de la Calidad, para el presente proceso, que contemple como mínimo los siguientes aspectos:

- Descripción de la Estructura Organizacional y Operacional de la firma para el desarrollo del proyecto, donde se fijen los niveles de responsabilidad, la autoridad y las interrelaciones del personal que dirige, efectúa, verifica o revisa el trabajo que afecta la calidad.
- El proponente debe establecer y mantener un plan de calidad que le asegure a la Empresa que durante la ejecución de los trabajos cumplirá con los requisitos especificados; con este fin el proponente debe indicar o por lo menos referenciar los procedimientos y registros del plan de aseguramiento de la calidad que implementará en desarrollo del contrato.
- Relación de los procedimientos implementados en la firma, para garantizar la Calidad de la obra, entre los cuales debe incluir como mínimo, los siguientes aspectos:
  - a) Revisión de la propuesta. Antes de la presentación de una oferta esta debe ser revisada por la firma para asegurar que el objeto del presente proceso de selección, satisface las necesidades del cliente y que la firma tiene la capacidad para cumplir con los requisitos exigidos y cumple con las condiciones establecidas en el presente proceso de selección.
  - b) Control de documentos y datos que debe llevar el CONTRATISTA en desarrollo del contrato tales como: Correspondencia, Planos, Registros de control de calidad, obtenidos de la inspección obligatoria, realizada a todos los procedimientos y procesos que se desarrollaran para cumplir con el objeto del presente proceso de selección.
  - c) Control de compras.- Dentro de este procedimiento el CONTRATISTA debe indicar como realiza el control de calidad de todos los materiales y elementos que se van a incorporar a la obra y como asegura que cumplen con las especificaciones técnicas respectivas, estipuladas en los pliegos de condiciones de este proceso de selección y con las normas técnicas colombianas que le sean aplicables. Además, debe indicar como efectúa el control de recepción, almacenamiento y preservación de dichos materiales.
  - d) Control de Programación y Presupuesto – Se debe indicar los programas de control de obra por medio de los cuales se hará monitoreo al Presupuesto y la Programación de la Obra, tal como se indica más adelante en el Programa de trabajo.
  - e) Control de procesos constructivos: Se debe indicar la descripción de los procedimientos involucrados en cada una de las actividades del proceso constructivo, incluyendo las normas de seguridad industrial, también debe indicar como prevé realizar su control, para garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas estipuladas en los pliegos.
  - f) Control de equipos. Dentro de estos procedimientos, el proponente deberá indicar como realiza las labores de operación y mantenimiento de los equipos que utilizará para las obras objeto del presente proceso de selección, como: Equipos de construcción, Equipos de transporte, Equipos de inspección, medición y ensayo  
Además se deben tener en cuenta las observaciones del numeral Equipos y herramientas
  - g) Selección de personal.- El procedimiento de selección de personal debe asegurar su adecuada escogencia, con base en la educación apropiada, entrenamiento y/o experiencia, según se requiera.

#### **2.1.4.4. Programa de Trabajo**

El CONTRATISTA, seleccionado debe presentar a la Interventoría un programa de trabajo de conformidad con lo expuesto sobre este tema en el contrato y en el cual no sólo se fija el orden de ejecución sino el período para cada

parte de la misma. El programa será discutido entre INTERVENTOR y CONTRATISTA sin omitir las previas consultas a personas o entidades que tengan algo que ver con la realización de la obra.

El programa de trabajo contendrá:

- Diagrama lógico donde se indique orden, secuencia, precedencia, duración estimada, tiempo de iniciación y terminación de las actividades más importantes requerida para la construcción de la obra, así como las rutas críticas del programa.
- Diagrama de barras: será la representación gráfica con escala de tiempo del diagrama descrito anteriormente.
- Memorias Técnicas: debe contener la descripción del Plan de Trabajo y los métodos de construcción explicativos del programa para cumplir el plazo.

Las actividades se referenciarán con la numeración utilizada en el diagrama lógico o de precedencia y en el diagrama de barras.

#### Oficinas y Depósitos

El constructor deberá disponer de un local apropiado como oficina y para depósito de herramientas y materiales, antes de empezar la obra, dando el cumplimiento técnico que se exige. Estas instalaciones serán fiscalizadas por el INTERVENTOR quien las aprobará y exigirá para un desarrollo óptimo de la obra.

#### **2.1.4.5. Equipos y Herramientas**

El INTERVENTOR comprobará que el CONTRATISTA tenga el equipo y herramienta necesarios para el tipo de obra. En caso de no aceptarse alguno de los elementos por no ser estrictamente necesarios o adecuados para el inicio y desarrollo de la obra, el INTERVENTOR fijará un plazo de acuerdo con el programa de trabajo, para que el CONTRATISTA los reemplace en la obra.

#### **2.1.4.6. Alcance**

El alcance de los trabajos a realizar comprende la gestión de compra, suministro de personal, equipos, materiales, tuberías y accesorios para la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

### **2.1.5. Requisitos Generales**

Este ítem especifica los requisitos contractuales especiales para el trabajo considerado en éste documento.

#### **2.1.5.1. Planos**

Los trabajos a realizar se efectuarán de acuerdo con los planos anexos al presente documento; sin embargo el CONTRATISTA está obligado a entregar una vez finalizadas las obras, los planos de obra construida, donde queden plasmadas las eventuales modificaciones, adiciones o ajustes que se realicen al diseño original durante el período de construcción, ajustes que deberán ser previamente aprobados por la Interventoría.

EL CONTRATISTA mantendrá en su organización el personal técnico necesario para la elaboración de la Ingeniería del proyecto, realización de ajustes, modificaciones, así como también para su posterior localización, replanteo y referenciación.

Los formatos para los planos de obra construida deberán ser similares a los entregados en los presentes documentos. A la Interventoría y/ o entidad contratante se le deberá entregar una copia reproducible, una copia en papel blanco, y los planos grabados en archivo magnético en software Autocad<sup>14</sup> versión 2010 o más actual. Antes de su edición final, los planos deberán ser sometidos a la aprobación de la INTERVENTORÍA, Gerencia de Obra y la entidad contratante.

<sup>14</sup> Autodesk Autocad, marca registrada de Autodesk Inc.

### **2.1.5.2. Informes**

El CONTRATISTA presentará en reunión de obra, mensualmente informes sobre el avance de la obra, donde incluya, entre otros, la siguiente información:

- Cronograma de avance programado vs. realizado.
- Situación de la gestión de compra (Copia de contratos de suministro y copia de pagos al mismo)
- Despacho y recibo de materiales para construcción e instalación
- Informe de avance por ítem de contrato
- Estado financiero de la obra
- Certificados de Calidad de materiales y ensayo de materiales.
- Equipo y personal utilizado en el periodo
- Reporte fotográfico
- Ajustes, si se requieren, del cronograma de ejecución de la obra.

### **2.1.5.3. Programa de avance**

Una vez adjudicado el contrato, el CONTRATISTA deberá preparar tres copias del programa detallado de avance, dentro de los diez días siguientes a la firma del contrato, donde incluya el programa para la gestión de compra para los diversos materiales, programa de instalación y construcción, identificando frentes de trabajo que garanticen el cumplimiento del plazo pactado, pruebas y puesta en marcha de las obras.

Los plazos de entrega de los diferentes ítems y frentes de trabajo, se harán de acuerdo con los plazos estipulados en el contrato y colocados en el programa detallado de construcción.

### **2.1.5.4. Garantía de calidad y correcto funcionamiento**

El CONTRATISTA será responsable por cualquier daño que sufran los equipos, tuberías o materiales durante el transporte, construcción, instalación y montaje. El CONTRATISTA deberá garantizar el trabajo contra cualquier defecto que surja por el material suministrado, instalación o construcción defectuosa, durante un periodo de 30 meses, desde que la Interventoría firme el certificado de aceptación final. Si durante éste periodo de garantía se presenta algún tipo de defecto o incorrecto funcionamiento, el CONTRATISTA debe reemplazar y/o corregir a su propio costo.

### **2.1.5.5. Cambios**

El CONTRATISTA podrá sugerir cambios y/o ajustes a los diseños existentes, los cuales deberán ser sometidas a aprobación de la Interventoría, teniendo de todas formas el CONTRATISTA la total responsabilidad sobre los mismos. Si durante la ejecución de las obras se requiere hacer cambios en la localización y recorrido de la tubería, el CONTRATISTA deberá contar con la asesoría de un profesional del proveedor.

### **2.1.5.6. Responsabilidad por materiales y equipo**

El CONTRATISTA será responsable por todos los materiales, tuberías y equipo cubiertos por el contrato, hasta que sean probados y entregados a la Interventoría. El CONTRATISTA asumirá todos los riesgos en cuanto a material y equipo rechazado, después de notificado el rechazo.

## **2.1.6. Requisitos Técnicos**

El CONTRATISTA deberá garantizar que todos los trabajos realizados bajo éste contrato, serán totalmente aptos y brindará total seguridad en el suministro del servicio para el cual fue diseñada.

774

### 2.1.6.1. Normas

A menos que se indique lo contrario, las normas y especificaciones que deberá utilizar el CONTRATISTA para el suministro de materiales, construcción de las obras e instalación, serán las siguientes:

Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico	RAS 2000 y Modificaciones
Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo resistente	NSR-2010
American Water Works Association	AWWA
Instituto Colombiano de Normas Técnicas	ICONTEC
American Society of Testing Materials	ASTM
American National Standards Institute	ANSI
American Welding Society	AWS
Steel Structures Painting Council	SSPC

El CONTRATISTA está obligado a cumplir con las anteriores normas como mínimo además de las normas ACI, ASA, AISC, AASHO, ISO, y MOPT. Si alguna norma no se especifica en este documento, la Interventoría de las obras comunicará por escrito la duda al consultor del estudio.

### 2.1.6.2. Requisitos generales de los materiales

Todos los materiales incorporados en la construcción deberán ser nuevos, de óptima calidad, apropiados para el trabajo, libres de defectos e imperfecciones, y de la clasificación y grados requeridos. Los materiales deberán ser sujetos a aprobación de la Interventoría.

### 2.1.6.3. Especificaciones de los materiales

Los materiales deberán cumplir las últimas normas ICONTEC para varillas corrugadas, varillas lisas, cemento Portland, y tubería, accesorios y válvulas; las normas AWWA, ANSI, normas para instalación de tubería en zanja y demás materiales que requiere la obra.

### 2.1.6.4. Limpieza y protección

Todas las superficies metálicas deberán limpiarse antes de aplicar el tratamiento anticorrosivo correspondiente, el cual deberá estar de acuerdo con las normas para cada tipo de uso, deberá ser removido todo aceite, grasa, óxido y otras sustancias extrañas. El material, procedimiento y tipo de revestimiento deberá ser sometido por el CONTRATISTA para aprobación de la Interventoría.

### 2.1.6.5. Desviaciones de las especificaciones

Si el CONTRATISTA desea o necesita desviarse de alguna o varias de las especificaciones o normas mencionadas deberán someter a la aprobación de la Interventoría y/o la Gerencia de obra, una solicitud por escrito en la cual se indique la naturaleza de los cambios y las nuevas especificaciones o normas que desea utilizar. Si la Interventoría no considera pertinente aprobar tal solicitud, el CONTRATISTA debe ajustarse a los requisitos estipulados en estas especificaciones.

## 2.2. Actividades Preliminares

### 2.2.1. Descapote a máquina y retiro

El descapote consiste en la remoción de todo el material que sea necesario retirar para lograr una fundación adecuada para cualesquiera de las estructuras de la obra o para poder utilizar el material subyacente como material de construcción. El descapote incluye la remoción de troncos, raíces, material orgánico y materiales de sobrecapa. Se toma un promedio de 50 cms de remoción de capa vegetal en el área del proyecto.

El descapote deberá llevarse a cabo en aquellas áreas que sean ocupadas por las estructuras permanentes de la obra, en las áreas donde se excaven las zanjas para la instalación de la tubería, y en cualesquiera otras áreas de trabajo tales como áreas de almacenamiento y de instalaciones del CONTRATISTA. Todas las áreas en las que se haga descapote deberán ser aprobadas previamente por la Interventoría.

El descapote consiste en la remoción de todo el material que sea necesario retirar para lograr una fundación adecuada para cualquiera de las estructuras de la obra o para poder utilizar el material subyacente como material de construcción. El descapote incluye la remoción de troncos, raíces, material orgánico y materiales de sobrecapa.

Los materiales provenientes de las operaciones de descapote al igual que todos los materiales excavados que no se utilicen en la obra, deberán ser retirados por el CONTRATISTA a las zonas de botadero aprobadas por la Interventoría. No se hará ningún pago por separado por limpieza ni por el cargue, transporte y descargue en los sitios de botadero, de todos los materiales sobrantes; los costos correspondientes a estas actividades deberán incluirse en los ítems aplicables de la Lista de Cantidades y Precios.

#### 2.2.1.1. Medida y Pago

Para la limpieza y descapote la unidad de medida será el metro cuadrado [m<sup>2</sup>] y el pago se hará por una sola vez, independientemente de que se haya realizado en varias ocasiones.

#### 2.2.1.2. Ítems de presupuesto

Descripción	UND	CANTD	V/UNIT	V/TOTAL
Descapote a máquina + retiro	m <sup>2</sup>	6.971,0	\$ 5.015,00	\$ 34.959.565,00

#### 2.2.2. Localización y Replanteo

Se efectuará la localización, nivelación y control de las obras por ejecutar, siguiendo las referencias del proyecto de modo que ocupen la posición indicada con relación a los accidentes topográficos. Estos trabajos requerirán la aprobación del Interventor.

La localización del proyecto se hará con instrumentos de precisión, teniendo en cuenta las referencias planimétricas y altimétricas suministradas por la Interventoría y de acuerdo con el método aprobado por ésta. Durante la construcción el CONTRATISTA deberá verificar periódicamente las medidas y cotas, cuantas veces sea necesario, para ajustarse al proyecto. Todas las operaciones que se realicen, se anotarán en las respectivas carteras de tránsito y nivel, lo mismo que los datos y referencias de los alineamientos y B.M.

Las modificaciones o variaciones que se presenten durante la construcción, se llevarán a las copias de los planos y se indicarán claramente los cambios con sus nuevas medidas y cotas de nivel para que se integren posteriormente a los planos definitivos de construcción de toda la obra. Dichos planos deberán contener, la mayor cantidad de datos y referencias posibles y serán entregados al Interventor antes de la liquidación del contrato.

La revisión de los trabajos topográficos por parte del Interventor no eximirá al CONTRATISTA de responsabilidad si se cometen errores de localización o nivelación en cualquier sector de la obra. El CONTRATISTA mantendrá en su organización el personal técnico necesario para la localización, replanteo, referenciación y control de las obras, según lo establecido en esta especificación. Se colocarán estacas y/o mojones de concreto, como puntos de referencia, donde lo indique la Interventoría. Los mojones serán de concreto clase B de 0.20 m x 0.20 m x 0.60 m, con placa de bronce, fundidos en el sitio y tendrán como identificación un número y el nombre de la respectiva obra.

#### 2.2.2.1. Medida y Pago

Todos los trabajos relacionados con la localización planimétrica y altimétrica de las obras, la verificación y el control de las cotas y dimensiones de todas sus partes durante el desarrollo de los trabajos objetos del contrato serán



pagados por día de trabajo de la comisión topográfica, al precio indicado en el formulario de precios y cantidades de obra.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos de los materiales, equipos y personal requeridos para la localización y control de los alineamientos y nivelación de las obras a ejecutar, durante todo el tiempo que la Interventoría considere necesario para la supervisión y control de la ejecución de las obras objeto del contrato.

Para efectos de evaluar el costo de este ítem, se estima que una vez realizada la localización de todas las partes de la obra, de los alineamientos de las estructuras, sus niveles y la colocación de todas las referencias, para la supervisión y control de las obras durante todo el tiempo que dure la obra, sólo se requerirá de un topógrafo y el cadenero primero con dedicación parcial. Será condición para el pago de este ítem que el CONTRATISTA mantenga la comisión de topografía trabajando como mínimo el tiempo ofrecido, pues si en la propuesta se considera dedicación de tiempo completo, durante la ejecución de la obra será obligatorio mantener la comisión de topografía de tiempo completo. En caso contrario la Interventoría estimará el tiempo laborando para reconocer solamente la parte proporcionalmente ejecutada. Esta actividad se realizará en la construcción de todas las estructuras, así como en la instalación de las tuberías.

Para la localización y replanteo de estructuras permanentes la unidad de medida será el metro cuadrado [m<sup>2</sup>] y el pago se hará por una sola vez, independientemente de que su localización y replanteo se haya realizado en varias ocasiones.

#### 2.2.2.2. Ítems de presupuesto

PRELIMINARES	Unidad
Localización y replanteo	m <sup>2</sup>

#### 2.2.2.3. Localización y replanteo para Alcantarillado

Para la instalación de la tubería a partir de la poligonal correspondiente a su eje, se deberán marcar los dos bordes de las zanjas a ser abiertas. Las cotas de fondo de las zanjas deberán ser verificadas cada 20 metros o menos según lo indique la interventoría, antes de la colocación de la tubería para que corresponda con las cotas del proyecto.

Las cotas de la generatriz superior (clave) de la tubería deberán ser verificadas apenas se ejecute la instalación y también antes del relleno de las zanjas para corrección del nivel. . Para la localización y replanteo de tramos de tubería de Alcantarillado la unidad de medida será el metro lineal [ml].

#### 2.2.2.4. Ítems de presupuesto

PRELIMINARES	Unidad
Localización y replanteo alcantarillado	m <sup>2</sup>

### 2.3. Excavaciones

Los trabajos incluidos en esta Sección incluyen el suministro y la operación de los equipos, las herramientas y la mano de obra necesarios para ejecutar los trabajos incluidos en el movimiento de tierra que es necesario para la construcción de las obras objeto del contrato, así como para la dirección, supervisión y administración de los mismos. Los precios respectivos deben cubrir, por consiguiente, todos los costos directos, indirectos e imprevistos que demande la ejecución de dichos trabajos a satisfacción de la INTERVENTORÍA, así como la utilidad del CONTRATISTA.

Para su propuesta el CONTRATISTA deberá con base en las recomendaciones de su asesor en Geotecnia, en su experiencia en trabajos similares, proponer el método o los métodos constructivos para excavar los diferentes tramos, conjugando sistemas de entibado y manejo de aguas, de manera tal que proporcionen seguridad y unos

adecuados rendimientos acordes al correspondiente programa de trabajo. La no ejecución de un ítem, por haberse escogido un método de excavación errado, no le dará derecho al CONTRATISTA a ninguna reclamación.

Antes de la construcción el CONTRATISTA deberá adquirir un conocimiento detallado de las características geotécnicas o hidrológicas del suelo a lo largo del trazado, especialmente en aquellos relativos a las propiedades físicas y mecánicas del suelo, niveles freáticos, áreas de excavación, estratos cementados, estratos permeables, etc. Las cantidades de obra mostrados para los diferentes ítems de excavación son en general aproximados y se dan con el objeto de valorar las propuestas. Previa a la ejecución de la obra, el CONTRATISTA presentará para la aprobación por parte del INTERVENTOR, el plan detallado de la ejecución de las excavaciones, equipos, personal, rendimiento y lo que el INTERVENTOR considere.

### **2.3.1. Límites de excavación**

La excavación comprende la remoción de cualquier material por debajo del nivel de terreno natural hasta las líneas y cotas especificadas en los planos o indicadas por la Interventoría. El CONTRATISTA no deberá excavar más allá de las líneas y cotas mostradas en los planos o indicadas por la Interventoría sin la previa aprobación por escrito de ésta última. Cualquier excavación que se haga por fuera de las líneas y cotas mostradas en los planos o indicadas por la Interventoría, que el CONTRATISTA lleve a cabo por cualquier propósito o razón, será por su cuenta aunque haya sido aprobada por la Interventoría. Si en opinión de ésta, dicha excavación debe rellenarse a fin de completar la obra, el relleno correspondiente en concreto o cualquier otro material aprobado por la Interventoría, deberá ser hecho por cuenta del CONTRATISTA y a satisfacción de aquella.

Donde las superficies excavadas se vayan a cubrir con concreto, las excavaciones deberán ejecutarse como mínimo hasta los límites mostrados en los planos o indicados por la Interventoría. Se deberán tomar todas las precauciones necesarias para mantener inalterado todo el material existente por fuera de los límites de excavación. Las sobre-excavaciones que ocurran en las fundaciones para estructuras de concreto que vayan a estar en contacto con el suelo natural deberán ser rellenadas con concreto por y a cuenta del CONTRATISTA.

Las excavaciones deberán realizarse con el mayor cuidado en las vecindades de las estructuras existentes y se utilizarán medios manuales si fuere necesario, para asegurar la estabilidad y conservación de las mismas de acuerdo con estas Especificaciones.

### **2.3.2. Métodos de Excavación**

El CONTRATISTA deberá tomar todas las precauciones que sean necesarias y emplear los métodos de excavación más adecuados para obtener superficies de excavaciones regulares y estables que cumplan con las dimensiones requeridas. La excavación podrá hacerse con maquinaria o a mano, o una combinación entre ambas. Cuando la excavación se lleve a cabo cerca a estructuras existentes o a sectores que tengan que excavar posteriormente, tal excavación se ejecutará básicamente a mano y se deberán tomar todas las precauciones para evitar que las estructuras existentes o la masa de suelo que se vaya a excavar posteriormente sufran daño o alteración. Todo daño que se llegare a presentar por negligencia del CONTRATISTA en emplear dichas medidas, deberá ser reparado por y a cuenta de éste y a satisfacción de la Interventoría.

Para la ejecución de las excavaciones se tendrán en cuenta las indicaciones incluidas en los planos. Con base en la experiencia que el CONTRATISTA tenga sobre excavaciones locales, la Sección indicada en los planos, podrá ser optimizada tanto en la línea de excavación como en el uso de entibados con el fin de reducir cantidades de obra, sin afectar la calidad del trabajo.

Con un mínimo de quince (15) días antes de iniciar la excavación en cualquier sector, el CONTRATISTA deberá someter a la aprobación de la Interventoría los métodos de excavación que se propone emplear, y sólo podrá iniciar la excavación una vez que la Interventoría haya aprobado tales procedimientos y métodos de excavación. Si en opinión de la Interventoría los métodos de excavación adoptados por el CONTRATISTA no son satisfactorios, el CONTRATISTA deberá hacer todos los cambios y ajustes en los procedimientos que sean necesarios para obtener

resultados satisfactorios. Todos los costos en que se incurra por razón de tales cambios serán por cuenta del CONTRATISTA.

La aprobación por parte de la Interventoría de los métodos de excavación no releva al CONTRATISTA de su responsabilidad sobre los efectos que tales procedimientos puedan tener para la obra.

### **2.3.3. Clasificación de Excavaciones**

#### **2.3.3.1. Excavación manual bajo agua entre 0 y 2.00 mts**

Se entenderá por excavación en tierra a mano el corte que se efectúe entre el terreno natural desmontado, limpio y descapotado, o desde la superficie del terreno libre de sobrantes, de pavimentos u otras viejas construcciones o edificaciones, a una profundidad entre 0 y 2.00 mts, medidos desde la superficie original del terreno excavado. Es aquella que se ejecuta por debajo del nivel freático existente en el momento de hacer la excavación y exija el uso continuo de equipo mecánico especial para la extracción de agua de la zanja. No se considera excavación bajo agua la debida a lluvias, infiltraciones, fugas de acueducto, pérdidas o de corrientes superficiales que puedan ser corregidas o desviadas sin necesidad de bombeo.

Esta excavación manual es necesario ejecutarla en todas las unidades de tratamiento, así como en el emisor final y los lechos de secado debido al alto nivel freático encontrado en el terreno dispuesto para la PTAR.

#### **2.3.3.2. Excavación manual bajo agua mayor a 2.00 m**

Se entenderá por excavación en tierra a mano el corte que se efectúe entre el terreno natural desmontado, limpio y descapotado, o desde la superficie del terreno libre de sobrantes, de pavimentos u otras viejas construcciones o edificaciones, a una profundidad entre 2.00 y 5.00 m, medidos desde la superficie original del terreno excavado. Es aquella que se ejecuta por debajo del nivel freático existente en el momento de hacer la excavación y exija el uso continuo de equipo mecánico especial para la extracción de agua de la zanja. No se considera excavación bajo agua la debida a lluvias, infiltraciones, fugas de acueducto, pérdidas o de corrientes superficiales que puedan ser corregidas o desviadas sin necesidad de bombeo.

Los Sedimentadores secundarios son estructuras enterradas que sobrepasan el límite de los 2.00 m, por lo que utilizan esta especificación.

#### **2.3.3.3. Excavación mecánica bajo agua sin retiro**

Es aquella que se ejecuta por debajo del nivel freático existente en el momento de hacer la excavación y exija el uso continuo de equipo mecánico especial para la extracción de agua de la zanja. No se considera excavación bajo agua la debida a lluvias, infiltraciones, fugas de acueducto, pérdidas o de corrientes superficiales que puedan ser corregidas o desviadas sin necesidad de bombeo.

El CONTRATISTA deberá ejecutar las excavaciones necesarias mecánicas para la construcción de la estación de bombeo y pretratamiento, Reactores UASB, Filtros Percoladores, Sedimentadores Secundarios, Lechos de secado, estructuras de salida y demás estructuras de dimensiones mayores presentes en el proyecto.

Las líneas de pago para excavación de estructuras, serán las dimensiones exteriores de dichas estructuras más cien (100) centímetros perimetrales. Los taludes de la excavación deberán ser estabilizados y protegidos según lo indicado en estas especificaciones y para su ejecución se deberán cumplir los demás requisitos expuestos en este capítulo.

Antes de iniciar los trabajos, el CONTRATISTA deberá someter a aprobación de la Interventoría el plan detallado que piensa poner en marcha, indicando la localización y características de las obras provisionales que llevará a cabo con este propósito, así como el tipo y capacidad del equipo de bombeo o sistema de desecación que se propone usar. La

aceptación de este plan no releva al CONTRATISTA de su responsabilidad por lo que deberá tener suficiente cuidado de ejecutar las obras y trabajos de control de agua, de tal forma que no causen daños ni perjuicios a terceros y será el único responsable por los que se produzcan por causa derivada de estos trabajos. No se permitirá la colocación de concretos en una excavación inundada por el agua. Por lo menos deben de haber transcurridos 4 horas entre la colocación del concreto y que este entre en contacto con el agua.

#### 2.3.3.4. Excavación para zanja de tubería

Las excavaciones de las zanjas requeridas para la colocación de las tuberías y para la construcción de sus obras complementarias tales como cámaras de inspección, etc., deberán efectuarse hasta las líneas y pendientes indicados en los planos o las determinadas por el INTERVENTOR. El ancho de las zanjas será el estipulado en las normas y especificaciones vigentes.

Cuando la rasante de excavaciones esté en un material inconveniente para colocación de las tuberías o para la cimentación de sus obras complementarias, el INTERVENTOR podrá ordenar que dicho material sea removido por debajo de dicha rasante con el fin de obtener un piso satisfactorio, rellenado luego hasta el nivel anterior con el material que considere apropiado el INTERVENTOR para tal fin.

El material excavado por debajo de la rasante de las zanjas de las tuberías o de las rasantes de fundación de sus estructuras complementarias, cuando esto sea ordenado por el INTERVENTOR, se pagará al precio unitario de excavación del ítem respectivo.

Estos trabajos se refieren a las excavaciones necesarias para la cimentación de las bases de las estructuras y la apertura de zanjas para tuberías, las cuales podrán adelantarse a mano o con equipo mecánico según el diámetro de la tubería. Si se trata de zanjas para tuberías, se excavarán de acuerdo con las dimensiones mostradas en el cuadro de rellenos para dichas zanjas que se muestra más adelante, cuyas cantidades se medirán por metro cúbico en banco y se pagarán con los precios correspondientes indicados en el formulario de precios y cantidades de obra del contrato.

Se ejecutará en las áreas donde se proyectan los emisores, las estructuras de concreto y las estructuras de operación, así como en los trazados de las tuberías de conducción de agua residual al interior del sistema de tratamiento, es decir, el emisor final convertido también en sistema de alcantarillado pluvial de la PTAR.

En caso de no estar especificado en los planos los anchos de las excavaciones para las zanjas, se empleará la siguiente tabla que determina el ancho de la zanja de acuerdo al diámetro de la tubería a instalar. Estos anchos de las zanjas se conservarán hasta una profundidad de 2.00 metros. A partir de esa profundidad la excavación podrá ensancharse hasta un talud máximo de 20% de acuerdo con la INTERVENTORIA y se establecerán los volúmenes adicionales máximos para zanjas a más de 2 metros de profundidad.

**Tabla 2-1.** Anchos de excavación zanja de acuerdo a diámetro de tubería de alcantarillado

Diámetro de la tubería		Ancho de la excavación
Mm	Pulg	Metros
50	2	0.50
75	3	0.60
100	4	0.60
150	6	0.70
200	8	0.75
250	10	0.80
300	12	0.80
350	14	0.80
450	16	0.80
500	20	1.00
595	24	1.05
747	30	1.20

### 2.3.3.5. Excavaciones misceláneas

Las excavaciones misceláneas incluyen las excavaciones menores tales como canales, cunetas, apiques, trincheras y otros tipos de zanjas y todas las demás excavaciones que no estén especificadas por separado en este Capítulo y que se requieren para el desarrollo de la obra. Las excavaciones misceláneas se deberán hacer de acuerdo con las líneas pendientes mostradas en los planos o indicadas por la Interventoría. Los taludes finales deberán ser estabilizados y protegidos según lo indicado en la sección siguiente y para su ejecución se deberán cumplir los demás requisitos expuestos en este Capítulo. Todos los materiales excavados deberán ser cargados y transportados a las zonas de botadero aprobadas por la Interventoría.

Cuando se requiera sobre-excavar para sacar piedras u otros objetos que interfieran la ejecución de las obras, los espacios vacíos se rellenarán con concreto pobre o con material seleccionado importado compactado al 90% del Proctor modificado, según órdenes del INTERVENTOR, los costos serán reconocidos al CONTRATISTA con base en el formulario de cantidades y precios unitarios y el tipo de relleno correspondiente.

El fondo y los cortes de las excavaciones sobre las cuales vaya a instalarse tubería, deberán terminarse exactamente de acuerdo con las líneas establecidas. En caso de encontrar cotas de fondo que estén por debajo de la rasante de diseño, el CONTRATISTA deberá rellenar hasta el nivel de diseño indicado en los planos, después de haber removido todo. El material inadecuado con el fin de obtener un piso satisfactorio, el material de relleno será el que se indique en los planos aprobados por el INTERVENTOR. Para tal fin su pago se hará de acuerdo a los ítems establecidos en el formulario de la propuesta. En caso de que el CONTRATISTA excave más de lo necesario sin permiso de la INTERVENTORIA, deberá rellenar los espacios vacíos con concreto pobre hasta alcanzar la línea señalada. Todo ello a su costo.

### 2.3.4. Medida y Pago

La medida de las excavaciones se hará por metro cúbico cuadrado [m<sup>3</sup>] de material excavado, medido en su posición original, de acuerdo con los alineamientos, pendientes, cotas y dimensiones indicadas en los pliegos, mostradas en los planos o autorizadas por el Interventor. Para la medida del volumen de excavación se aplicará la fórmula prismoidal al material "en el sitio", en las condiciones antes señaladas y su pago se hará a los precios contemplados en el contrato.

### 2.3.5. Ítems de presupuesto

<b>ESTRUCTURAS DE ENTRADA: ESTRUCTURA DE SEPARACIÓN, CÁMARA DE ENTRADA Y VERTEDERO DE ALIVIO, REJILLAS FINA Y GRUESA, DESARENADOR Y TRAMPA DE GRASAS</b>	<b>Unidad</b>
Excavación mecánica bajo agua sin retiro	m <sup>3</sup>
Excavación manual bajo agua entre 0 y 2.00 mts	m <sup>3</sup>
<b>ESTACIÓN DE BOMBEO PRINCIPAL - AFLUENTE REACTORES UASB</b>	<b>Unidad</b>
Excavación mecánica bajo agua sin retiro	m <sup>3</sup>
Excavación manual bajo agua entre 0 y 2.00 mts	m <sup>3</sup>
<b>REACTORES UASB</b>	<b>Unidad</b>
Excavación mecánica bajo agua sin retiro	m <sup>3</sup>
Excavación manual bajo agua entre 0 y 2.00 mts	m <sup>3</sup>
<b>FILTROS PERCOLADORES</b>	<b>Unidad</b>
Excavación mecánica bajo agua sin retiro	m <sup>3</sup>
Excavación manual bajo agua entre 0 y 2.00 mts	m <sup>3</sup>
<b>SEDIMENTADORES SECUNDARIOS</b>	<b>Unidad</b>
Excavación mecánica bajo agua sin retiro	m <sup>3</sup>
Excavación manual bajo agua entre 0 y 2.00 mts	m <sup>3</sup>
Excavación manual bajo agua mayor a 2.00 mts	m <sup>3</sup>

EMISOR FINAL Y BYPASS		Unidad
Excavación mecánica bajo agua sin retiro		m <sup>3</sup>
Excavación manual bajo agua entre 0 y 2.00 mts		m <sup>3</sup>
Excavación en tierra bajo agua a máquina para alcantarillado		m <sup>3</sup>
LECHOS DE SECADO		Unidad
Excavación mecánica bajo agua sin retiro		m <sup>3</sup>
Excavación manual bajo agua entre 0 y 2.00 mts		m <sup>3</sup>
Excavación manual bajo agua mayor a 2.00 mts		m <sup>3</sup>
EDIFICIO COMPLEMENTARIO		Unidad
Excavación mecánica bajo agua sin retiro		m <sup>3</sup>
VIAS		Unidad
Excavación mecánica bajo agua sin retiro		m <sup>3</sup>
CERRAMIENTO		Unidad
Excavación manual bajo agua entre 0 y 2.00 mts		m <sup>3</sup>

### 2.3.6. Entibados

En la excavación de las zanjas para tuberías, cuando sea necesario proteger la vida de las personas, la propiedad o la obra, y dependiendo del tipo de suelo siguiendo las recomendaciones del estudio de suelos donde se asegura la necesidad de ejecutar entibados en las obras de todas las estructuras principales de la PTAR, se usará entibado (no metálico) y acodamiento para sostener los lados de las zanjas, el INTERVENTOR se reserva el derecho de ordenar que el entibado se haga hasta la profundidad total de la zanja o hasta la profundidades adicionales que se requieran a fin de proteger la obra. Cuando el suelo, en el límite inferior de la zanja, tenga la estabilidad necesaria, el INTERVENTOR a discreción suya permitirá que el CONTRATISTA suspenda el entibado a determinada elevación por encima del fondo de la zanja.

En general el entibado y arriostamiento serán extraídos a medida que se rellene y consolide la zanja y de manera que se evite el derrumbe de los taludes o se afecte a estructuras adyacentes. Los vacíos dejados por la extracción del entibado serán rellenados cuidadosamente por inyecciones, apisonado o en la forma que indique el Interventor.

Se requerirá la autorización del Interventor para la extracción de cualquier entibado o arriostamiento y ello no relevará al CONTRATISTA de su responsabilidad por daños que puedan ocurrir después de su remoción. El Interventor podrá ordenar por escrito que todo o parte del entibado colocado sea dejado en el sitio, con el propósito de disminuir las posibilidades de daños a las estructuras, a propiedades ajenas o a terceras personas y en este caso será cortado a la altura que se ordene, pero por lo general tales cortes serán hechos a 0.40 metros por debajo de la superficie original del terreno. El arriostamiento que quede en el lugar se dejará bien ajustado.

El entibado, a menos que se ordene o se permita dejarlo en su lugar, deberá removerse después de que el relleno haya llegado a una elevación que permita hacerlo sin ocasionar problema alguno; esta remoción deberá hacerse de tal manera que se asegure una adecuada protección de las estructuras y se prevenga la perturbación del suelo adyacente.

Tanto la excavación como la instalación de la tubería deberán hacerse en condiciones secas utilizando para el correspondiente drenaje definido en estas especificaciones. Cuando sea necesario EL CONTRATISTA deberá entibar las zanjas en los tramos y en la longitud ordenada por la Interventoría, según la naturaleza del terreno. En el caso que el CONTRATISTA no haya recibido la orden de entibar cuando ello sea necesario, deberá proceder a realizar esta operación justificándola posteriormente ante la Interventoría.

El entibado se podrá colocar en forma continua (toda la pared cubierta), o discontinua (las paredes cubierta parcialmente) según lo requieran las condiciones del terreno o de las vecindades. En este último caso se medirán, para efectos de pago, las áreas netas cubiertas por el entibado. Los materiales empleados para el entibado deberán

782

ser de buena calidad y tener las dimensiones adecuadas para que garanticen la resistencia requerida. El espaciamiento entre soportes deberá ser tal que en lo posible no estorbe la colocación de la tubería.

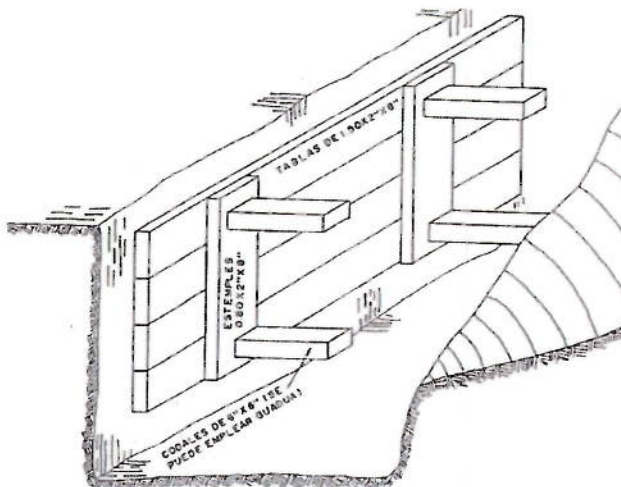


Figura 2-2. Muestra de entibado propuesto

### 2.3.6.1. Medida y Pago

La medida del área de los entibados, tomando como unidad metro cuadrado [m<sup>2</sup>], se hará determinando la superficie efectiva de excavación cubierta por los entibados que hayan sido previamente autorizados por la INTERVENTORIA. En los tramos de zanjas en los que haya sido necesario entibar ambas paredes de la excavación, las áreas se medirán independientemente en cada una de las paredes.

Los entibados serán pagados al CONTRATISTA a los precios unitarios consignados en el formulario de precios de la propuesta para el ítem respectivo. El entibado se pagará por metro cuadrado de pared cubierta por los tablonos o por el tipo de material que haya sido aceptado por el Interventor, a los precios unitarios estipulados en el contrato para el ítem:

El precio unitario incluirá el costo de materiales, transporte, mano de obra y demás costos que causen las operaciones de colocación y retiro del entibado, en los sitios autorizados por el Interventor. No se pagará como entibado aquella parte de madera que sobresalga de la superficie del terreno ni las superficies de pared descubiertas entre los tablonos, ni aquellos enjambres provisionales que el CONTRATISTA coloque para poder ejecutar rellenos parciales de zanjas, especialmente en el caso de instalación de tubería donde se requiere dejar libre sus uniones

### 2.3.6.2. Ítems de presupuesto

ESTRUCTURAS DE ENTRADA: ESTRUCTURA DE SEPARACIÓN, CÁMARA DE ENTRADA Y VERTEDERO DE ALIVIO, REJILLAS FINA Y GRUESA, DESARENADOR Y TRAMPA DE GRASAS	Unidad
Acodalamiento	m <sup>2</sup>
ESTACIÓN DE BOMBEO PRINCIPAL - AFLUENTE REACTORES UASB	Unidad
Acodalamiento	m <sup>2</sup>
REACTORES UASB	Unidad
Acodalamiento	m <sup>2</sup>
FILTROS PERCOLADORES	Unidad
Acodalamiento	m <sup>2</sup>
SEDIMENTADORES SECUNDARIOS	Unidad
Acodalamiento	m <sup>2</sup>

<b>EMISOR FINAL Y BYPASS</b>	Unidad
Acodalamiento	m <sup>2</sup>
<b>LECHOS DE SECADO</b>	Unidad
Acodalamiento	m <sup>2</sup>

## 2.4. Retiros

El retiro de materiales debe hacerse siempre con los equipos apropiados para cada distancia de acarreo especificada y para las condiciones de acceso y localización de las obras. Si la obra no es homogénea en su localización y acceso, el CONTRATISTA podrá dividirla en partes homogéneas y calcular los precios de acarreo de acuerdo a sus características particulares.

Los trabajos incluidos dentro de este ítem son:

1. Cargue de material
2. Transporte del material hasta la distancia de acarreo libre.
3. Descargue del material en el sitio de utilización, almacenamiento, o botadero.

### 2.4.1. Materiales Utilizables.

El volumen de material acarreado desde cualquier fuente de abastecimiento (excavaciones, bancos de almacenamiento o de préstamo, cantera, etc.) hasta el sitio de utilización será el mismo calculado para el pago de rellenos, terraplenes, etc., es decir, el volumen del material compactado.

### 2.4.2. Materiales de desperdicio

El volumen de material de desperdicio acarreado desde el lugar de procedencia hasta el sitio del botadero, se medirá en el lugar de procedencia, o en el sitio de botadero a juicio del Interventor, tomando como unidad de medida el metro cúbico compactado. En el caso de que esta cubicación no se pueda realizar fácilmente, se pagarán los costos directos reales del transporte más el 10%.

El material debe ser extendido, en los sitios de botadero, de tal manera que se conformen taludes estables, con superficies definidas y pendientes adecuadas para su drenaje, con un grado de compactación mínima igual a la que se logre con tres pasadas de Bulldozer tipo D-4 o similar en capas de 30 cm., ejecutadas después de que el material haya sido extendido.

### 2.4.3. Trabajos a Ejecutar

Ya que todas las estructuras, tuberías y construcciones requieren el transporte por el no uso del material excavado en forma de rellenos o similares, este ítem se encuentra presente en todos los capítulos con el fin de disponer adecuadamente los residuos

El CONTRATISTA deberá disponer de todos los materiales excavados o provenientes de demoliciones, etc., que no se requieran para completar la obra, retirándolos tan pronto como sean excavados, hasta los sitios de botadero aprobados por el INTERVENTOR y la municipalidad. No se permitirá la colocación del material excavado en las inmediaciones de la zona de trabajo ni en los bordes de las zanjas.

El CONTRATISTA preparará convenientemente la zonas de botadero autorizadas por la INTERVENTORIA y la municipalidad para lo cual debe proveer las obras necesarias a fin de garantizar el drenaje satisfactorio del área. El CONTRATISTA retirará hasta los sitios de botadero aprobados por el INTERVENTOR y dispondrá en ellos todos los materiales sobrantes de la excavación. Deberá colocar los sobrantes de la excavación en forma ordenada, esparciéndolos por capas y tomando todas las precauciones necesarias para obtener su estabilidad.



Si el INTERVENTOR considera inadecuada la disposición de los sobrantes de excavación podrá ordenar al CONTRATISTA cambiarla sin que esta orden sea motivo de pago adicional. El valor de todos los costos que requiera esta operación, incluidos los de acondicionamiento previo de las zonas elegidas para botadero, deberá incluirse en éste ítem de pago. El CONTRATISTA deberá disponer del equipo suficiente para el cargue, transporte y disposición de estos sobrantes.

El CONTRATISTA no podrá retirar materiales de excavación a sitios diferentes a los acordados con el INTERVENTOR, ni con fines distintos a los del contrato, ni venderlos o regalarlos para que otras personas los retiren. Cuando el material sobrante de excavación sea retirado por los habitantes de las zonas vecinas con permiso del INTERVENTOR para beneficio de la comunidad, no habrá razón para que el CONTRATISTA reclame el pago de tales retiros.

#### 2.4.4. Medida y Pago

La medida para el cargue, retiro, transporte y disposición de materiales sobrantes se hará con base en los volúmenes totales calculados menos los volúmenes de dichas excavaciones que se aprovechen para relleno. Para efectos de pago, los volúmenes se medirán en metros cúbicos en su estado original compactado dentro de la zona de excavación. EL CONTRATISTA deberá tener en cuenta dentro de su análisis de precios unitarios el porcentaje de expansión de los materiales, ya que esto no dará lugar a pagos adicionales.

El valor unitario para retiro de sobrantes de excavación se aplicará únicamente al material cargado y transportado para depositarlo y regarlo fuera de las zonas de construcción en sitio aprobado por el INTERVENTOR. El precio unitario incluirá el transporte hasta una distancia radial de 10Km. medida sobre el plano de la ciudad, en línea recta a partir del sitio de cargue.

Los precios unitarios para cargue y retiro de sobrantes de excavación deberán incluir los costos de equipos, herramientas, materiales, mano de obra, administración, dirección, imprevistos, utilidad del CONTRATISTA y demás costos necesarios para cumplir con lo especificado. Estos precios unitarios también deberán incluir el costo de la limpieza final de la zona de trabajo. El material de excavación que sea retirado temporalmente para ser usado posteriormente como relleno será motivo de pago, el CONTRATISTA deberá incluir el acarreo de este material en el precio unitario del relleno con material de excavación.

Cuando se disponga por parte del INTERVENTOR utilizar el material sobrante para regarlo dentro de las zonas de construcción, sin que incluya cargue y transporte del mismo, éste se medirá en metros cúbicos y el volumen será la diferencia entre el volumen total calculado para la excavación menos los volúmenes de dicha excavación que se aprovechen para relleno y menos la cantidad de volumen sobrante de excavación y considerado para el cargue, retiro y transporte.

El precio unitario del retiro del material sobrante para regarlo en el sitio será el especificado en el formulario de precios y cantidades de la propuesta de acuerdo con el ítem respectivo.

#### 2.4.5. Ítems de presupuesto

<b>ESTRUCTURAS DE ENTRADA: ESTRUCTURA DE SEPARACIÓN, CÁMARA DE ENTRADA Y VERTEDERO DE ALIVIO, REJILLAS FINA Y GRUESA, DESARENADOR Y TRAMPA DE GRASAS</b>	Unidad
Retiro de sobrantes máquina <= 10 km	m <sup>3</sup>
<b>ESTACIÓN DE BOMBEO PRINCIPAL - AFLUENTE REACTORES UASB</b>	Unidad
Retiro de sobrantes máquina <= 10 km	m <sup>3</sup>
<b>REACTORES UASB</b>	Unidad
Retiro de sobrantes máquina <= 10 km	m <sup>3</sup>
<b>FILTROS PERCOLADORES</b>	Unidad
Retiro de sobrantes máquina <= 10 km	m <sup>3</sup>

<b>SEDIMENTADORES SECUNDARIOS</b>	Unidad
Retiro de sobrantes máquina <= 10 km	m <sup>3</sup>
<b>EMISOR FINAL Y BYPASS</b>	Unidad
Retiro de sobrantes máquina <= 10 km	m <sup>3</sup>
<b>LECHOS DE SECADO</b>	Unidad
Retiro de sobrantes máquina <= 10 km	m <sup>3</sup>
<b>EDIFICIO COMPLEMENTARIO</b>	Unidad
Retiro de sobrantes máquina <= 10 km	m <sup>3</sup>
<b>VÍAS</b>	Unidad
Retiro de sobrantes máquina <= 10 km	m <sup>3</sup>

## 2.5. Rellenos, Terraplenes y Taludes

El trabajo por ejecutar bajo esta especificación consiste en el suministro de toda la planta, mano de obra y materiales y en la realización de todas las operaciones necesarias para la ejecución de los rellenos mostrados en los planos o requeridos por el INTERVENTOR.

Los trabajos necesarios para conformar terraplenes y para llenar las zonas excavadas con materiales provenientes de la misma excavación o de préstamo, se denominarán rellenos. Para los rellenos podrán utilizarse según lo especificado en los planos o lo ordenado por el INTERVENTOR materiales escogidos de las excavaciones o materiales de préstamo. Los materiales colocados para el relleno, deben estar libres de materias inadecuadas y deben ser de una naturaleza tal, que conduzcan a la construcción de un relleno estable durante y después de su construcción.

La parte de la obra que se especifica en este Capítulo comprende el suministro de toda la mano de obra, planta, materiales, equipo y la ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo los rellenos que requiera la obra, los cuales se ejecutarán de acuerdo a las indicaciones consignadas en el estudio de suelos, la memoria estructural y a las recomendaciones de la Interventoría. Entre estos trabajos están los siguientes:

- a. Rellenos alrededor de estructuras
- b. Rellenos para las zanjas de las tuberías

Antes de iniciar los trabajos de rellenos, el terreno que servirá de base deberá estar totalmente libre de vegetación, tierra orgánica, y materiales de desecho de la construcción y las superficies no deberán presentar zonas con agua estancada o inundadas. No se colocará ningún relleno sobre las tuberías hasta que estas se hayan instalado a satisfacción de la Interventoría y después de ejecutar los siguientes trabajos:

- a. Prueba de las uniones
- b. Topografía detallada.

Excepto cuando se especifique algo diferente no deberá colocarse relleno hasta cuando se haya removido el entibado correspondiente a la franja sobre la cual se colocará la capa de relleno. Solo se podrá colocar relleno directamente contra una estructura de concreto cuando se hayan removido todos los encofrados y entibados y las estructuras hayan adquirido la resistencia suficiente que le permita soportar las cargas impuestas por los materiales de relleno.

### 2.5.1. Normas de Construcción

El material utilizado se extenderá en capas de espesor máximo de 15 cm. El contenido de humedad del material debe estar siempre entre los límites determinados por el Interventor para cada tipo de suelo. Una vez comprobado el

estado óptimo de humedad se procederá a la compactación con el equipo adecuado, a juicio del interventor, hasta obtener una densidad no inferior a la especificada en el estudio de suelos u ordenada por la Interventora.

El relleno de las zanjas alrededor de los tubos deberá hacerse simultáneamente a uno y otro lado del tubo con el fin de que no se produzcan presiones laterales que desplacen la tubería. Se tendrá especial cuidado de no golpear la tubería y que el relleno, hasta 40 cm por encima de la tubería, quede libre de materiales pétreos.

En los terraplenes para la conformación de taludes, la compactación deberá hacerse con equipo manual o mecánico que por sus características pueda ser utilizado apropiadamente en el sistema de terrazas y taludes. La interventoría efectuará la cantidad de ensayos que considere razonablemente necesarios para el control de terraplenes y rellenos, lo mismo que para su verificación. El costo de estos ensayos correrá por cuenta del CONTRATISTA.

El control de compactación de los rellenos para la cimentación de las obras, se establecerá con base en los ensayos de densidad de campo, realizados en el sitio de acuerdo con la norma D1556 de la ASTM. Como variación a dicha norma de ensayo, no se considerará los tamaños mayores a ¾", los cuales se devolverán a la perforación del ensayo, antes de la determinación del volumen y la densidad. Los valores de densidad así obtenidos se comparará con la densidad seca máxima obtenida del ensayo del Proctor modificado ejecutado para cada tipo de relleno.

## 2.5.2. Tipos de Relleno para la obra

### 2.5.2.1. Relleno con material granular

Este Relleno se usará en general para la cama de las tuberías de PVC Corrugada para Alcantarillado y estará constituido por material granular duro con tamaño máximo no mayor de 1 pulgada, ni inferior a 3/8 de pulgadas. Se aceptarán materiales con la siguiente granulometría:

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA AL PESO		
MINIMO MEDIO	MÁXIMO		
1"	100	100	-
½"	90	95	-
No. 4	0	7.5	15
No. 8	0	7.5	5

El material debe cumplir con las especificaciones de dureza, gravedad específica y resistencia al desgaste similar a las exigidas al agregado grueso para hormigón de cemento. Se compactará por medio de vibradores o pisones vibratorios, con una compactación mínima del 90% del Proctor modificado.

### 2.5.2.2. Relleno con material fino

Este relleno consiste en el suministro, acarreo y colocación del colchón de arena en el fondo de la zanja donde se instalará la tubería de PVC Presión para acueducto, conforme a estas especificaciones, lo indicado en los planos suministrados o las indicaciones de la INTERVENTORIA.

La zanja deberá excavar por lo menos diez (10) centímetros por debajo de la batea exterior de la tubería indicada en los planos. Previo a la colocación de la arena, el CONTRATISTA debe examinar el fondo de la zanja para evitar objetos duros como rocas, troncos, etc.

El diámetro máximo de las partículas de arena no debe ser mayor de 0.009 m, la arena debe estar limpia, distribuirse uniformemente y apisonarse con herramienta manual para asegurarle a la tubería un soporte uniforme y firme en toda su longitud. Si es necesario sobre-excavar más debido a obstáculos, piedra, bolsas de suelo blando, etc., los vacíos se llenarán con material seleccionado de las excavaciones compactado al 95% del Proctor modificado.

### 2.5.2.3. Relleno con material seleccionado tipo roca muerta o similar

Este relleno se usará en general para el atraque de todas las tuberías instaladas en zanjas hasta una altura de 30cm. por encima de su clave exterior y estará constituido por materiales que no contengan limo, materia vegetal, basuras desperdicios o escombros. La cantidad de piedras o conglomerados presentes será menos del 10% del peso del material y su tamaño menos de 2", el porcentaje de finos que pasa el tamiz No. 200 será menor del 20%, el índice de plasticidad del material que pasa el tamiz No. 40 será menos de 10.

Se aceptarán materiales con las siguientes granulometrías:

TAMIZ	% Que pasa en Peso
2"	100
No. 10	60-100
No. 40	30-70
No. 200 0	-20

### 2.5.2.4. Relleno con material granular compactado

Este relleno se colocará y compactará a cada lado de las tuberías en capas horizontales que no pasen de 15cm. de espesor antes de la compactación. Esta se hará con pisonos mecánicos apropiados y con la humedad óptima con el fin de conseguir una compactación mínima del 95% del Proctor modificado. El INTERVENTOR rechazará la utilización de métodos de compactación inapropiados, de material con exceso de humedad y la colocación de relleno en zanjas con agua.

En los sitios indicados en el Estudio de Suelos y los estudios estructurales, es decir, las unidades de tratamiento tales como Tratamiento preliminar, Reactores UASB, Filtros Percoladores y Sedimentadores Secundarios, se hará la restitución de suelo en Roca muerta compactada al 95% del Proctor modificado encapsulado en Geotextil Tejido 2000 o similar.

La restitución tendrá un espesor de 30 cm. o el indicado en el estudio de suelos. La compactación se hará mediante el uso de equipo mecánico de tipo rana o canguro o de mayor capacidad, apropiado para cada caso en particular, hasta alcanzar una densidad del 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado. Todo asentamiento que llegue a sufrir el relleno será reparado por el CONTRATISTA a su costo. El Interventor rechazará la utilización de métodos de compactación inapropiados, materiales con exceso de humedad y la colocación de relleno en zanjas con agua.

Este relleno estará constituido por materiales que no contengan limo, material vegetal, basuras, desperdicios o escombros. La cantidad de piedras o conglomerados presentes será menor del 10% del peso del material y su tamaño menor de 2", el porcentaje de finos que pasa por el tamiz No. 200 será menor del 20%, el índice de plasticidad del material que pasa el tamiz No. 40 será menor del 10%. Se aceptarán materiales con las granulometrías que se muestran a continuación:

Tamiz	% que pasa en peso
2"	100
No. 10	60 – 100
No. 40	30 – 70
No. 200	0 – 20

El material debe cumplir con las especificaciones de dureza, gravedad específica y resistencia al desgaste similar a las exigidas al agregado grueso para el concreto. El suelo sobre el que se apoyará la restitución (suelo limoso, grava arenosa orgánica y escombros) se compactará al 95% del Proctor Estándar.

Esta actividad comprende el suministro del material para relleno, la preparación del suelo de cimentación, la colocación, riego y compactación de los materiales. Se pondrá especial cuidado en no desplazar las tuberías para lo

vías de acceso a las fuentes de material, las pruebas de laboratorio requeridas, y en general todo costo relacionado con la correcta ejecución de las actividades de este ítem.

### 2.5.4. Ítems de presupuesto

<b>ESTRUCTURAS DE ENTRADA: ESTRUCTURA DE SEPARACIÓN, CÁMARA DE ENTRADA Y VERTEDERO DE ALIVIO, REJILLAS FINA Y GRUESA, DESARENADOR Y TRAMPA DE GRASAS</b>	Unidad
Relleno con material de la excavación, compactado 95% PM	m <sup>3</sup>
<b>ESTACIÓN DE BOMBEO PRINCIPAL - AFLUENTE REACTORES UASB</b>	Unidad
Relleno con material de la excavación, compactado 95% PM	m <sup>3</sup>
<b>REACTORES UASB</b>	Unidad
Relleno con material de la excavación, compactado 95% PM	m <sup>3</sup>
<b>FILTROS PERCOLADORES</b>	Unidad
Relleno con material de la excavación, compactado 95% PM	m <sup>3</sup>
<b>SEDIMENTADORES SECUNDARIOS</b>	Unidad
Relleno con material de la excavación, compactado 95% PM	m <sup>3</sup>
<b>EMISOR FINAL Y BYPASS</b>	Unidad
Relleno con material de la excavación, compactado 95% PM	m <sup>3</sup>
Medio filtrante de grava	m <sup>3</sup>
<b>LECHOS DE SECADO</b>	Unidad
Relleno con material de la excavación, compactado 95% PM	m <sup>3</sup>

## 2.6. Geotextiles

### 2.6.1. Alcance del ítem

Se entiende por geotextiles, las telas o membranas permeables sintéticas tejidas o no tejidas, de fibra continua o fibra cortada, fabricadas con polipropileno y poliéster, resistentes a la tensión y al punzonamiento.

Los geotextiles serán del tipo no tejido con una alta resistencia a la tensión y a la descomposición química y biológica. Deben ser resistentes al desgarramiento y poseer una buena elongación y recuperación bajo carga, que les permita acomodarse fácilmente a los terrenos desiguales o irregulares, manteniendo su resistencia y sin romperse. Además, deben tener un alto drenaje en el sentido del plano y su porometría debe permitir el paso del agua y retener los materiales finos. Las características principales de los geotextiles no tejidos para ser usados, son las siguientes:

**Tabla 2-2.** Características de los geotextiles

Característica	Norma	Especificación
Resistencia a la Tensión	ASTM D-4632	>550
Método Grab (Newtons)		
Elongación a la rotura (%)	ASTM D-4632	>70
Resistencia al rasgado	ASTM D-4533	>200
Trapezoidal (Newtons)		
Resistencia al Punzonamiento (Newtons)	ASTM D-4833	>240

La presente especificación se refiere al suministro e instalación de Geotextil Tejido o No Tejido en los sitios indicados en los planos y según las recomendaciones del Estudio de suelos y la Memoria de Cálculo Estructural encapsulando el relleno para la cimentación de las estructuras de tratamiento de la PTAR como el Pretratamiento, los Reactores UASB, los Sedimentadores Secundarios y los Filtros Percoladores, así como en las instalaciones de tubería corrugada para el Alcantarillado.

## 2.6.2. Medida y Pago

La parte de la obra por ejecutar a los precios unitarios del ítem consistirá en el suministro de toda la mano de obra, planta, equipos, materiales y administración y demás gastos generales, y en la ejecución de todo lo requerido para realizar la instalación de geotextil, según lo señalado en los planos, estas Especificaciones o lo indicado por el CONTRATANTE.

La unidad de medida para el suministro e instalación de Geotextil para cada tipo indicado en el cuadro de cantidades de obra será el metro cuadrado [m<sup>2</sup>] recibido a satisfacción por la Interventoría, con aproximación a dos (2) decimales; el precio debe incluir los costos del material, transporte, herramientas, traslapos, equipo y manos de obra necesarios para el perfecto cumplimiento de la presente especificación.

## 2.6.3. Ítems de presupuesto

<b>ESTRUCTURAS DE ENTRADA: ESTRUCTURA DE SEPARACIÓN, CÁMARA DE ENTRADA Y VERTEDERO DE ALIVIO, REJILLAS FINA Y GRUESA, DESARENADOR Y TRAMPA DE GRASAS</b>	Unidad
Suministro e Instalación Geotextil no tejido 2.500 o similar	m <sup>2</sup>
<b>ESTACIÓN DE BOMBEO PRINCIPAL - AFLUENTE REACTORES UASB</b>	Unidad
Suministro e Instalación Geotextil no tejido 2.500 o similar	m <sup>2</sup>
<b>REACTORES UASB</b>	Unidad
Suministro e Instalación Geotextil no tejido 2.500 o similar	m <sup>2</sup>
<b>FILTROS PERCOLADORES</b>	Unidad
Suministro e Instalación Geotextil no tejido 2.500 o similar	m <sup>2</sup>
<b>SEDIMENTADORES SECUNDARIOS</b>	Unidad
Suministro e Instalación Geotextil no tejido 2.500 o similar	m <sup>2</sup>
<b>EMISOR FINAL Y BYPASS</b>	Unidad
Suministro e Instalación Geotextil no tejido 1.600 o similar	m <sup>2</sup>
<b>LECHOS DE SECADO</b>	Unidad
Suministro e Instalación Geotextil no tejido 2.500 o similar	m <sup>2</sup>

## 2.7. Conformación y Compactación

### 2.7.1. Alcance del ítem

Las superficies finales del fondo y de los taludes interiores de las excavaciones de las estructuras principales entre ellas el Pretratamiento, los Reactores UASB, los Filtros Percoladores y los Sedimentadores Secundarios que serán impermeabilizadas con geotextiles deberán estar exentas de piedras, puntas, raíces o cualquier otro elemento punzante que pudiera llegar a perforarlas o rasgarlas y deberán quedar conformadas y compactadas de tal manera que al colocar la membrana ésta quede totalmente en contacto con dichas superficies.

A menos que la INTERVENTORÍA indique expresamente que por haber verificado para cada caso en particular que el grado de compactación natural del suelo en el fondo de la excavación y de los taludes interiores de la laguna es satisfactorio para su estabilidad y para la seguridad del geotextil, el CONTRATISTA deberá proceder a compactar dicho fondo y taludes hasta lograr el grado requerido, cuidando que la superficie definitiva de uno y otros ofrezca las condiciones de firmeza y uniformidad exigidas por el fabricante del geotextil.

En el caso de que el fondo y/o los taludes interiores presenten bolsas de suelos orgánicos u otros blandos inconvenientes, el CONTRATISTA deberá indicarlo a la INTERVENTORÍA y ésta ordenará su retiro y su reemplazo por el tipo de suelo aprobado, el cual se colocará y se compactará a un grado no menor que el señalado por la INTERVENTORÍA para el resto de la superficie del fondo y de los taludes.

## 2.7.2. Medida y Pago

La unidad de medida del ítem es el metro cuadrado [m<sup>2</sup>] y el precio el indicado en el formulario de precios y cantidades de obra. Se ejecutará en las áreas donde se proyectan las estructuras de tratamiento y operación.

## 2.7.3. Ítems de presupuesto

<b>ESTRUCTURAS DE ENTRADA: ESTRUCTURA DE SEPARACIÓN, CÁMARA DE ENTRADA Y VERTEDERO DE ALIVIO, REJILLAS FINA Y GRUESA, DESARENADOR Y TRAMPA DE GRASAS</b>	Unidad
Conformación + Compactación fondo excavación	m <sup>2</sup>
<b>ESTACIÓN DE BOMBEO PRINCIPAL - AFLUENTE REACTORES UASB</b>	Unidad
Conformación + Compactación fondo excavación	m <sup>2</sup>
<b>REACTORES UASB</b>	Unidad
Conformación + Compactación fondo excavación	m <sup>2</sup>
<b>FILTROS PERCOLADORES</b>	Unidad
Conformación + Compactación fondo excavación	m <sup>2</sup>
<b>SEDIMENTADORES SECUNDARIOS</b>	Unidad
Conformación + Compactación fondo excavación	m <sup>2</sup>
<b>EMISOR FINAL Y BYPASS</b>	Unidad
Conformación + Compactación fondo excavación	m <sup>2</sup>
<b>LECHOS DE SECADO</b>	Unidad
Conformación + Compactación fondo excavación	m <sup>2</sup>

## 2.8. Concretos

### 2.8.1. Generalidades

La presente especificación se aplicará a la construcción de todas las estructuras de concreto simple y reforzado, de acuerdo con los alineamientos, elevaciones y dimensiones mostradas en los planos o que ordene la Interventoría. El concreto estará constituido por una mezcla de cemento Portland, agua, grava o triturado como agregado grueso y arena como agregado fino, combinado en las proporciones necesarias según el diseño de la mezcla que apruebe la Interventoría para obtener la durabilidad, impermeabilidad y resistencias especificadas en el Proyecto. Estas estructuras son: Pretratamiento, Reactores UASB, Filtros Percoladores, Sedimentadores Secundarios, Medida de Caudal de Salida y Lechos de Secado.

En general todos los concretos, en especial los utilizados para las estructuras deben estar protegidos contra la corrosión que pueda causar el almacenamiento de aguas residuales. Cuando se estipulen dentro de los diseños concretos simples o reforzados de resistencia mayor a 21 MPa, el Interventor exigirá al CONTRATISTA el diseño de la mezcla antes de autorizar el vaciado de las estructuras.

El concreto podrá ser suministrado por una central de mezclas que dosifique por peso con básculas electrónicas y transportado en camiones adecuados para el efecto, debe cumplir con las Normas NTC 3318 o NTC 4027. La planta productora deberá reportar por escrito el diseño de la mezcla y los resultados de ensayos efectuados. No bastará con los ensayos realizados por la empresa fabricante del concreto, el constructor deberá tomar y ensayar sus propias muestras.

Alternativamente, se podrá preparar concreto en la obra siempre y cuando exista previamente un diseño de mezcla con los materiales a usar y las condiciones que garanticen la resistencia del concreto resultante, deberá hacerse cumpliendo con la norma NTC 3318. La operación de la mezcladora, el tiempo y velocidad de la mezcla, deben

ajustarse para lograr las características esperadas del concreto. Las mezclas se dosificarán en peso y no en volumen.

No se aceptará la colocación de mezclas con asentamiento o "Slump" que sea más de 1/2" mayor que el estipulado en el diseño de la mezcla. El máximo asentamiento permitido será de 3", excepto que se usen plastificantes, caso en el cual la Interventoría indicará cuál es el asentamiento máximo admisible. El uso de aditivos, pegantes o químicos para curado, queda supeditado a la aprobación previa del Interventor.

El debido curado de las obras en concreto será supervisado y exigido al CONTRATISTA por el Interventor, hasta por los primeros siete (7) días de vida de cada estructura. Todo el concreto estructural para el proyecto se elaborará de acuerdo con los detalles y notas mostradas en los planos, y será dosificado, mezclado, vaciado y curado de acuerdo con estas especificaciones.

## 2.8.2. Materiales

Todos los materiales estarán sujetos a la inspección, aceptación y rechazo, antes, durante y después de la ejecución de la obra. Estas atribuciones están a cargo del Interventor, quien las podrá ejercer cuando así lo estime necesario. Los gastos que se generen en las pruebas, ensayos, laboratorio y similares, serán por cuenta del CONTRATISTA, así como también la reposición de los materiales defectuosos o que no cumplan las normas y calidades exigidas en estas especificaciones. Todos los materiales usados para la elaboración de concreto deberán cumplir con las normas especificadas en la NSR-10.

### 2.8.2.1. Cemento

Se usará cemento Portland Tipo I (ASTM C 150) o (ICONTEC 121 y 321) de una marca conocida y aprobada en el país, suministrado a granel o en sacos. Sólo una marca de cemento se usará en cualquier estructura. Cemento que provenga de distintas fábricas, aunque tenga la misma especificación, no se deberá mezclar para una estructura. El cemento que llegue a las obras será del mismo tipo y marca utilizado para el diseño de las mezclas. Se prohíbe el uso de los cementos denominados de mampostería en la fabricación de concreto.

El cemento comprado a granel se transportará en camiones equipados con pipas herméticas que lo protejan de la humedad ambiental. Los sacos deben recibirse enteros en la obra; todos los que lleguen rotos serán rechazados por la Interventoría. Cemento en sacos no podrá almacenarse más de treinta (30) días, a partir de su fecha de fabricación. Para almacenar cemento a granel el CONTRATISTA deberá instalar silos apropiados, que la Interventoría revisará antes de autorizar su uso. No se permitirá en ningún caso, almacenar cemento más de sesenta (60) días, aunque los silos sean óptimos. Cuando el almacenamiento supere los 30 días podrán exigirse por la Interventoría ensayos de laboratorio para verificar la condición real del cemento.

### 2.8.2.2. Agregado Fino

El agregado fino para concreto será arena limpia, compuesta de partículas duras, densas, resistentes y durables, cuyos tamaños deberán estar en proporciones adecuadas para producir un mortero de resistencia aceptable. Arena artificial fabricada por trituración no se aceptará. El módulo de finura no será menor de 2,60 ni mayor de 3,20.

La gravedad específica mínima será de 2,60. No se aceptará arena que pierda más del 5% al peso en la prueba del Sulfato de Sodio (ASTM C 40). (ICONTEC 126). El material que pase por el tamiz No. 200 (ASTM C 117) o (ICONTEC 78) no deberá ser mayor del 3% al peso. La granulometría de la arena deberá estar entre los siguientes límites.

Tabla 2-3. Granulometría para agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
3/8"	100
No.4	95-100
No.8	80- 90



Tamiz	Porcentaje que pasa
No.16	60- 80
No.30	30- 60
No.50	12- 30
No.100	2- 8
No.200	3

La Interventoría deberá aprobar, mediante ensayos de laboratorio, las fuentes de agregado fino, pero ello no implica la aceptación de todo el material indefinidamente. Cada vez que se estime necesario se harán, por cuenta del CONTRATISTA, los ensayos indispensables aunque la fuente sea la misma. Se buscará que los métodos de compactación y la manejabilidad de la mezcla permitan colocar el concreto sin que se produzcan hormigueros, vacíos o segregación en la mezcla.

### 2.8.2.3. Agregado Grueso

El agregado grueso para concreto será grava lavada de río, roca triturada o una combinación de las dos, limpia, dura, sana y durable, uniforme en calidad y libre de segmentos blandos, quebradizos, planos, alargados o laminados, roca desintegrada, material orgánico, cal, arcilla o cualquier otra sustancia indeseable en cantidad perjudicial.

No se aceptará agregado grueso que contenga más de los siguientes porcentajes en peso:

Fragmentos blandos, quebradizos	3%
Arcilla	0.25%
Material Pizarroso	1.00%
Material removible por decantación	1.00%

La gravedad específica no será menor de 2.6 (ASTM C 127) (ICONTEC 176), ni la pérdida por abrasión en la máquina de Los Ángeles será mayor del 17% al peso durante 100 vueltas, o del 52% en 500 vueltas (ASTM C 131) (ICONTEC 93 y 98).

El tamaño máximo del agregado grueso estará limitado por las dimensiones y cantidad del refuerzo que tenga cada parte de la obra. Se tratará siempre de usar el tamaño máximo posible porque ello permite reducir las cantidades de agua y cemento, pero debe tomarse en cuenta que no sea mayor que el cubrimiento libre del refuerzo o 2/3 del espaciamiento libre mínimo entre varillas, y en ningún caso mayor de 2 pulgadas. Se buscará que los métodos de compactación y la manejabilidad de la mezcla permitan colocar el concreto sin que se produzcan hormigueros, vacíos o segregación en la mezcla.

Como norma general, se establece que el agregado grueso para concreto de estructuras reforzadas pase por el tamiz 1" (Material No.3). Para concreto de anclajes y cimientos de tuberías, rellenos, etc., el agregado grueso pasará todo por el tamiz de 2" (Material No.2). En otros casos especiales el Interventor decidirá sobre el tamaño máximo del agregado a usarse, según las dimensiones de la estructura, recubrimiento y cantidad del refuerzo y calidad del concreto. La granulometría aproximada del agregado grueso en cada caso debe ser una de las siguientes (porcentajes que pasan):

**Tabla 2-4. Granulometría para agregado grueso**

Tamiz	Material No.1	Material No.2	Material No.3
2"	100	-	-
1 ½"	100	95-100	-
1"	95-100	-	100
¾"	-	35-70	90-100
½"	25- 60	-	-
3/8"	-	10-30	20- 55
No.4	0- 10	0- 5	0- 10
No.8	0-5	0	0- 5

234

El uso de material sin tamizar y clasificar será absolutamente prohibido. El CONTRATISTA someterá a la Interventoría muestras representativas de los materiales que proyecta usar, con suficiente anticipación de manera que se hagan los ensayos necesarios, por cuenta del CONTRATISTA, en un laboratorio aceptado por la Interventoría.

La aprobación de una determinada fuente de agregados no implica que se aceptará todo el material proveniente de ella. La Interventoría ordenará, cada vez que lo estime conveniente, repetir ensayos y pruebas de laboratorio por cuenta del CONTRATISTA.

#### **2.8.2.4. Aditivos**

Se podrán agregar a la mezcla, previa autorización por escrito del Interventor, sustancias tales como acelerantes y retardadores de fraguado, incorporadores de aire, impermeabilizantes, plastificantes, endurecedores, etc. La dosificación de mezclas se hará con los mismos aditivos que se vayan a utilizar en obra. En todos los casos se buscará minimizar los efectos de retracción por fraguado de la mezcla.

El concreto del último vaciado que se indique en los planos para los muros y losas de fondo, y los concretos de segunda etapa donde sean necesarios, llevarán incluido un agente expansor que impida la contracción de fraguado. En cada caso el Interventor decidirá sobre la conveniencia de usar el aditivo y sobre las especificaciones técnicas que debe cumplir.

El sobrecosto a que haya lugar por la utilización de aditivos por metro cúbico [m<sup>3</sup>] de concreto, será reconocido al CONTRATISTA si el aditivo es ordenado por el Interventor. Pero si el CONTRATISTA decide usar un aditivo para su propia conveniencia, no será pagado sobrecosto alguno.

#### **2.8.2.5. Soldadura epóxica para concretos**

Es aplicada con el fin de obtener una excelente adherencia entre el concreto existente y el concreto nuevo. Para la aplicación de la soldadura epóxica, la superficie deberá estar limpia, libre de partes sueltas, aceites, grasas, residuos curadores u otras sustancias extrañas.

La preparación de la soldadura epóxica deberá realizarse conforme lo disponga el fabricante que la provee o según criterio del Interventor. La aplicación de la soldadura epóxica se realizará con brocha ó rodillo, el producto debe aplicarse todo dentro del tiempo establecido por el fabricante. Por ningún motivo se usara material que pase del tiempo recomendado.

#### **2.8.2.6. Agua**

En general debe ser agua potable libre de cantidades perjudiciales de cloruros, aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos u otras sustancias que puedan ser dañinas para el refuerzo (ICONTEC 3459). Toda el agua a emplearse en la preparación del concreto y en el proceso de curado será de fuente aceptada por la Interventoría.

### **2.8.3. Formaletas**

Todo el concreto será de excelente presentación. Se podrán usar formaletas metálicas, de madera natural o de madera prensada, pero, cualquiera que sea el material, la superficie será lisa y las uniones tan bien hechas que garanticen un excelente acabado en concreto a la vista. La Interventoría será muy exigente en cuanto a la estética de la estructura y no aceptará marcas de tablas, rebordes de juntas, manchas de aceite, y en general deficiencias notorias de acabado en el concreto que quede a la vista o bajo el agua. Antes de fundir el concreto se revisará que las formaletas sean estancas, estén limpias, alineadas y aseguradas.

Las formaletas se ejecutarán de manera que la estructura resultante tenga las mismas formas, dimensiones, espesores y niveles mostrados en los planos. Se diseñarán de suficiente espesor y arriestradas de tal manera que

sus elementos no se desplacen o pandeen bajo las cargas durante el vaciado y fraguado del concreto. El diseño debe prever que las formaletas puedan ser retiradas sin emplear martillos o palancas contra la estructura, y que se incluyan moldes adecuados para biselar las aristas del concreto.

No se admitirá para formaletas, madera torcida por acción del sol o la humedad, ni láminas de madera prensada descascaradas o rajadas por el uso. Es de suma importancia que el recubrimiento libre del refuerzo especificado en los planos se conserve igual al vaciar el concreto, lo cual puede obtenerse mediante cuñas especiales de concreto o separadores de acero. Antes del vaciado se limpiará la formaleta de todas suciedades, aserrín, virutas, etc.

La superficie interior se cubrirá con una capa de aceite mineral, de un recubrimiento desmoldante o de cualquier otro material aprobado por la Interventoría que no manche el concreto, ni perjudique el fraguado. Se evitará el uso de aceites quemados. Los desmoldantes deben ser sustancias incoloras, y no tóxicas. Cuando se use aceite, se aplicará antes de colocar el refuerzo.

Cuando en opinión de la Interventoría, las condiciones del trabajo lo justifiquen, podrá requerirse que las formaletas se dejen en su lugar por período más largo que el normal. La remoción de las formaletas no se hará antes de expirar el número mínimo de días que se indica a continuación, exceptuando casos específicos autorizados por la Interventoría.

Vigas y losas	4 días para la cara inferior
Muros y superficies verticales de viga	2 días
Secciones macizas	1 día

En general la Interventoría procurará, comprobando la resistencia del concreto, que las formaletas sean retiradas lo más pronto posible. En el caso de requerirse se ordenará el uso de aditivos acelerantes para un desencofrado más rápido.

#### 2.8.4. Diseño de Mezclas

Tan pronto como el cemento, los agregados y el agua hayan sido aprobados por la Interventoría, el CONTRATISTA procederá a diseñar las mezclas de concreto en un laboratorio reconocido, que deberán cumplir en cada caso con los requisitos de resistencia, manejabilidad, densidad, etc. Tanto el diseño de las mezclas como los ensayos correspondientes se podrán encargar a un laboratorio idóneo, previamente acordado con la Interventoría.

Las mezclas tentativas de concreto se ensayarán para cada gradación de los agregados y cada resistencia especificada. Las cantidades utilizadas en el diseño y los resultados de las pruebas deberán ser presentadas para revisión del Interventor. Las mezclas deberán ajustarse en la obra, según sea necesario, para cumplir los requisitos de estas especificaciones.

El informe para cada mezcla tentativa de concreto deberá contener los siguientes datos:

- a Asentamiento sobre el cual se basó el diseño. ("Slump").
- b Cantidad de agua en litros por metro cúbico de concreto.
- c Marca, tipo, composición y cantidad de cemento.
- d Gravedad específica y gradación de cada agregado.
- e Relación de los agregados finos al total de agregados.
- f Peso (seco superficialmente) de cada agregado por metro cúbico de concreto.
- g Marca, tipo, Norma ICONTEC, ASTM, de los aditivos químicos y su cantidad de cada mezcla.
- h Esfuerzo de compresión basado en las pruebas a los 7 y 28 días. Tiempo de fraguado inicial.

Una vez que tales mezclas hayan sido aprobadas, se consideran oficiales, y cualquier cambio en ellas deberá ser autorizado de antemano, por escrito, por la Interventoría. En caso de que el CONTRATISTA desee o necesite variar las fuentes de abastecimiento de agregados, se repetirá todo el proceso de aprobación para éstos y para el nuevo diseño de la mezcla.

Así mismo, la Interventoría podrá solicitar al CONTRATISTA nuevos ensayos de agregados y diseños de mezclas cuando considere que los materiales inicialmente aprobados han sufrido variaciones notables. Todos los diseños de mezclas y ensayos relacionados serán por cuenta del CONTRATISTA.

Se advierte expresamente que el diseño de mezclas tendrá que hacerse al peso (no por volumen), y por tanto el CONTRATISTA deberá contar con las instalaciones necesarias en la obra para dosificar los materiales. No se aceptará medir agregados por volumen, en cajones o carretillas, por ningún motivo. El contenido total de agua del concreto no deberá exceder de 54 L por 100 Kg de cemento en la mezcla.

El fraguado inicial determinado según el Ensayo ASTM C 403, deberá ocurrir entre 5,5 horas  $\pm$  1 hora después de haberse añadido el agua y el cemento a los agregados. Las cantidades de acelerantes o retardantes deberán ajustarse para compensar las variaciones de la temperatura y condiciones del trabajo, en caso de usarse. La aplicación de los aditivos en relación con el método y tiempo de añadirlos y mezclarlos deberá estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y con estas especificaciones.

### **2.8.5. Actividades preliminares a la elaboración del concreto**

La fuente y calidad de los materiales para concreto y las proporciones en que se mezclarán para el trabajo deberán presentarse al Interventor para su revisión, antes de iniciar cualquier obra de concreto. Se deberán presentar informes certificados de un laboratorio independiente sobre los materiales y el diseño de la mezcla. La revisión de estos informes, será solamente la base para una aceptación general y el CONTRATISTA deberá continuar cumpliendo con las especificaciones del contrato.

Los informes de los ensayos sobre agregados deben incluir los siguientes datos:

#### **Agregados finos**

1. Fuente y descripción de la misma.
2. Gradación y dureza.
3. Sustancias extrañas.
4. Resultado de todos los ensayos que se requieran para verificar el cumplimiento con la Norma ASTM C 33 ICONTEC 174.

#### **Agregados Gruesos**

1. Fuente y descripción de la misma.
2. Gradación y pérdida por abrasión.
3. Sustancias extrañas.
4. Resultados de las pruebas con sulfato de sodio o sulfato de magnesio.
5. Resultados de todos los ensayos que se requieran para verificar el cumplimiento de la Norma ASTM 33 (ICONTEC 174).

### **2.8.6. Resistencia del Concreto**

La resistencia mínima inicial del concreto estructural a la compresión, determinada según la Norma ICONTEC 673 (C 39 ASTM), deberá ser de 16.5 MPa a los 7 días, cuando se ha especificado 21 MPa a los 28 días, aproximadamente. Para otras resistencias exigidas por los diseños estructurales y ordenadas por la Interventoría, se establecerá la relación adecuada, mediante ensayos.

La resistencia del concreto a los 28 días se juzgará satisfactoria si los promedios de grupos consecutivos de tres (3) ensayos de cilindros resultan superiores a la resistencia especificada  $f'_c$ , y si ningún ensayo individual resulta más de 3.5 MPa por debajo del  $F'_c$  especificado. La aceptación del concreto en cuanto a resistencia se hará de acuerdo con la Norma ICONTEC 693 y la NSR-10. En el caso de que la resistencia de los cilindros testigo no alcance la resistencia, se deberá realizar un comité técnico para establecer las acciones a tomar con las estructuras afectadas.

**Tabla 2-5.** Resistencia a la compresión esperada del concreto

DESCRIPCIÓN	Resistencia mínima a la compresión a los 28 días		
	MPa	Kg/cm <sup>2</sup>	PSI
Clase I	28	280	4000
Clase II	21	210	3000
Clase III	17.5	175	2500
Clase IV	-	30	427

### 2.8.7. Equipo para mezcla de concreto

El equipo para la ejecución de las obras de concreto comprende: mezcladora, balanzas para el pesaje de los agregados, dispositivos y vehículos para el transporte y colocación de agregados y la mezcla, vibradores y otros elementos. Todos los equipos deberán estar en perfectas condiciones de servicio. Cualquier elemento que funcione deficientemente, en perjuicio de la uniformidad y la calidad de la obra, deberá ser reparado o reemplazado.

Para la construcción de estructuras que requieran vaciado continuo, el CONTRATISTA deberá proveer la capacidad adicional de personal, reserva de mezcladoras, vibradores y otros elementos a fin de garantizar la continuidad de la operación. El concreto se preparará en una planta o mezcladora mecánica de tamaño adecuado a las necesidades, que garantice pasta homogénea, uniforme y descarga sin segregación de los elementos originales.

La mezcladora tendrá recipiente para el agua de mezcla, debidamente calibrado y en buen estado de funcionamiento, cuyo error de medidas no exceda del 1%. Una vez que los materiales hayan sido medidos y vaciados en la mezcladora, ésta operará durante un tiempo mínimo según su tamaño así:

**Tabla 2-6.** Tiempos de mezcla para concreto

Mezcladora	Tiempo de mezcla
1.50 m <sup>3</sup> (o menos)	1 1/2 minutos
2.20 m <sup>3</sup>	2 minutos
3.00 m <sup>3</sup>	2 1/2 minutos
4.00 m <sup>3</sup>	2 3/4 minutos

El tiempo máximo permitido para cada tamaño de mezcladora será de tres (3) veces el anterior. El aparato para medir el tiempo de mezcla será automático y hará parte integrante de la máquina. El concreto se mezclará en las cantidades requeridas para uso inmediato. No se utilizará ninguna mezcla que haya empezado a fraguar o haya sido preparada con más de cuarenta y cinco (45) minutos de anterioridad. La Interventoría ordenará, en tales casos, que la mezcla sea desechada.

Después que todos los materiales estén en el tambor, la carga se deberá mezclar durante un período no menor de 1 1/2 minutos a fin de asegurar una pasta uniforme y homogénea. Antes de colocar los materiales dentro del tambor de la mezcladora, para la carga siguiente, todo el contenido de la mezcla anterior deberá haberse vaciado. En caso de emergencia, como una falla de la mezcladora, se deberá mezclar con la unidad de suplencia, o manualmente si la Interventoría lo autoriza, suficiente concreto para completar el trabajo que se está ejecutando hasta obtener una junta de construcción. En caso de tener que recurrir al mezclado de emergencia a mano, éste deberá hacerse sobre una plataforma de madera o material impermeable, de tamaño adecuado, y sostenida firmemente a nivel. No se permitirá la adición de agua al concreto una vez haya salido de la mezcladora.

### 2.8.8. Consistencia

En general la consistencia de las mezclas de concreto deberá ser adecuada para las condiciones en que se van a colocar, de tal manera que:

- El mortero se adhiera al agregado grueso.
- El concreto no sea tan fluido como para segregarse al transportarlo al sitio de vaciado.
- Al sacarlo de la mezcladora, al mortero no se le vea agua libre.

- d) Al vaciarlo, el concreto deberá asentarse en su lugar; deberá deslizarse y no fluir cuando se le lleve a su lugar por medio de canaletas que formen ángulo de 30 grados con la horizontal.
- e) La capa superior del concreto ya fraguado deberá tener una película de cemento en la superficie, pero estar exenta de lechada.
- f) El resultado de la prueba de asentamiento deberá ser uniforme.

### 2.8.9. Transporte

El hormigón deberá transportarse de la mezcladora al sitio de destino tan pronto como sea posible y por métodos que eviten segregación de los materiales y pérdida de los ingredientes, o pérdidas en el slump de más de una pulgada. Todo hormigón que por permanecer tiempo largo en el equipo de transporte requiera agua adicional para permitir buena colocación será rechazado. El plazo máximo entre la introducción del agua a la mezcla y la colocación del hormigón en su posición final no excederá de treinta (30) minutos. El CONTRATISTA deberá someter a la aprobación del interventor el planeamiento y características de los equipos y elementos para el transporte de hormigón.

Tanto los vehículos para el transporte del hormigón premezclado como el método de manejo deberán cumplir todos los requisitos de la norma ASTM C-94. La utilización de equipo de transporte no provisto de elementos para mezclar el hormigón, solo se permitirá cuando así lo autorice por escrito el interventoría cumpla los requisitos establecidos en las mencionadas especificaciones. La Interventoría ejercerá una estricta vigilancia sobre la calidad del hormigón suministrado a la obra y suspenderá su uso si comprueba que no cumple con las especificaciones o en caso de suministro irregular.

### 2.8.10. Concreto premezclado

Se permitirá el uso de concreto premezclado a condición que el Interventor tenga autorización para inspeccionar la planta del fabricante, comprobar la calidad de materiales, dosificación, mezclado, sistemas y equipo de control, producción y transporte, etc., y de hacer por cuenta del CONTRATISTA todos los ensayos de laboratorio que estime convenientes.

La planta productora debe ser una empresa seria, responsable y digna de confianza, con instalaciones y equipos suficientes y adecuados para cumplir las Normas ASTM C 94 y las contenidas en estas especificaciones. El concreto premezclado se vaciará en las formaleas dentro de una (1) hora como máximo después de la primera adición de agua a la mezcla en la planta. Si esta condición no se puede garantizar a causa de los problemas del tránsito, no se autorizará el uso de concreto premezclado.

La Interventoría ejercerá una estricta vigilancia sobre la calidad del concreto premezclado que se entregue en la Obra, y suspenderá su uso cuando compruebe que no cumple las especificaciones o cuando el suministro no sea regular, a su juicio.

### 2.8.11. Vaciado

El CONTRATISTA debe avisar por escrito al Interventor con 24 horas de anticipación, sobre el sitio y la hora en que se propone vaciar el concreto. La Interventoría dará las autorizaciones por escrito para el vaciado, en formatos que establecerá. Antes de autorizar el vaciado de concreto para cualquier estructura, la Interventoría deberá haber impartido su aprobación específica a la mezcla, las formaleas, el acero de refuerzo, dimensiones, niveles, localización, tuberías o elementos que deben quedar empotrados, etc.

El CONTRATISTA presentará un programa de vaciado que indique la planta o la mezcladora, forma de transporte del concreto hasta las formaleas, secuencia de llenado, tipo y número de vibradores disponibles, ubicación de las juntas de construcción y método para tratarlas, juntas de expansión, etc. Al aprobarse este programa no se exime al CONTRATISTA de la responsabilidad contraída.

La consistencia de la mezcla se juzgará en la Obra por el ensayo de asentamiento ("Slump") según la Norma ASTM C 143 (ICONTEC 396) que se hará a menudo por inspectores de la Interventoría. El asentamiento máximo permisible será fijado para cada caso particular, pero en general será como sigue:

Secciones masivas como solados, muros, zapatas, etc.: 4 cm  $\pm$  1 cm.

Pilotes, canales, losas gruesas: 5 cm  $\pm$  1 cm.

Losas medianas, vigas grandes, muros de 30 cm. o más de espesor: 6 cm  $\pm$  1 cm.

Columnas, vigas ligeras, losas delgadas, muros menores de 30cm.: 7,6 cm  $\pm$  1 cm.

Secciones delgadas con armadura densa: 9 cm  $\pm$  1 cm.

### 2.8.12. Colocación

Los límites de cada vaciado de concreto deberán ser establecidos por el CONTRATISTA y aprobados por el Interventor. Dentro de dichos límites, el concreto debe ser colocado en una operación continua. Antes del vaciado del concreto, las formaletas, el refuerzo, los sellos, las tuberías, los pernos de anclaje, compuertas, pasamuros y demás elementos deberán estar asegurados firmemente en su posición correcta. Se deberá retirar todos los desperdicios, agua y salpicaduras de mezcla del sitio donde se colocará el concreto, y todo el trabajo deberá ser aceptado por el Interventor antes que comience el vaciado.

El concreto se transportará desde la mezcladora hasta el sitio de colocación lo más rápido posible, por medios que impidan la segregación de la mezcla o pérdida de sus ingredientes. Siempre que sea posible se vaciará en su lugar definitivo de una vez. Se recomienda, especialmente, colocar el concreto mediante bombeo por tuberías.

Se hará el vaciado con esmero, cuidando que no se desplacen o deformen el refuerzo o los sellos de las juntas, y que la mezcla penetre bien las esquinas y entre las varillas. No se permitirán caídas verticales del concreto a más de 1.20 metros para evitar su segregación. Para alturas mayores se usarán conductos cerrados y articulados ("Trompas de Elefante"), bombeo de la mezcla por tuberías, u otros medios aprobados por la Interventoría.

Canaletas inclinadas se pueden usar con pendiente no menor de 1 vertical por 3 horizontal, pero no mayor de 1 por 2, siempre que se controle la segregación usando poca agua. Se pueden utilizar baldes de abertura central en el fondo, del tipo que permite regular la abertura para depositar concreto, en formaletas para estructuras de amplias dimensiones. Se localizará el balde directamente sobre el punto señalado por el capataz y luego se bajará a una altura que permita la libre descarga total del balde.

No se permitirá vaciar el balde mientras esté en movimiento, muy alto, o en posición tal que resulte en la separación de los ingredientes o alteración de la mezcla vaciada antes. El vaciado por medio de carretillas, carritos, canaletas cortas o palas dentro de formaletas estrechas, se hará conforme a los requisitos mencionados anteriormente para caída libre o profundidad máxima del vaciado, a fin de evitar la segregación. Se prohíbe arrastrar el concreto a su posición final con rastrillo, azadón u otro implemento similar.

En ningún caso podrá el CONTRATISTA hacer vaciados, sea cual fuere la estructura, sin estar presente el Interventor o sus representantes. Cada sector de la estructura, entre juntas de construcción o de expansión, se deberá vaciar en forma continua para que resulte monolítico, en capas horizontales de 20 a 30 cm de espesor (a juicio del Interventor), sin dar tiempo a que en ninguna parte el concreto inicie su fraguado antes de que la capa siguiente haya sido colocada.

Las bóvedas o placas de concreto reforzado se vaciarán en una sola capa. No se permitirá vaciar mezcla con más de cuarenta y cinco (45) minutos de contener agua, o treinta (30) minutos cuando la temperatura ambiental sea superior a 30 grados centígrados a la sombra. Toda mezcla que se entregue demasiado húmeda, o demasiado seca, imperfectamente mezclada o contaminada en alguna forma, será rechazada por la Interventoría y no se podrá usar. Estos costos se asumirán por el CONTRATISTA.



Todo concreto se vaciará sobre superficies limpias y húmedas, pero libres de aguas empozadas. Tan pronto como el concreto esté colocado en las formaletas se compactará usando vibradores eléctricos o de gasolina aprobados por la Interventoría, con aplicación directa a la mezcla o a las formaletas. Además se usarán varillas para compactar en las esquinas o en sitios inaccesibles al vibrador.

El uso de vibradores será obligatorio en todos los casos y el CONTRATISTA mantendrá suficientes unidades en reserva con motor de gasolina para seguridad del vaciado. El vibrador de inmersión se usará verticalmente a intervalos de 30 a 50 cm según la masa de la mezcla, con períodos de vibraciones de 5 a 15 segundos de acuerdo con la densidad. Se tendrá cuidado especialmente en lograr una masa compacta, pero sin provocar salida de agua y agregado fino a la superficie.

El vibrador penetrará unos pocos centímetros en la capa anterior, aún blanda, para lograr monolitismo de la estructura. Debe cuidarse especialmente que los vibradores no desplacen o suelten las cintas sellantes de las juntas. El CONTRATISTA pondrá al frente de cada cuadrilla de obreros un capataz o maestro de obra bien experimentado en trabajos de concreto. Ningún Hormiguero podrá resanarse sin la inspección y aprobación de la Interventoría, quien podrá si es del caso, ordenar la demolición y reconstrucción a cargo de CONTRATISTA, de las partes afectadas.

### **2.8.13. Curado del concreto**

Todas las superficies de concreto expuestas a la atmósfera después de vaciada la estructura, serán curadas manteniendo la humedad necesaria por inundación permanente, telas de polietileno, o revestimiento con productos comerciales efectivos aplicados con equipos adecuados, según el caso y previa aprobación de la Interventoría. El CONTRATISTA podrá hacer el curado por medio de compuestos sellantes. El compuesto deberá conformarse con las especificaciones C-309 tipo 2 de la A.S.T.M. y deberá formar una membrana que retenga el agua del concreto. El compuesto sellante se aplicará con pistola o brocha cuando así lo autorice el interventor y de acuerdo con las instrucciones del fabricante, inmediatamente después de retirar las formaletas y de humedecer la superficie del concreto hasta que no absorba más agua.

Se cubrirá con agua procurando que el riego sea continuo y parejo en toda la superficie para evitar los agrietamientos. El curado se hará cubriendo totalmente la superficie con membranas protectoras o manteniéndolas mojadas por un sistema de tuberías perforadas, de regadores mecánicos y otros métodos aprobados, que mantengan las superficies de concreto completamente húmedas, entendiéndose que no se permitirá el humedecimiento periódico de las mismas, sino que este debe ser continuo. El agua que se utilice para el curado debe ser limpia y en general debe llenar los mismos requisitos del agua de mezcla. Todo el equipo que se requiera para el adecuado curado del concreto debe tenerse listo antes de iniciar la colocación del mismo.

El curado de las placas de fondo y el cimientado de los tanques se hará manteniéndolos inundados por lo menos por tres (3) semanas, o hasta que la cubierta sea terminada. No se permitirán aditivos para curado que deban añadirse a la mezcla. Las formaletas de madera dejadas en su sitio no garantizan la humedad requerida, y por lo tanto no se pueden aceptar como método de curado. En este caso, de todas maneras es necesario humedecer continuamente.

El curado deberá iniciarse apenas el concreto esté endurecido, entre 12 y 24 horas después de vaciado, y continuar sin interrupción por lo menos durante 2 semanas, y ocasionalmente hasta 3 o 4 semanas según disponga la Interventoría., el CONTRATISTA deberá tener en cuenta que los tiempos de curado no podrán ser inferiores a los determinados por el interventor y solo podrá desencofrar la estructura en proceso de curado (fragüe) previa aprobación del Interventor.

### **2.8.14. Acabado del Concreto**

Todas las superficies que queden visibles, y contra las cuales no se haya instalado formaleta, como lopes de muros, solados, placas, etc., deberán ser alisadas con una llana de madera hasta obtener el pulimento deseable.



A las superficies interiores y exteriores de tanques, muros, cámaras, columnas, etc., las cuales queden como concreto a la vista, se les dará el siguiente tratamiento:

Después de remover las aristas y proyecciones, se regarán las paredes con agua y se pulirán con piedra carborundum, para posteriormente añadir suficiente mortero para llenar los vacíos superficiales. A continuación, pero antes que seque, se cepillará suavemente la superficie para remover cualquier exceso de mortero y para que el concreto terminado ofrezca una textura uniforme. Inmediatamente antes de la aceptación final del trabajo, las superficies que requieran una terminación final serán otra vez suavemente pulidas con piedra carborundum y cepilladas como se especificó arriba, sin adicionar mortero. Se mantendrán las superficies mojadas regándolas frecuentemente durante el proceso. Se continuará el pulimento hasta que las superficies expuestas presenten una apariencia lisa, uniforme y atractiva. Se utilizarán para este trabajo únicamente obreros de experiencia.

Donde no se tenga concreto a la vista se deberán obtener superficies de concreto libres de marcas indeseables de formaletas, huecos, hormigueros u otras imperfecciones, y deberán presentar textura y color uniformes. Si al retirar las formaletas se encuentra que la estructura no ha quedado con las dimensiones, niveles o alineamientos indicados en los planos, o que presenta superficies defectuosas cuya reparación sea muy difícil la Interventoría puede considerar que no se ajusta a las Especificaciones y ordenar su demolición. El CONTRATISTA demolerá dicha estructura y la construirá de nuevo a sus expensas y cumpliendo esta vez con las especificaciones de la obra.

Los defectos que demanden reemplazo total o reparación autorizada por la Interventoría comprenden: porosidades excesivas (hormigueros), marcas, daños causados por retiro de las formaletas, proyecciones de mezcla en la unión de tablonos mal empataados, deformaciones y curvaturas por movimiento o debilidad de las formaletas, recubrimientos inadecuados del refuerzo, rugosidad inaceptable de la superficie, desplomes, dimensiones erradas, y otros.

Solamente la Interventoría, a su propio juicio, podrá decidir en cada caso particular, si la estructura debe ser demolida por su mala construcción o se puede reparar con morteros epóxicos o cualquier otro método aceptable. El acabado de la superficie justifica precios unitarios diferentes para concreto ordinario y concreto a la vista, pero los costos se consideran, en todos los casos, incluidos en los precios unitarios del concreto, por tanto el CONTRATISTA debe considerar que todos los concretos pueden ser exigidos a la vista.

### 2.8.15. Ensayos para concreto

Se harán pruebas de asentamiento ("Slump") en forma rutinaria antes de autorizar los vaciados, para lo cual el CONTRATISTA proveerá los elementos necesarios (ASTM C 143) ICONTEC 396. De cada fundición principal, y cada vez que la Interventoría lo estime necesario, se tomarán muestras de concreto para pruebas de resistencia, en una cantidad no inferior a tres por cada fundición de hasta 10 metros cúbicos, instalados en columnas, muros, cimentación, placa de fondo, y en cualquier elemento estructural diferente a los anteriores. Cada muestra estará compuesta por lo menos por nueve cilindros para ensayar tres (3) a los siete (7) días, tres (3) a los veintiocho (28) días, y dejar tres (3) cilindros testigos para cualquier eventualidad.

**Tabla 2-7. Muestreos y ensayos para concreto**

Elemento	Rango	No. Muestras	No de probetas
CONCRETO ESTRUCTURAL	$0 < m^3 < 10$	3	9
	$10 < m^3 < 20$	6	18
	$20 < m^3 < 30$	9	27
	$30 < m^3 < 40$	12	36
	$40 < m^3 < 50$	15	45
	$50 < m^3 < 60$	18	54

Estos cilindros se tomarán de acuerdo con la Norma ASTM C 31 (ICONTEC 550), y las pruebas de resistencia a la compresión se harán según Norma ASTM C 39. (ICONTEC 673). En las primeras etapas de la construcción se tomarán cilindros para ensayar a los tres (3) días, con el objeto de hacer correcciones al diseño de mezclas si es necesario. Cada vez que la Interventoría lo decida se tomarán también cilindros para ensayar a los 45 días.

802

La evaluación de los resultados será hecha por la Interventoría de acuerdo con los métodos estadísticos aceptados (ACI 318.89) y servirá para calificar, aceptar o rechazar las estructuras. El CONTRATISTA proveerá suficiente número de cilindros en los frentes de trabajo. La aprobación o rechazo del concreto se hará de acuerdo con la norma NSR-10. De cada 20 toneladas de agregados finos y de cada 40 toneladas de agregados gruesos se tomarán muestras y se ensayarán de acuerdo con las Normas ASTM D75 y C-136 (ICONTEC 129 y 77).

Los pasamuros, accesorios, marcos o piezas adicionales, deberán anclarse firmemente en los sitios indicados en los planos. Antes de iniciar la colocación del concreto, habrá que limpiar la superficie de dichos elementos para retirar el óxido, pintura, escamas y cualquier otra materia que impida la buena adherencia entre el metal y el concreto. Todas las tuberías, anclajes, pernos, piezas fundidas, escaleras, etc., que hayan de empotrarse en el concreto se fijarán en los sitios indicados en los planos de manera tal que no se desplacen durante el vaciado. Se cuidará que ni el concreto ni la lechada de cemento penetren en los espacios que deben quedar vacíos, y si esto sucediera se removerán antes que fragüen.

Se deberá tener especial cuidado con la precisión de los accesorios que servirán de base para el ensamble de elementos posteriores, tales como bridas, pernos de anclaje, guías, etc. En caso de error en la posición de algún elemento esto será responsabilidad del constructor y por su cuenta todas las reparaciones necesarias.

Cuando la Interventoría lo solicite o apruebe, el CONTRATISTA podrá dejar huecos al vaciar el concreto para instalar posteriormente tubos, piezas o accesorios en vaciados parciales de segunda etapa que deberán ser controlados muy cuidadosamente. Se instalará refuerzo adicional alrededor de todas las aberturas en muros y losas según indique los planos o lo ordene la Interventoría.

El CONTRATISTA tiene la obligación de vaciar y curar concretos de segunda etapa en los sitios de elementos incrustados a los mismos precios del concreto estructural correspondiente. Si la Interventoría ordena usar un aditivo expansor en tales concretos, se le pagará al CONTRATISTA por separado, salvo si estos concretos de segunda etapa fueran resultado de una decisión de conveniencia solo para el constructor, caso en el cual no se reconocerá ningún pago adicional. Los detalles de instalación de compuertas, equipos, soportes, Marcos, perfiles estructurales, etc., serán suministrados oportunamente al CONTRATISTA por el Interventor o por el fabricante respectivo.

#### **2.8.16. Pruebas hidráulicas**

Los ensayos se realizarán antes de rellenar, salvo en los casos en que la Interventoría apruebe lo contrario. No se realizarán ensayos antes de cumplirse 14 días desde la terminación total de las paredes de estructura y sus respectivos sistemas de techos. El ensayo consistirá en llenar la estructura con agua hasta la máxima superficie de agua con que deba operarse. El régimen de llenado no superará los 60 cm. de profundidad por día. Deberá repararse toda pérdida visible.

Después de llenarse la estructura, se realizará un ensayo para comprobar la existencia de pérdidas de agua, de la siguiente manera: se efectuará una medición inicial del nivel del agua. Se tomará una segunda medición a los siete días de la medición inicial. Se considerará que la estructura aprueba el ensayo si la pérdida de agua durante dicho plazo de 7 días, computada a partir de ambas mediciones de nivel, no supera el 0,2 % del volumen total de agua que contiene la estructura después de tomar en cuenta la pérdida por evaporación.

En el caso de que mediciones intermedias o pérdidas observadas indiquen que se superarán las pérdidas permisibles, podrá darse por terminado el ensayo antes de finalizar el plazo de 7 días, tomándose medidas adecuadas para subsanar el problema antes de comenzar un nuevo período de 7 días.

Si la estructura no aprobara el ensayo, se repetirá el mismo hasta un máximo de 3 períodos de ensayos de 7 días cada uno. Si después de 28 días la estructura aún no aprueba el ensayo de pérdidas, el CONTRATISTA deberá vaciar la estructura en la forma que apruebe la Interventoría, y revisará el interior para verificar la existencia de fisuras u otra situación que pueda causar la pérdida.



Todas las fisuras se calarán en "V" y se sellarán con sellador de poliuretano. Se reparará toda pérdida que se compruebe. Después de dichas operaciones, el CONTRATISTA ensayará nuevamente la estructura hidráulica. No se recibirá la estructura como terminada hasta tanto se apruebe el ensayo de pérdidas de agua y queden reparadas todas las pérdidas visibles.

### **2.8.17. Usos del concreto**

Las siguientes obras en concreto se rigen por las especificaciones dadas anteriormente para la Elaboración de Concreto y el acero de refuerzo para las estructuras que lo requieran. El concreto a usar en general será de 24.5 MPa o el indicado en los planos hidráulicos y estructurales. Las indicaciones para doblado y colocación del acero de refuerzo, así como la resistencia serán los indicados en los planos estructurales.

#### **2.8.17.1. Solado para limpieza**

Es un concreto con bajo contenido de cemento, mezclado en las proporciones 1:3:5 14 MPa (2000 PSI), que se coloca con el fin de emparejar y mantener limpias las superficies sobre las cuales se van a cimentar las estructuras principales de tratamiento. El solado de concreto pobre reposará sobre un piso sólido y en lo posible no alterado. La extensión y los espesores de los solados de concreto pobre serán los indicados en los planos o los autorizados por el Interventor.

#### **2.8.17.2. Morteros**

El mortero consiste en una mezcla de cemento Portland, agregado fino y agua, para obtener una pasta que se puede moldear y aplicar en las superficies que se requieran como material de pega, acabados o para reparaciones superficiales de tubería o estructuras de concreto.

Se deberá utilizar agregado fino que cumpla con las normas ICONTEC 127-174 para concreto y que además su granulometría sea apta para el trabajo a ejecutar. El mortero se aplicará en los sitios y dosificaciones indicados en los planos o que ordene el Interventor; en general se utilizará mortero 1:3 al volumen. Para su colocación a no ser que se ordene lo contrario se humedecerá la superficie hasta lograr la saturación de la misma. Todos los ensayos indicados y/o los que ordene el Interventor correrán por cuenta del CONTRATISTA.

#### **2.8.17.3. Andenes**

Los andenes se construirán en los sitios y con las dimensiones indicadas en los planos de detalle, rodeando las estructuras principales de tratamiento de la PTAR. Se usará como base un alistado en recebo de primera calidad, el cual se compactará con humedad óptima en una capa aproximada de 10 cm. El andén será de concreto mínimo de 21 MPa y su espesor será de 10 cm.

Los andenes construidos de acuerdo con esta especificación deben tener juntas de dilatación mínimo cada 2.0 m y su acabado superficial debe ser agradable a la vista pero en ningún caso puede ser liso. La pendiente está comprendida entre el 1% y 2% salvo indicación contraria en los planos. La superficie terminada del andén debe estar libre de ondulaciones, al probarla con una regla de 3 m de longitud colocada paralelamente al eje del andén, no se aceptarán depresiones mayores a 5 mm.

#### **2.8.17.4. Loza de Fondo**

La presente especificación técnica se refiere a la construcción de la losa de fondo en concreto de resistencia de 28 MPa, la cual en general se rige por las especificaciones técnicas referentes a concreto y aceros, y que se encuentra en el fondo de todas las estructuras principales de tratamiento de la PTAR.

804

#### **2.8.17.5. Muros en concreto**

La presente especificación técnica se refiere a la construcción de todos los muros en concreto reforzado de las diferentes estructuras del proyecto. El concreto a usar en general será de 28 MPa o el indicado en los planos estructurales. Para la elaboración y colocación del concreto así como de la acero de refuerzo, se deben seguir las especificaciones técnicas referentes a estos.

#### **2.8.17.6. Loza de entepiso**

La presente especificación técnica se refiere a la construcción de la losa de entepiso, de cubierta o superior (en tanques) concreto reforzado aligeradas o no, de las diferentes estructuras del proyecto, sobre todo en los Reactores UASB. El concreto a usar en general será de 28 MPa o el indicado en los planos estructurales. Las indicaciones para doblado y colocación del acero de refuerzo, así como la resistencia serán los indicados en los planos estructurales.

#### **2.8.17.7. Columnas de amarre**

La presente especificación técnica se refiere a la construcción de columnetas de amarre para muros. Para la construcción de estas columnetas se usará concreto de 21 MPa y acero de refuerzo de 420Mpa o el especificado en planos. El acero longitudinal deberá ser como mínimo cuatro (4) barras # tres (3), o tres (3) barras # cuatro (4); el refuerzo transversal consistirá en estribos cerrados mínimo de barra # dos (2), espaciados a 0.2m. Los seis estribos cercanos a los extremos de cada columneta se deben colocar cada 0.1m.

Una vez se haya dispuesto el refuerzo vertical y horizontal de la columna se deben colocar los testeros laterales que conforman las formaletas de las columnas, permitiendo que el concreto fundido haga contacto con la superficie terminal del muro confinado, la cual deberá estar libre de rebabas y de materiales que restrinjan la adherencia entre el concreto y la mampostería, el acero vertical de la columna debe sobresalir de la superficie de enrase lo suficiente para realizar los empalmes por traslapeo con la columna superior si la hubiere; el remate del refuerzo vertical debe anclarse, llevándolo hasta la parte superior de la viga de confinamiento con gancho de 90°. La parte superior del gancho debe quedar a una distancia no mayor de .05m de la cara superior de la viga o cinta de remate.

Estas columnetas se deben colocar en los extremos de los muros estructurales, en las intersecciones con otros muros estructurales y en lugares intermedios a una distancia no mayor de 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia entre elementos horizontales de confinamiento, ó 4 m. Estas columnas deberán tener una sección transversal no menor de 200 cm<sup>2</sup> con espesor igual al del muro que está confinando.

#### **2.8.17.8. Vigas de cimentación**

Se refiere a la construcción de las vigas de cimentación en concreto reforzado, de acuerdo a los detalles consignados en los planos. El concreto deberá tener como mínimo, una resistencia a la compresión de 21 MPa a los 28 días. No incluye el acero de refuerzo.

#### **2.8.17.9. Cuneta en concreto**

Se construirá una cuneta en los sitios y con las dimensiones indicadas en los planos de detalle. Se usará como base un alistado en recebo de primera calidad, el cual se compactará con humedad óptima en una capa aproximada de 10 cm. La canaletta será de concreto de 21 MPa.

#### **2.8.17.10. Alfajias**

Se refiere a la construcción de las losetas de concreto en la base externa de las ventanas del laboratorio y oficina principal, de acuerdo a los detalles consignados en los planos. El concreto deberá tener como mínimo, una resistencia a la compresión de 21 MPa a los 28 días. La superficie final será en granito pulido y deberá ser muy bien terminada de manera que sea perfectamente lisa. No incluye el acero de refuerzo.