



**ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A.
E.S.P.**

PLIEGO DE CONDICIONES

INVITACIÓN PÚBLICA No. Amb – 046 - 09

**ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL,
CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE
EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA
PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA
PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I)
PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE
BUCARAMANGA**

**APÉNDICE TÉCNICO B
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MÍNIMAS
CRITERIOS Y PARÁMETROS MÍNIMOS DE DISEÑO
PARA OTRAS ALTERNATIVAS DE TIPO DE PRESA**

Bucaramanga, Enero de 2010

SE INCLUYEN LAS MODIFICACIONES DE TODAS LAS ADENDAS

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

TABLA DE CONTENIDO

1	GENERALIDADES	7
1.1	ANTECEDENTES	7
1.2	DESCRIPCIÓN COMPONENTE I	9
1.3	LOCALIZACIÓN	10
1.4	INFORMACIÓN SOBRE FUENTES DE MATERIALES	10
2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MÍNIMAS COMPONENTE I	12
2.1	ALCANCE GENERAL	12
2.2	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO	12
2.2.1	RÍO TONA	12
2.2.2	PRESA	13
2.2.2.1	Localización	21
2.2.2.2	Infiltraciones	22
2.2.2.3	Altura de la presa	23
2.2.2.4	Ancho Mínimo de la Corona de la Presa	24
2.2.2.5	Factores de Seguridad	24
2.2.2.6	Galerías para Drenaje e Inyecciones	24
2.2.2.7	Instrumentación geotécnica de la presa y sus obras anexas	24
2.2.2.7.1	Introducción	24
2.2.2.7.2	Alcance de la Instrumentación	25
2.2.2.8	Nivel de cimentación de la Presa	29
2.2.3	SISTEMA DE DESVIACIÓN DEL RÍO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA	29
2.2.3.1	Propósito	29
2.2.3.2	Capacidad Hidráulica	30
2.2.3.3	Borde Libre de la Ataguía	30
2.2.3.4	Velocidad Máxima de Flujo	30
2.2.3.5	Sección Transversal	30
2.2.3.6	Alineamiento del Conducto de Desviación	30
2.2.3.7	Estructura de Entrada al Conducto	31
2.2.3.8	Estructura de Salida	31
2.2.3.9	Caudal Ecológico	31
2.2.3.10	Pre-ataguía	31
2.2.3.11	Ataguía	32
2.2.3.12	Contra-ataguía	32

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN
DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS,
ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL
PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

2.2.4	SISTEMA DE LA DESCARGA DE FONDO	32
2.2.4.1	Propósitos.....	32
2.2.4.2	Elementos Constitutivos.....	33
2.2.4.3	Capacidad Hidráulica	33
2.2.4.4	Velocidad máxima.....	34
2.2.4.5	Estructura de Entrada	34
2.2.4.6	Protección de Superficies en Contacto con el Flujo	34
2.2.4.7	Control del Flujo.....	35
2.2.4.8	Geometría y Dimensiones de la Sección del Túnel	35
2.2.4.9	Estabilidad del Túnel.....	35
2.2.4.10	Galería de Acceso	36
2.2.4.11	Estructura de Descarga	36
2.2.5	VERTEDERO DE EXCESOS	36
2.2.5.1	Propósito	37
2.2.5.2	Tipo de vertedero.....	37
2.2.5.3	Creciente de Diseño	37
2.2.5.4	Componentes	38
2.2.5.5	Canal de Aproximación.....	38
2.2.5.6	Geometría de la Estructura de Control.....	38
2.2.5.7	Tipo de Control	39
2.2.5.8	Sección del Canal	39
2.2.5.9	Protección Contra Cavitación.....	40
2.2.5.10	Estructura de Disipación de Energía.....	40
2.2.6	SISTEMA DE CAPTACIÓN	40
2.2.6.1	Propósito	41
2.2.6.2	Tipo de Bocatoma.....	41
2.2.6.3	Capacidad de Cada Toma	41
2.2.6.4	Estructura de Toma	41
2.2.6.5	Túnel de Captación.....	42
2.2.7	TUBERIA DE ADUCCIÓN	42
2.2.8	VÍAS DE ACCESO	42
2.2.9	LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y SUBESTACIÓN ELÉCTRICAS	42
2.2.10	INSTRUMENTACIÓN	42
2.2.11	EQUIPOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS	42
2.3	ETAPAS DEL PROYECTO Y CRONOGRAMA DE ENTREGAS (COMPONENTE I)	43
2.3.1	ETAPA DE PRE – CONSTRUCCIÓN	43
2.3.1.1	Informe Básico	43
2.3.1.2	Diseños detallados para construcción.....	44
2.3.1.2.1	Diseños de las obras de desviación del río.....	44
2.3.1.2.2	Las Obras de desviación del río.....	45
2.3.1.2.3	Vías de acceso y conexiones viales	45

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

2.3.1.2.4	Diseños de Hidrología y Geología.....	45
2.3.1.2.5	Diseños de la Presa y demás obras complementarias	45
2.3.1.3	Condiciones para la terminación de la Etapa de Pre-Construcción	46
2.3.1.3.1	Diseños detallados para construcción Fase 3.....	46
2.3.1.3.2	Disposición para Inicio de Obras.....	47
2.3.2	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN, LLENADO INICIAL Y PRUEBA.....	47
2.3.2.1	Sub-etapa 1	48
2.3.2.2	Sub-etapa 2	48
2.3.2.3	Sub-etapa 3	48
2.3.2.4	Sub-etapa 4	49
2.3.2.5	Llenado Inicial y obras de solución de problemas detectados	49
2.3.2.6	Prueba de la presa y Medición de Caudales de Infiltración	50
2.3.2.7	Condiciones para la terminación de la Etapa de Construcción	50
2.3.3	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DEL EMBALSE	50
2.3.3.1	Documentación y Planos	51
2.3.3.2	Pruebas	51
2.3.3.3	Capacitación al personal de amb	51
2.3.3.4	Condiciones para la terminación de la Etapa de Operación y Mantenimiento ..	52
2.4	NORMAS TÉCNICAS APLICABLES	43
2.4.1	DISEÑO DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	63
2.4.2	DISEÑO, FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE ADUCCIÓN.....	66
2.4.3	OTRAS NORMAS	67
2.4.4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DEL PROYECTO REGULACIÓN DEL RÍO TONA – EMBALSE DE BUCARAMANGA.....	68
3	ESTUDIOS DISEÑOS E INFORMES ENTREGABLES	70
3.1	ALCANCE MÍNIMO DE LOS DISEÑOS A NIVEL DE FASE 3 PARA EL COMPONENTE I.....	70
3.1.1	ESTUDIO DE INFORMACIÓN EXISTENTE.....	70
3.1.2	DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN DE ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS.....	71
3.1.2.1	Exploraciones del Subsuelo	71
3.1.2.2	Ensayos de Laboratorio Especiales	71
3.1.2.3	Mapeos Geológicos	71
3.1.2.4	Levantamientos Topográficos	72
3.1.2.5	Información Hidrológica y de Sedimentos	73
3.1.2.6	Ejecución de Modelos Hidráulicos	74
3.1.2.7	Elaboración del Estudio de Ingeniería de Riesgos	75
3.1.2.8	Elaboración de Diseños Definitivos de los Componentes del Proyecto	75
3.1.2.9	Elaboración de las Especificaciones Técnicas Finales para Construcción y Materiales de la Obra.....	75
3.1.2.10	Preparación de la Información de Referencia para Construcción de la Obra ...	76

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

3.1.2.11	Elaboración del Plan de Calidad del Proyecto	76
3.1.2.12	Elaboración de los Planos de Detalle para Construcción de la Obra	77
3.1.2.13	Preparación de los Informes y Planos de Obra Construida.....	77
3.1.2.14	Preparación de Manuales para Operación de la Obra y Manuales de Mantenimiento	77

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

A P É N D I C E T É C N I C O B

CRITERIOS Y PARÁMETROS MÍNIMOS DE DISEÑO PARA OTRAS ALTERNATIVAS DE TIPO DE PRESA

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

1 GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Bucaramanga, capital del Departamento de Santander, Colombia, está localizada sobre una meseta en el noreste del país, sobre la Cordillera Oriental a unos 1000 msnm. El Área Metropolitana de Bucaramanga incluye los Municipios cercanos de Girón, Floridablanca, y Piedecuesta que en conjunto cuentan en el año 2007 con una población urbana de 998.200 habitantes, estimada con base en los datos del censo 2005. El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga, presta servicios a los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón con una población conjunta cercana a los 900.000 habitantes.

La historia del acueducto de Bucaramanga se remonta al año de 1916 cuando se constituye formalmente la Compañía Anónima del Acueducto de Bucaramanga; posteriormente, en el año de 1975, el acueducto se convirtió en la Compañía del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga - CAMB, la cual funcionó hasta el año 2004, año éste en el cual la CAMB pasó a denominarse **amb**, con una misión, visión y objetivo social más amplio en la prestación de los diferentes Servicios Públicos Domiciliarios y actividades conexas.

El sistema actual del acueducto del Área Metropolitana de Bucaramanga, tiene una capacidad instalada de tratamiento de 4.10 m³/s, y toma las aguas del río Suratá (Abastece la planta de Bosconia), del río Tona (Abastece las plantas de la Flora y Morrorrico) y del río Frío (Abastece la planta de Floridablanca), con una capacidad de tratamiento de 2000, 1400 y 700 litros por segundo respectivamente. La primera fuente suministra el agua al sistema por medio de bombeo y las dos últimas fuentes corresponden a sistemas por gravedad.

La Empresa contrató en 1995 un estudio de pre-factibilidad para la ampliación del sistema de abastecimiento, que arrojó como recomendación el aprovechamiento de los ríos Umpalá, Manco, Oro y Hato, pertenecientes a la cuenca del río Magdalena y las quebradas Piedras Blancas, y Guayabales en el Altiplano de Berlín, pertenecientes a la cuenca del río Arauca. El aprovechamiento de estos ríos garantizaría el abastecimiento de agua potable hasta el año 2050.

Los estudios mencionados fueron complementados en el año 2004, con los Estudios de Hidrología, Geología y Geotecnia para la Factibilidad de Regulación del Río Tona en el Sector de Puente Tona, los cuales básicamente mostraron la conveniencia de la construcción de una presa y un embalse sobre el río Tona en cercanías a la confluencia con el río Suratá.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

Como complemento a los estudios de factibilidad mencionados, el **amb** contrató en el 2007, los Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga, los cuales determinaron el tipo de presa adecuado, la configuración general de las obras del aprovechamiento; la tubería de aducción de agua cruda; la planta potabilizadora y el sistema de conducción de agua tratada, con el fin de garantizar el abastecimiento de agua potable a la parte norte y occidental de la meseta de Bucaramanga y al Municipio de Girón, hasta el año 2032.

Como complemento a los Estudios y Diseños de Factibilidad mencionados, la firma Ponce de León y Asociados S.A. Ingenieros Consultores – PDLA, suscribió el Contrato No. 003 – 2007 el 11 de Enero de 2007, con el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. (AMB), cuyo objeto fue realizar los Estudios y Diseños Fase 2 para el Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga, como parte de la fase 2 y a nivel de Factibilidad Avanzada, se hicieron los diseños de las siguientes obras.

- COMPONENTE I

- Presa y Obras Anexas. Estas últimas incluyeron: Sistema de manejo del Río durante construcción de la presa, Sistema de Descarga de Fondo, Sistema de Captación, Sistema del Vertedero.
- Vía sustitutiva en la zona de la presa.
- Tubería de Aducción (Agua Cruda) entre el embalse y la nueva planta de tratamiento Los Angelinos.
- Conexión vial a la PTAP Los Angelinos

- COMPONENTE II

En esta componente se incluyeron las siguientes obras:

- Planta de Tratamiento de agua potable Los Angelinos
- Planta de Tratamiento de Lodos para tratar conjuntamente los lodos provenientes de las plantas Bosconia y Los Angelinos.
- Conducción de agua tratada desde La Planta Los Angelinos hasta el Tanque Girón Mayor.

Mediante el Contrato Adicional No. 01 de 2007 la AMB encargó a PDLA los estudios detallados de las obras del Componente II del proyecto, con el objeto de realizar los Estudios y Diseños Fase 3, diseños para construcción para la Planta de Tratamiento de Agua Potable y Conducción del Proyecto Embalse de Bucaramanga.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

La interventoría de ambos Contratos fue asignada por el **amb** a la firma “Estudios Técnicos S.A.” de la ciudad de Bogotá.

La presente invitación pública No. amb-046-09 tiene por objeto seleccionar **al Contratista** que ejecutara los Estudios y Diseños definitivos, a nivel de Fase 3, construirá y operará las obras durante un año, de las obras que conforman el Componente I del proyecto.

En el **CUARTO DE DATOS** del proyecto se encuentra a disposición de los proponentes la documentación elaborada como parte de los Estudios Y Diseños Fase 2 para la presa y sus obras anexas. Durante la Fase 2 de los Estudios el CONSULTOR recomendó una presa de enrocado y cara de concreto, y en consecuencia los planos de la presa y sus obras anexas corresponden a esta solución. Sin embargo los proponentes podrán ofertar otros tipos de presa siempre y cuando cumplan con los requisitos que se presentan más adelante en este Apéndice.

En EL CUARTO DE DATOS se incluyen siete (7) tipos de documentos a saber:

- Informes de Desarrollo de los Estudios y Diseños Fase 2: Son Cinco
- Memorandos técnicos Fase 2: son diez
- Informe Final Estudios y Diseños Fase 2
- Informe Final Estudios y Diseños Fase 3
- Informes Varios
- Actualización de Estudios Ambientales
- Informe Diseños Fase 3 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Los Angelinos y del Sistema de Tratamiento de Lodos de las plantas Los Angelinos y Bosconia.

La información anterior se encuentra en el cuarto de datos, por lo tanto el **amb** no asume ningún riesgo o responsabilidad y **El Contratista** no tendrá derecho a reclamo de ninguna naturaleza por las consecuencias de la interpretación y uso de dicha información.

1.2 DESCRIPCIÓN COMPONENTE I

El Componente I, incluye el cuerpo de la presa propiamente dicha y sus obras complementarias, tales como el sistema de desviación temporal del río durante la construcción de la presa; el sistema de la descarga de fondo; el sistema de la captación del aprovechamiento; el sistema del vertedero de excedencias (rebosadero); vías de

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

acceso, parte de las cuales sustituirán los tramos de la vía veredal existente que será inundada por el embalse; la conexión vial a la nueva Planta de Tratamiento Los Angelinos; la tubería de aducción con su correspondiente estructura de regulación y control de caudales en la llegada a la Planta los Angelinos; by-pass a la Planta de Tratamiento de Bosconia; instrumentación geotécnica de las obras; e instrumentación para el control y operación de los equipos de la presa y de la tubería de aducción, líneas de transmisión y subestación para suministro de energía requerida durante construcción y operación; y las obras para mitigación de impacto ambiental.

1.3 LOCALIZACIÓN

El sitio seleccionado para la presa, está localizado en el municipio de Bucaramanga en la vereda Retiro Grande, sobre la cuenca baja del río Tona, a unos 580 m aguas arriba de la confluencia del río Tona con el río Surata en el sitio conocido como Puente – Tona, sobre la carretera Bucaramanga – Matanza.

Mediante el emplazamiento de esta presa, cuya fundación se localiza aproximadamente en la cota 785 msnm, y con una altura de unos 103 m, se planea generar un embalse de unos 17,6 millones de m³ de capacidad, que permitirá almacenar los caudales excedentes de invierno del Río Tona para ser utilizados en épocas de estiaje.

Con el propósito de complementar las obras de este componente y para cumplir con los objetivos del Proyecto, se instalará a partir del nuevo embalse una tubería de Aducción de agua cruda de unos 4000 m de longitud y 1143 mm (45”) de diámetro equivalente, que alimentará con agua cruda la Planta de Tratamiento Los Angelinos para su respectiva potabilización. Adicionalmente esta tubería tendrá una entrega en ruta para la Planta de Bosconia (Existente), controlada mediante una estructura de regulación y control de caudal, diseñada esta última para entregar un caudal de 2 m³/s.

1.4 INFORMACIÓN SOBRE FUENTES DE MATERIALES

Las fuentes de materiales encontradas en los estudios y diseños de Fase 2 del Proyecto son las excavaciones para la obra, los depósitos aluviales existentes en la zona del embalse, así como la identificación de canteras.

Los agregados gruesos y arenas para los concretos se obtendrían principalmente de trituración del material procedente de las excavaciones en roca, requeridos para la obra, o del material disponible en la zona del proyecto o en sus alrededores convenientes.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

Sin embargo, **El Contratista** es completamente autónomo de decidir, de acuerdo con sus estudios y diseños definitivos de Fase 3, cual es la fuente óptima de materiales para el desarrollo del proyecto. Todos los derechos, permisos, y trámites ante las autoridades competentes, que sean necesarios para realizar la explotación de materiales en el área del proyecto, junto con los costos que esto acarree, corren por cuenta **de El Contratista**.

Así mismo, todos los costos que se ocasionen con motivo de la adquisición de dicho material y de los impuestos correspondientes, deberán ser asumidos por **El Contratista** como parte de su propuesta.

El Contratista realizará ensayos complementarios a los materiales a utilizar como agregados del concreto para obtener resultados del potencial de reacción alcalina, de resistencia, tamaño, granulometría, distribución, forma, peso, compactación etc. que permitan dar al **Contratista** las pautas necesarias para manejar los diseños de las diferentes zonas de relleno de la presa, los diseños de las mezclas de concreto para la presa y para los demás concretos a utilizar en las diferentes obras.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MÍNIMAS COMPONENTE I

2.1 ALCANCE GENERAL

El alcance general de los trabajos del Componente I motivo de la presente invitación, contempla los estudios y diseños, a Nivel de Fase 3 para construcción de la presa, los sistemas de desviación del río durante la construcción de la presa, de descarga de fondo, del vertedero de excesos, de captación y de la tubería de aducción desde el Embalse hasta la Planta de Tratamiento y demás obras complementarias, del presente Apéndice Técnico, incluidas la vía sustitutiva en la zona de la presa y la conexión vial a la Planta Los Angelinos; sistema eléctrico; la construcción de las citadas obras, el diseño, suministro y montaje de todos los equipos electromecánicos, sistemas de comunicaciones (voz y datos) necesarios para que las obras cumplan con sus objetivos, y de instrumentación necesaria para la supervisión y control del proyecto durante las etapas de construcción y operación; así como el mantenimiento y la operación temporal de las mismas durante un año. Igualmente se incluye el diseño y construcción del By-pass que conecta a la Planta de Tratamiento de Bosconia, conjuntamente con el suministro e instalación de las válvulas de regulación y control de caudal. También se incluye el diseño, construcción, suministro e instalación de los equipos electromecánicos y de instrumentación, operación y control de la estructura de regulación, y control de la tubería de aducción en la llegada a la planta Los Angelinos.

2.2 CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO

A continuación, se presentan los requisitos mínimos o máximos, según el caso, que deben cumplir las obras del Componente I del Proyecto de Regulación Embalse de Bucaramanga tanto en la etapa de Diseño Detallados de la Fase 3, como en las etapas de Construcción, llenado y prueba, y de Operación y Mantenimiento, los cuales deberán ser validados con base en los estudios y diseños que adelante **El Contratista**.

2.2.1 RÍO TONA

El Río Tona nace en el páramo de Berlín del Macizo de Santander, con elevación máxima de 3.850 msnm y con una cuenca aferente de 194 km² hasta su desembocadura en el río Suratá; las fuertes pendientes de la cuenca hacen que los cursos de las aguas corran por gargantas y tengan alto poder erosivo y de arrastre (Escorrentía del 49%), entre otras

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

razones porque algunas de las rocas y suelos que afloran son de origen ígneo metamórfico, bastante alterados.

La dirección general del curso del río Tona es Sur-Suroeste y sus principales afluentes son las quebradas Carrizal, Arnania, Golondrinas, El Roble, El Brasil, El Puerto, El Volante, Hoyos, Campo Hermoso y Ranas. Las principales fuentes de contaminación actuales son las aguas residuales del casco urbano de Tona.

La parte alta de la cuenca del río Tona conformado por las quebradas Carrizal, Arnania y Golondrinas, alimenta por gravedad las plantas de La Flora y Morrорrico, mediante un canal de 20 km de longitud, y 1,40 m³/s de capacidad máxima. El caudal promedio multianual del río Tona a nivel de dichas captaciones es de 1,78 m³/s. Por otra parte el caudal promedio del río Tona en el sitio del eje de la presa, Estación Puente Tona y después de descontar los caudales derivados para el acueducto, es de 1,15 m³/s. Información que deberá ser verificada y no compromete al **amb**.

2.2.2 PRESA

A partir de los estudios de la Fase 2, el **amb**, seleccionó un tipo de presa consistente en una presa de gravas y enrocado con cara de concreto, con la siguiente ficha técnica:

TABLA 2-1. PROYECTO DE REGULACION DEL RIO TONA – EMBALSE DE BUCARAMANGA. FICHA TÉCNICA INFORMACION GENERAL – DISEÑOS FASE 2

- Propósito del Proyecto	Regulación de caudales del Río Tona, para el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga. Caudal regulado: 1,1 m ³ /s.	
- Localización del Proyecto	Sobre el Río Tona, Departamento de Santander, a 12 Km al norte de la ciudad de Bucaramanga, Colombia.	
- Cuenca Hidrográfica y Embalse		
• Área cuenca aprovechada	194	Km ²
• Caudal medio a aprovechar en el sitio de presa	1,14	m ³ /s
• Área del espejo de agua al nivel: – máximo de operación	51,5	ha

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

normal	
– máximo de operación extraordinario	53,9 ha
• Longitud del Embalse	2,1 Km
• Volumen total del Embalse	17,6 M m ³
• Volumen Muerto	3,0 M m ³
• Volumen Útil	14,6 M m ³
- Climatología en la Zona del Embalse	
• Precipitación media multianual	1317 mm
• Mes más seco	Febrero
• Mes más lluvioso	Octubre
• Períodos de verano	Primer período: diciembre a marzo Segundo período: julio a agosto
• Períodos de invierno	Primer período: abril a junio Segundo período: septiembre a noviembre
• Temperatura media del aire	23 °C
• Humedad relativa del aire promedio	82,5 %
• Evaporación anual promedio	1288 mm
- Hidrología de las Crecientes	
Periodo de retorno: (años)	Caudal Pico (m³/s)
2	27
5	68
10	102
20	139
50	190

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

100	232
200	276
500	335
1000	381
5000	496
10000	545
CMP	1300
- Presa	
• Tipo	Enrocado con cara de concreto (CFRD).
• Cara de Concreto	
- Espesores de la cara de concreto	Entre 0,30 m y 0,60 m
- Área de la Cara de concreto	22.000 m ²
- Factor de forma del cañón	$A/H^2 = 22000 / 95,3^2 = 2,42$ (Cañón estrecho)
• Requisitos cara de concreto	a) Impermeabilidad alta b) Durabilidad alta c) Rigidez baja
• Juntas longitudinales de las losas de la cara de concreto	Cada 15 m
• Altura máxima en el eje de la presa (hasta la cresta)	103,00 m
• Altura máxima (hasta muro parapeto)	104,30 m
• Elevación del lecho del río en el eje de la presa (promedio)	785,00 msnm
• Elevación del nivel máximo normal de agua	885,80 msnm
• Elevación del nivel máximo	888,30 msnm

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

extraordinario de agua con la CMP	
• Elevación del nivel muerto	841,00 msnm
• Elevación del nivel de la cresta (muro parapeto 6 m)	889,30 msnm
• Cota Cresta relleno / Longitud / Ancho	888 msnm / 270 m / 10 m
• Taludes (aguas arriba / aguas abajo)	H 1,5 : V 1,0 / H 1,4 : V 1,0
• Ancho de la presa a nivel del Río	26 m
• Volumen de excavación	37.000 m ³
• Volumen rellenos de la presa	1'528.000 m ³
• Concretos	
-	
- Volumen cara de concreto	9800 m ³
- Volumen parapeto	2130 m ³
- Volumen losa perimetral	1750 m ³
- Volumen dental en fundación	500 m ³
- Desviación del Río durante la etapa de construcción	
• Caudal de Diseño	190 m ³ /s (50 años)
• Sistema	A través de un túnel y pre-ataguía, ataguía y contra-ataguía.
• Túnel de desviación	Localizado en la margen derecha del río.
- Tipo de sección	Herradura con patas rectas y solera plana.
- Longitud	500 m
- Pendiente Longitudinal	4,80 %
- Diámetro Útil	4,3 m
- Altura Útil	4,4 m

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

• Ataguía	
- Materiales	CCR, ó, relleno impermeable.
- Cota Cresta / Longitud / Ancho en la corona	815 msnm / 120 m / 3 m
- Altura	21 m
- Volumen	19000 m ³
• Contra – Ataguía	
- Materiales	Relleno impermeable.
- Cota Cresta / Longitud / Ancho de la corona	780 msnm / 7 m / 3 m
- Altura	6 m
- Volumen	300 m ³
- Vertedero	
• Capacidad (creciente máxima probable CMP)	1300 m ³ /s
• Tipo	Túnel, con estructura de control con perfil Tipo Creager, provisto de tres compuertas radiales de regulación. Las dimensiones de cada compuerta son: Ancho 4,5 m / Alto 10,20 m
• Longitud útil de la cresta vertedora	13,50 m
• Diámetro útil del túnel	8,00 m
• Revestimiento del túnel	Concreto convencional
• Elevación del nivel de la cresta de la estructura de control	875,6 m
• Altura lámina de agua con la CMP	12,70 m
• Estructura terminal	En forma de trampolín (salto de esquí)
• Disipación de energía	En cuenco de erosión pre-excavado
- Descarga de Fondo	

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

• Caudal de diseño con nivel máximo (885,8 msnm)	109,0 m³/s
• Caudal con nivel mínimo de operación (841 msnm)	75,0 m³/s
• Tipo de sección	Herradura con patas rectas y solera plana
• Diámetro útil / Longitudes (Adenda 3)	
— Tramo a presión	2,5 m / 225 m
- Tramo a presión	2,5 m / 232 m
— Tramo a flujo libre	3,0 m / 160 m
- Tramo a flujo libre	3,0 m / 158 m
• Compuerta de regulación	Una compuerta radial de 2 m x 2 m, accionada por servomotor
• Compuerta de guarda	Compuerta plana deslizante de 2 m x 2 m, accionada por servomotor
• Galería de acceso	
- Diámetro Útil / Longitud	2,5 m / 132 m
- Sistema de Captación	
• Tipo	Selectiva con tres (3) niveles de captación: 835 msnm, 852 msnm y 869 msnm
• Caudal de Diseño	3,2 m³/s
• Bocatoma	
- Número de bocatomas	3
- Dimensiones de cada orifico de toma	Ancho 3,40 m Altura 5,00 m
- Número de compuertas	3
- Tipo de compuertas	Planas deslizantes con ruedas
- Dimensiones nominales de las compuertas	4,0 x 5,40 m

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

- Dimensiones nominales de las rejas	4,90 x 5,40 m
- Mecanismo de operación	Cables y malacates eléctricos
• Galerías de Captación	
- Número	3
- Sección	Herradura de paredes rectas y solera, plana, de 2,0 m de diámetro útil, revestido en concreto convencional
- Longitudes	L ₁ = 37 m L ₂ = 19 m L ₃ = 0,0 m
• Pozo vertical	
- Sección	Circular de 2,0 m de diámetro útil, revestida en concreto convencional
- Altura	34 m
• Túnel de captación	
- Diámetro útil	2,5 m
- Longitud	190 m
- Sección	Herradura con patas rectas y solera plana
- Recubrimiento	Concreto convencional
- Blindaje metálico: Diámetro / Longitud	1,20 m / L=45 m
- Vía Sustitutiva Embalse	
• Tipo de terreno	De montañoso a escarpado
• Velocidad de Diseño	20 km/h
• Superficie de Rodadura	Carpeta asfáltica: Etapa 1 – Tramo 1 y Etapa 2
• Radio Mínimo	20 m
• Bombeo Normal	2%

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

• Banca	8,0 m
• Ancho de Calzada	6,0 m
• Derecho de Vía	30,0 m
• Peralte Máximo	6%
• Pendiente Longitudinal Máxima	10% + 2% (L < 200 m)
• K Mínimo	4
• Longitud Curva Vertical Mínima	30 m
• Longitud Etapa 1 – Tramo 1	Inicia 320 m antes de Puente Tona hasta la cresta de la presa (Estribo Izquierdo) / con una longitud 1220 m.
• Longitud Etapa 1 – Tramo 2	Inicia desde la cresta de la presa en su estribo izquierdo hasta conectar con la vía existente, con una longitud de 1250 m.
• Longitud Etapa 2	Inicia desde la cresta de la presa (Estribo Derecho) hasta conectar con la vía existente, con una longitud de 1030 m.
- Tubería de Aducción	
• Capacidad	
- Con nivel mínimo del Embalse (843,0 msnm)	1,2 m³/s con destino a la Planta Los Angelinos
- Con nivel del Embalse (860,0 msnm)	3,2 m³/s, Distribuidos así: - Bosconia: 2,0 m³/s - Angelinos: 1,2 m³/s
• Longitud / Diámetro Equivalente	4,0 Km / 1143 mm (45")
- Conexión Vial Planta de Tratamiento Los Angelinos	

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

• Vía privada	Comunica el Barrio Bosconia con la nueva Planta Los Angelinos con una longitud de (2240 m).
• Tipo de carretera	Carretera terciaria
• Tipo de terreno	De montañoso a escarpado
• Vehículo de diseño	C3 – S2 (tractomula 48 toneladas)
• Velocidad de diseño	30 km/h
• Superficie de rodadura	Asfalto
• Tipo de curvas	Circular simple y espiralizadas
• Radio mínimo absoluto	30 m
• Pendiente longitudinal máxima	16 %
• Perfil vial	8 m en total, 0,5 m de cuneta a ambos lados de la calzada, 0,5 m de berma a ambos lados de la calzada, y 6 m de calzada vehicular (dos carriles de 3,0 m cada uno).

No obstante, el tipo de presa será seleccionado por cada proponente de acuerdo con su experiencia en el diseño y construcción de presas. En la selección se tendrá en cuenta, entre otros, la geología del sitio, las características geomecánicas del macizo rocoso, la disponibilidad de los materiales, la topografía y morfología del cañón donde se emplazará la presa, las condiciones climáticas, y las características sísmicas de la zona.

2.2.2.1 Localización

Con base en los resultados de los estudios y diseños Fase 2, el eje de la presa se localizó en forma preliminar a unos 580 m, aguas arriba de puente Tona, cerca de la confluencia de los ríos Tona y Suratá, donde la morfología del cañón del río Tona presenta condiciones muy favorables para una presa.

La selección final de la localización del eje de la presa será responsabilidad exclusiva **del Contratista**, y estará muy ligada al tipo de presa escogido.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

2.2.2.2 Infiltraciones

El caudal total de infiltración para los efectos aquí mencionados se medirá por medio de un vertedero de pared delgada, construido a todo lo ancho del cauce, localizado inmediatamente aguas abajo de la presa. Este caudal de infiltraciones se compone de las infiltraciones a través de los estribos, la fundación y del cuerpo mismo de la presa, correspondientes a las mediciones ejecutadas durante periodos secos, esto es, sin la presencia de lluvias.

Para los efectos de aceptación final de la obra, dicho caudal deberá ser como máximo de 100 litros por segundo. El pago del AUI variable estará supeditado al valor del caudal de infiltraciones reales, tal como se indica en la sección 1.3 DEFINICIONES subnumeral 9 del pliego de condiciones.

Para orientar la localización de las medidas remediales tendientes a disminuir la magnitud de las infiltraciones, se medirán las infiltraciones provenientes de los estribos y de la fundación de la presa, en cada una de las galerías de inyección y drenaje, para lo cual se construirán vertederos de pared delgada en cada galería. Para lograr tal fin, cada galería se construirá con una pendiente que garantice el drenaje por gravedad de las infiltraciones hacia el portal exterior de la galería. Así mismo la solera de cada galería deberá ser revestida en concreto convencional y provista de una cuneta a lo largo de toda su longitud, en cuyo extremo se localizará el vertedero de medición. Por otra parte en la corona de la presa se instalará un pluviógrafo para registro de lluvias, el cual permitirá calcular la escorrentía superficial generada por cada lluvia.

Las infiltraciones totales a través del cuerpo de la presa, de la fundación y de los estribos se calcularán por medio de la siguiente expresión:

$$Q_{\text{INFILTRACIONES REALES}} = Q_{\text{TOTAL VERTEDERO}} - Q_{\text{LLUVIAS}}$$

Donde:

Q_{INFILTRACIONES REALES}	=	Caudal a través del cuerpo de la presa, de las galerías y de la fundación de la presa en lps.
Q_{VERTEDERO}	=	Caudal total en l/s, medido en el vertedero de la pared delgada, localizado a todo lo ancho del río, inmediatamente aguas abajo de la presa.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

$Q_{LLUVIAS}$	=	Caudal de escorrentías superficial, en l/s, calculados con base en las lluvias medidas en el pluviógrafo a instalar en la corona de la presa, el área aferente y de coeficiente de escorrentía.
---------------	---	---

2.2.2.3 Altura de la presa

La altura total de la presa se establecerá con base en las siguientes consideraciones:

- Un volumen muerto no inferior a tres (3) millones de m^3 para almacenamiento de sedimentos.
- Un volumen útil de 14,6 millones de m^3 para regular un caudal no inferior a $1,10 m^3/s$.
- Los dos volúmenes anteriores definirán EL NIVEL DE AGUAS MÁXIMO NORMAL DE OPERACIÓN (NAMO).
- Volumen para laminación parcial de la creciente máxima probable cuyo caudal pico máximo no sea inferior a $1300 m^3/s$. No se aceptan vertimientos parciales de esta creciente por la corona de la presa, excepto por la sección proyectada como vertedero. Esta restricción se establece debido a que la corona de la presa hará parte de la vía interveredal de la zona, y el público podrá utilizarla libremente.
- Acción del viento en la zona del embalse, para determinar la sobre-elevación de la superficie del agua debido al viento, la magnitud de la ola de diseño, y su recorrido vertical cuando golpea y sube por el cuerpo de la presa en el talud enfrentado a la acción del viento. Este último dependerá del tipo de presa.
- Se analizará el efecto de los oleajes hidrodinámicos, generados por la condición de flujo casi-crítico cuando la creciente máxima probable esté entrando al embalse. Esta verificación se realizará en un modelo hidráulico en escala reducida que involucre al embalse, el tipo de presa y el vertedero correspondiente.
- Después de considerar todos los factores anteriores se adicionará un borde libre mínimo de 1,0 m. Para tal efecto se considerará la presencia de un muro parapeto que sobresalga como mínimo 1,30 m por encima de la cresta de la presa.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

- En todo caso la altura, del relleno de la presa, con respecto al lecho actual del río Tona en la zona del eje de la presa, no podrá ser inferior a 103 m.

2.2.2.4 Ancho Mínimo de la Corona de la Presa

La corona de la presa tendrá un ancho mínimo de 10 m, ya que servirá para conectar la vía sustitutiva entre las dos márgenes del río a que se hace referencia en el numeral correspondiente a vías de acceso.

2.2.2.5 Factores de Seguridad

Teniendo en cuenta que aguas abajo del sitio de presa se asienta una población urbana de varios miles de personas, la estabilidad de la estructura a proyectar deberá cumplir con factores de seguridad de diseño mínimos de 1,5 para las condiciones de carga máxima estática, y mayores de 1,1 para condiciones de carga máxima pseudo estática, considerando un sismo con una aceleración horizontal (A_a) de mínimo 0.35 g, es decir 0,35 veces la aceleración de la gravedad.

2.2.2.6 Galerías para Drenaje e Inyecciones

El Contratista construirá como mínimo tres (3) galerías por el estribo derecho y tres (3) galerías por el estribo izquierdo de la presa. Dichas galerías estarán localizadas a un nivel inferior, a un nivel intermedio, y a un nivel alto de la presa. Las galerías tendrán como objetivo, drenar el macizo rocoso y a la vez servirán para ejecutar cortinas de inyecciones con el fin de reducir las infiltraciones a través de los estribos.

Así mismo **El Contratista** estudiará la necesidad de implementar galerías adicionales y que de acuerdo con el tipo de presa propuesto se requieran.

2.2.2.7 Instrumentación geotécnica de la presa y sus obras anexas

2.2.2.7.1 Introducción

El presente numeral tiene por objeto definir los parámetros de los equipos, instrumentos y proceso de control de instrumentación geotécnica para el Proyecto de regulación, Embalse de Bucaramanga.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

2.2.2.7.2 Alcance de la Instrumentación

La Instrumentación Geotécnica es un área de la Ingeniería esencial para el control durante construcción y operación de las diferentes estructuras que conforman el proyecto de regulación del embalse de Bucaramanga. Bajo este enfoque el adecuado y oportuno monitoreo servirán para el grupo de Dirección de la obra delimitar los procesos constructivos, el ajuste a los mismos y minimizar los potenciales riesgos que tales procesos generan. De igual manera, durante operación **El Contratista** y el **amb**, recurrirá a esta red de monitoreo para analizar cualquier afectación interna o externa que incida en las principales estructuras del proyecto.

El Contratista deberá monitorear el comportamiento de las estructuras del proyecto en dos etapas muy definidas: Construcción y Operación, por lo tanto, **El Contratista** deberá tener el criterio suficiente para seleccionar de la mejor manera los instrumentos, métodos y redes de monitoreo para estas dos etapas, dependiendo del tipo de presa seleccionado.

Parte vital para la selección de los instrumentos es el determinar las variables, que de acuerdo con el tipo de presa escogido, el Diseñador requiere monitorear en cualquiera de las etapas anteriores. Las variables estarán asociadas también al grado de exactitud que requiere la medición de la variable. Los equipos a suministrar deberán ser de última generación, con la robustez necesaria para garantizar su durabilidad y operabilidad durante los próximos 25 años. Deberá así mismo dar la capacitación correspondiente al personal del **amb** que se designe.

El Contratista deberá diseñar, suministrar, instalar, monitorear, registrar, almacenar la información, y hacer la interpretación de los datos obtenidos, relacionados con las siguientes obras:

a. Túneles y excavaciones subterráneas

En este tipo de estructuras **El Contratista** instalará estaciones con argollas para mediciones con extensómetro de cintas. Las estaciones tienen como finalidad registrar los movimientos de convergencia de las paredes de las excavaciones. Las estaciones se colocan lo más cercanas al frente de obra y con separaciones entre ellas no mayor de 20 m, distancia que no aplica en los portales donde se instalarán cada 5 m. Se dispondrá en la obra de al menos tres extensómetros de cinta. Instrumentación que deberá ser colocada en la medida que avanza el frente de excavación.

b. Tendones y anclajes activos

Las obras de estabilización de taludes requerirán de la instalación de tendones o anclajes que deben ser monitoreados durante su operación y tensionamiento. Para

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

ello se utilizarán celdas de carga, instrumentos que mediante sensores de hilo vibrátil dispuestos en forma tangencial al torón registran la fuerza de tensionamiento en consolas o unidades de lecturas portátiles.

c. Esfuerzos en el macizo rocoso

Ciertas estructuras por su volumen de excavación y geometría generan un proceso de excavación mayor que el correspondiente a la sección típica del túnel o galería, tal es el caso de las intersecciones entre pozos verticales y túneles o galerías, codos, etc. Una medición mediante extensómetro de cinta resulta, además de compleja en muchos casos inoperantes por que las longitudes de la cinta no superan los 10 m; en estas situaciones, **El Contratista** suministrará e instalará extensómetros de una posición, con perno de 1" anclado a la roca, con un punto de referencia para medición con micrómetro. Este método permite formar estaciones de control, reemplazando en la posición de las argollas, el extensómetro de una posición.

d. Caudales de infiltración

En los sitios donde se considere necesario conocer las aguas de infiltración, **El Contratista** colocará puntos de medición con piezómetros manométricos, perforando en la roca a diferentes profundidades hasta donde se acerque a la zona a medir colocando un filtro de Casagrande en la punta y en el extremo un manómetro que, con un sistema de válvulas se determinará la presión hidrostática que se presenta en la punta del piezómetro. También se considerara aceptable colocar piezómetros de hilo vibrátil.

Las obras para medición de infiltraciones deben comprender la instalación de vertederos individuales en cada una de las galerías de inyección y drenaje y de un vertedero principal localizado aguas abajo del pie de la presa. El vertedero principal debe instalarse en un muro de concreto que debe construirse en el lecho del río y que debe quedar empotrado en roca en toda su periferia, de manera que asegure que el caudal medido en el mismo corresponda a la totalidad de las infiltraciones que estén ocurriendo a través de la cara de concreto de la presa y de los estribos de la presa, como también de las infiltraciones en las galerías de inyección y drenaje, en caso de que estas sean descargadas al relleno de la presa, aguas arriba del vertedero principal.

Adicionalmente, y para establecer de manera indirecta las eventuales infiltraciones a través de las laderas del embalse, **El Contratista** debe instalar estaciones de aforo en todas las quebradas afluentes del río Tona, que descarguen al río aguas abajo de la nueva estación de aforos que el **amb** reubicará en la cola del embalse.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

e. Temperatura en los concretos

En los concretos masivos donde se requiere el control del gradiente de la temperatura y la temperatura de colocación, entre otras variables, se instalarán termocuplas, elementos que, embebidos en los concretos, puedan “mapear” la evolución de las temperaturas recurriendo a consolas portátiles Tipo Fluke.

f. Estabilidad de taludes

En la construcción de estructuras tales como vertederos, bocatomas, etc.,; adyacentes a estribos naturales, la conformación de estas estructuras obliga a conformar cortes de gran altura, independiente del tratamiento para estabilidad: concreto lanzado, lagrimales, terraceo, es necesario **El Contratista** monitoree el comportamiento de estas obras para lo cual colocará tuberías para inclinómetro, instrumento que permite registrar respecto a una lectura inicial las variaciones del perfil del suelo en una escala vertical, en cada uno de dichos cortes se colocarán, al menos, 20 tuberías para inclinómetro.

g. Asentamientos de rellenos de la presa

Para corroborar las mediciones de los asentamientos durante construcción **El Contratista** instalará instrumentos de registro magnético, tipo arañas o platos magnéticos o “sondex settlement” de Slope Indicador o similar. Estos registradores tienen la particularidad de detectar el elemento metálico que se adosa a la tubería por donde se introduce la sonda magnética permitiendo obtener una medición respecto a un datum fijo que por lo general se ancla en la fundación. **El Contratista** establecerá cuál es el asentamiento acumulado máximo estimado con el fin de diseñar las alturas máximas de las tuberías y el sistema (fijo o telescópico).

h. Medidores de presión hidrostática o infiltraciones

Las variables a medir y a monitorear son: la infiltración del agua proveniente del embalse que transcurre por el cuerpo de la presa o los estribos, la subpresión y la eficacia de la cortina de inyecciones en la fundación de la presa o las propias de infiltración por la escorrentía superficial. Para cada una de las variables antes mencionadas, **El Contratista** suministrará piezómetros de Hilo vibrátil, de tubo abierto con sonda acústica y vertederos aguas abajo de la presa. **El Contratista** establecerá modelos de líneas de aguas y conformará diferentes niveles de piezómetros a lo largo y ancho de la presa.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

Esta variable al igual que las correspondientes a las deformaciones de las losas de la cara de concreto y asentamiento del relleno en sí de la presa deben tener un sistema de monitoreo continuo y en particular durante operación, monitoreo que se logrará mediante una red de adquisición de registros automática. Es importante resaltar que todos los instrumentos que queden embebidos en el cuerpo de la presa y deban registrar una variable de ese entorno deben estar inmersos en la misma clase de material que van a monitorear.

i. Celdas de asentamiento

Así como con los inclinómetros se pueden obtener los perfiles de un suelo natural o conformado y por ende registrar los desplazamientos en el eje horizontal, con las celdas de asentamiento **El Contratista** conformará una red de puntos, que pueden modelar los diferenciales de asentamientos durante construcción de la presa. Dichos instrumentos también continuarán con la toma de estos registros en forma automática durante operación.

j. Medición de juntas en losas de la cara de concreto (cuando aplique)

A fin de determinar la eficiencia de los sellos y protecciones de las losas de la cara de concreto de la presa **El Contratista** instalará medidores de juntas en tres direcciones conformando, una red que puede identificar potenciales zonas susceptibles a movimientos de juntas.

k. Deformaciones por carga hidrostática

Como un control complementario a las deformaciones que se pueden originar en el cuerpo de la presa y en las losas de concreto por acción de la carga hidrostática del embalse **El Contratista** diseñará e instalará una red de medidores de deformación unitaria, “strain gauge”, sensor que, embebido en la losa permite el registro de esta variable.

l. Red de acelerógrafos

Para esta presa que tendrá más de 100 metros de altura, **El Contratista** diseñará, suministrará, instalará y operará una red de acelerógrafos, mínimo tres, con central de grabado, con registros en tiempo real y que sincronizada con la red de instrumentación geotécnica permita conocer el comportamiento de las estructuras en las fases de réplica ante la ocurrencia de un movimiento sísmico.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

Es de importancia capital analizar el fenómeno de la “sismicidad inducida” por el embalse sobre todo en esta presa que tendrá más de 100 metros de altura y la regulación sobre monitoreo de la zona que las Autoridades a nivel mundial tienen establecido para estos eventos.

También **El Contratista** efectuará dentro de su proceso de instalación y control el monitoreo de los instrumentos, de esta forma y con los controles que el **amb** realizará se podrá obtener un registro redundante para verificación del proceso. En este aspecto **El Contratista** establecerá la frecuencia de lecturas, los rangos de alarmas preventivas, informativas o correctivas y el componente humano de estos controles.

Finalmente, durante la fase de operación de proyecto **El Contratista** realizará un control y seguimiento minucioso durante operación de las variables antes citadas y definirá en detalle el alcance de la automatización de la adquisición de los registros, los equipos de control procesamiento y almacenamiento de los mismos, la presentación de la información y el alcance del programa general de control de los registros, lo cual deberá ser entregado al Interventor.

2.2.2.8 Nivel de cimentación de la Presa

Las obras deberán cimentarse sobre roca sana y competente de conformidad con los resultados de los estudios que adelante, y finalmente la cota de cimentación deberá ser aprobada por la Interventoría, especialmente en el caso de la presa.

2.2.3 SISTEMA DE DESVIACIÓN DEL RÍO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA

2.2.3.1 Propósito

El sistema de desviación del río Tona tiene como propósito dejar en seco la zona de los trabajos de la presa, y comprende: El conducto de desviación propiamente, la pre-ataguía, la ataguía y la contra-ataguía. El proponente adoptará el esquema de desviación más adecuado para el tipo de presa seleccionado. Para esta parte de la obra se estipulan los siguientes criterios.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

2.2.3.2 Capacidad Hidráulica

El conjunto ataguía – conducto de desviación, deberá ser capaz de manejar como mínimo el caudal de 1 en 50 años cuyo pico es de $190 \text{ m}^3/\text{s}$. Dicha creciente deberá ser transitada por el pequeño embalse que forma la ataguía. Valor de referencia que de todas maneras deberá ser verificado por el proponente.

2.2.3.3 Borde Libre de la Ataguía

Se proveerá un borde libre mínimo de 2 m, entre el máximo nivel del agua alcanzado por el tránsito de la creciente de 1 en 50 años y la cresta de la ataguía.

2.2.3.4 Velocidad Máxima de Flujo

La velocidad máxima del agua dentro del conducto no deberá ser superior a 15 m/s.

2.2.3.5 Sección Transversal

La sección transversal del conducto tendrá un diámetro útil mínimo de 4,30 m. y altura útil de 4,40 m. Lo anterior para minimizar el atascamiento del conducto por troncos u otros elementos transportados por la corriente durante las crecientes.

La geometría del conducto así como el tipo de soporte tendrán en cuenta las características geotécnicas del macizo rocoso.

2.2.3.6 Alineamiento del Conducto de Desviación

El posicionamiento vertical de la solera de entrada ha de ser tal que se facilite la desviación del río hacia el conducto, y en la estructura de salida la elevación de la solera deberá garantizar que los niveles del río no incidan sobre la curva de calibración del conducto.

En el alineamiento horizontal, las curvas que se requieran deberán proyectarse con un radio igual o mayor a diez veces el diámetro del conducto, de tal manera que se minimicen las pérdidas de carga, se mantenga la distribución uniforme del flujo a todo lo ancho de la sección y se asegure el paso de troncos de por lo menos 10 m de longitud.

2.2.3.7 Estructura de Entrada al Conducto

La solera de esta estructura estará localizada a una cota igual o por debajo de la cota del lecho del río en este sitio.

La estructura de entrada al conducto se diseñará de tal manera que se faciliten las operaciones de cierre final del conducto, se optimice la capacidad hidráulica del mismo, se disminuyan las pérdidas de carga en la entrada y se reduzca el riesgo de daños por cavitación. Para lograr tales objetivos el techo y las paredes de la entrada deberán ser abocinadas mediante formas elípticas. El pasaje de flujo deberá ser rectangular y estará provisto de ranuras para instalar la compuerta o los tabloncillos de cierre del conducto, de tal manera que se facilite el cierre definitivo del mismo.

2.2.3.8 Estructura de Salida

Inmediatamente aguas abajo del portal de salida del conducto se proyectará una estructura en concreto reforzado en forma rectangular que tiene como propósito facilitar la transición del flujo desde la sección en el conducto hasta el cauce natural del río. Para tal efecto la cota del piso horizontal de esta estructura se localizará a una altura sobre el fondo del río de tal manera que los niveles del río, para el caudal de diseño del sistema de desviación, no ahoguen las descargas del conducto.

En el extremo de aguas abajo del piso de esta estructura se proyectará un dentellón para controlar el efecto erosivo del flujo en la zona de restitución del caudal al río; en principio dicho dentellón deberá tener como mínimo una profundidad de 3 m.

2.2.3.9 Caudal Ecológico

El sistema de descarga del caudal ecológico consistirá en una bocatoma y una tubería proyectados para descargar un caudal ecológico de 50 l/s a través de un tubo de acero y diámetro de 200 mm, el cual estará controlado por una válvula de regulación de caudal de 150 mm de diámetro, del tipo Howell–Bunger, la cual tendrá su respectiva válvula de guarda del tipo mariposa de 200 mm de diámetro. El sistema de descarga del caudal ecológico podrá estar localizado dentro del túnel de desviación.

2.2.3.10 Pre-atagüía

Este elemento del sistema de desviación estará conformado por cantos grandes y bloques de roca que se arrojen al cauce del río para desviar el agua hacia el túnel de desviación. Una vez desviado el río, se planea arrojar materiales de menor tamaño en el lado de

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

aguas arriba con el fin de reducir las filtraciones, facilitando con ello la desecación del área de fundación de la ataguía. Esta desviación se realizará en un período de estiaje en los meses de diciembre y enero. La altura de la pre-ataguía se establecerá con base en los caudales para un período de recurrencia de 1:10 años correspondientes al período de estiaje.

2.2.3.11 Ataguía

Se recomienda construirla con un material resistente al paso del agua por encima de la misma, lo cual podría suceder en caso de ocurrencia de crecientes mayores a las de diseño que se presentarían mientras dure la construcción de la presa. Ante tal evento es importante que la ataguía no falle, pues de lo contrario representaría una grave amenaza para la población asentada en las riberas, aguas abajo del sitio de presa. La ataguía se planea construir en su totalidad en una estación seca. Por lo anterior, se ha previsto una ataguía en concreto compactado con rodillo, utilizando una mezcla pobre en cemento; o como alternativa se acepta una ataguía conformada por materiales sueltos con núcleo impermeable de arcilla, con el espaldón de aguas abajo debidamente reforzado de tal manera que permita vertimientos por encima sin destruirse o la que finalmente defina en su diseño.

2.2.3.12 Contra-ataguía

La función de la contra-ataguía es impedir que se devuelva el agua a la salida del túnel de desviación e inunde parte del área de fundación del relleno de la presa. Las pendientes de los taludes de la contraataguía y las características del material de relleno de la misma, serán definidas por **El Contratista** y deberán ser aprobados por el **amb**.

2.2.4 SISTEMA DE LA DESCARGA DE FONDO

2.2.4.1 Propósitos

El sistema de la descarga de fondo tiene los siguientes propósitos:

- Controlar el primer llenado del embalse. En principio la tasa recomendada para el ascenso del nivel del agua durante el llenado inicial es de 1 a 2 m/día. El sistema de la descarga de fondo puede también permitir que se mantenga estable el nivel del embalse, durante el primer llenado, o de bajar dicho nivel para tomar medidas correctivas, si las filtraciones exceden las admisibles.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

- Evacuar mediante descargas controladas, parte de los sedimentos que se van acumulando en el embalse, particularmente los que estén cerca del nivel de la toma inferior de la captación.
- Desocupar el embalse total o parcialmente en caso de algún deterioro de la presa causado por un sismo, o por la necesidad o conveniencia de hacer inspecciones de la cara de concreto y de las laderas del embalse.

2.2.4.2 Elementos Constitutivos

El sistema de la descarga de fondo estará conformado por el túnel de descarga de fondo, localizado en la margen izquierda del río Tona con la solera del portal de entrada a la misma cota de la cresta de la ataguía, que incluirá: una estructura de entrada, un tramo del conducto que trabajará a presión, una cámara de compuertas donde se alojarán las compuertas de guarda, y la compuerta para regular el caudal de descarga, un tramo del conducto que trabajará a flujo libre y una estructura de descarga al río Tona. Adicionalmente se considera como parte de la descarga de fondo la galería de acceso desde la superficie en el estribo izquierdo aguas abajo de la presa hasta la cámara de compuertas; dicha galería servirá para el acceso del personal de operaciones y para la entrada del aire requerido para proteger el sistema contra cavitación.

Como parte de las labores de optimización del esquema, el sistema de la descarga de fondo, podrá integrarse con el túnel de desviación, para lo cual se tomarán las provisiones necesarias en el diseño y construcción de este último.

En el caso de una presa de CCR (concreto compactado con rodillo), el sistema de la descarga de fondo podrá ir incorporado al cuerpo de la presa.

2.2.4.3 Capacidad Hidráulica

La descarga de fondo tendrá una capacidad mínima de $75 \text{ m}^3/\text{s}$, correspondiente al nivel mínimo de operación del embalse, en la elevación 841 msnm, con las compuertas de guarda y de control totalmente abiertas. Este caudal corresponde aproximadamente a dos veces el caudal máximo diario registrado históricamente en los últimos 17 años (1989- 2006) de registros hidrológicos del río Tona.

La capacidad máxima de la descarga de fondo con el nivel máximo del embalse (886 msnm), será de $109 \text{ m}^3/\text{s}$ aproximadamente.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

2.2.4.4 Velocidad máxima.

La velocidad máxima del agua dentro del tramo del túnel que operará a presión no podrá ser superior a 23 m/s. Lo anterior considerando el caudal máximo, el cual se presentará con el nivel máximo de operación del embalse y las compuertas abiertas al 100%.

La velocidad máxima del agua dentro del tramo del túnel que operará a flujo libre no podrá ser superior a 30 m/s.

2.2.4.5 Estructura de Entrada

Para lograr una buena eficiencia hidráulica y disminuir el peligro de cavitación, la estructura de entrada de la descarga de fondo tendrá forma abocinada en las paredes y el techo siguiendo formas elípticas.

Adicionalmente se proyectará un enrejado metálico o en concreto que permita el paso del agua a través de aperturas con dimensiones que sean iguales a una cuarta parte de la dimensión de las compuertas, lo anterior para evitar el atascamiento de las mismas. La velocidad de paso del agua a través del enrejado no podrá ser superior a 1,5 m/s.

2.2.4.6 Protección de Superficies en Contacto con el Flujo

Las superficies que estarán en contacto con los flujos de alta velocidad se protegerán contra la abrasión producida por los sedimentos transportados por el agua y contra los daños producidos por el fenómeno de cavitación.

Para proteger el conducto se deberán tomar las siguientes medidas mínimas:

- En la zona del flujo a presión el conducto deberá estar protegido contra la abrasión por la descarga de sedimentos, para lo cual deberá estar revestido en concreto de alta resistencia de 5000 psi y endurecido por medio de aditamentos para tal fin.
- La zona de la cámara de compuertas se protegerá con blindaje metálico para prevenir daños por abrasión y cavitación y para garantizar un gradiente seguro a lo largo de esta estructura.
- En la zona del flujo libre se proyectará una protección en la solera y hasta la mitad de los muros, consistente en un revestimiento en concreto de resistencia mínima de 5.000 PSI endurecido con aditamentos.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

- La protección contra la cavitación se hará mediante la inyección de aire al flujo del agua, desde el fondo. Para tal efecto **El Contratista** proyectará un sistema de aireación que brinde la protección deseada a todo lo largo del conducto con flujo a superficie libre. En la determinación del área requerida para descargar el caudal máximo se tendrá en cuenta la incorporación de aire.

2.2.4.7 Control del Flujo

El control del flujo se hará por medio de compuertas que interfieran lo menos posible con el flujo de sedimentos. La estructura contará con una compuerta que servirá de elemento de guarda, la cual podrá ser del tipo compuerta plana deslizante, y de una compuerta radial que servirá como elemento de control de los caudales descargados. Esta última se proyectará para que opere con pequeñas aperturas y libre de vibraciones. Las compuertas serán operadas mediante mecanismos óleo-hidráulicos. Para controlar los daños por cavitación se proveerá de aireación adecuada a la salida de la compuerta de regulación.

2.2.4.8 Geometría y Dimensiones de la Sección del Túnel

La geometría de la sección del túnel será adecuada para la geología que se encontrare a lo largo de su trazado.

La sección útil del tramo a flujo libre se determinará teniendo en cuenta por una parte el perfil de la lámina de agua aumentado en el porcentaje de incorporación de aire, tanto superficial como por los aireadores, y por otra parte dejando una provisión mínima del 25% del área total a manera de borde libre.

La sección que se escoja para el conducto de la descarga de fondo ha de tener tales dimensiones que se facilite la construcción de la misma.

2.2.4.9 Estabilidad del Túnel

El Contratista proyectará la estabilidad del túnel en forma segura. Para ello, y dependiendo de las características geotécnicas del macizo rocoso, se proyectará un sistema de soporte, donde ello sea necesario, compuesto por uno ó más de los siguientes elementos: concreto lanzado con fibras metálicas incorporadas, malla de refuerzo, pernos de anclaje, arcos y entibados metálicos y cualquier otro que **El Contratista** considere necesario.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

El túnel estará íntegramente revestido con concreto convencional con una resistencia no inferior a 35 Mpa a los 28 días; su espesor y la cuantía del acero de refuerzo garantizarán la estabilidad estructural de la obra.

2.2.4.10 Galería de Acceso

A la cámara de compuertas se accederá por medio de una galería de acceso, la cual servirá adicionalmente para suministro del aire requerido para la aireación del flujo por debajo de la compuerta de regulación. Las dimensiones de esta cámara serán las adecuadas para facilitar su construcción y la del acceso de las personas. Esta galería se inicia desde un portal localizado aguas abajo de la presa y a una elevación sobre el lecho del río que no sea inundable por el mismo. Su longitud dependerá del tipo de presa seleccionado.

Su sección transversal se dimensionará con base en una velocidad máxima del flujo de aire de 15 m/s para permitir el paso del personal de operación. La solera de esta galería será plana e irá revestida en concreto convencional. El diámetro útil de la galería de acceso no podrá ser inferior a 2,50 m. En la definición de este diámetro se deberá tener en cuenta la utilización de esta galería como acceso de los equipos que se instalarán en la cámara de compuertas.

2.2.4.11 Estructura de Descarga

Para facilitar la transición entre el flujo en el túnel y el flujo en el cauce natural del río, se proyectará una estructura de entrega en concreto reforzado y de sección rectangular, que asegure una distribución uniforme del flujo a todo lo ancho de la estructura.

En el extremo de aguas abajo del piso de esta estructura se proyectará un dentellón con la profundidad mínima necesaria para controlar el efecto erosivo del flujo en la zona de restitución del caudal al río. Esta estructura estará confinada por medio de muros laterales. En uno de ellos, se dejará una compuerta para facilitar el acceso al túnel de un vehículo pequeño durante las labores de inspección y mantenimiento del mismo.

2.2.5 VERTEDERO DE EXCESOS

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

2.2.5.1 Propósito

Esta estructura tiene como propósito manejar en forma segura los caudales excedentes a los caudales aprovechados una vez que el embalse haya alcanzado su máximo nivel normal de operación.

2.2.5.2 Tipo de vertedero

El tipo de vertedero será el adecuado para el tipo de presa seleccionado. En el caso de presas de materiales rígidos, el vertedero podrá ir incorporado al cuerpo de la presa. En el caso de presas de materiales sueltos el vertedero se localizará a través de uno de los estribos de la presa, bien sea por medio de una excavación a cielo abierto o por medio de una excavación en túnel. En cualquier caso aquí se presentan los criterios hidráulicos que se deben tener en cuenta para el dimensionamiento y el diseño del vertedero.

El vertedero podrá ser de funcionamiento libre, o con descarga controlada por compuertas. En este último caso se tendrán como mínimo tres (3) compuertas de tal manera que en caso de una apertura accidental de una de ellas, el caudal que se produzca sea como máximo igual a 350 m³/s, el cual corresponde al máximo histórico que ha soportado el cauce aguas abajo. En el caso de una presa en CCR, la rápida del vertedero podrá ser con solera continua o escalonada.

En el caso de una presa en materiales sueltos se podrá adoptar un vertedero lateral sin compuertas, localizado en uno de los estribos del cañón.

2.2.5.3 Creciente de Diseño

El vertedero se diseñará para manejar en forma segura la crecida máxima probable (CMP), cuyo caudal pico instantáneo es de 1.300 m³/s. Este caudal se deberá transitar por el embalse suponiendo como condición inicial que el embalse esté lleno hasta su nivel máximo normal de operación (NAMO) y que se presente la (CMP). Sobre el nivel máximo alcanzado se adicionará el efecto de la acción del viento sobre el embalse, la magnitud de la ola de diseño y su recorrido vertical cuando golpea y sube por el cuerpo de la presa en el talud enfrentado a la acción del viento, y adicionalmente se proveerá un borde libre mínimo de 1 m.

Como se indicó en el numeral 2.2.4 “Altura de la Presa”, para todos los tipos de presa que se consideren **no se aceptan vertimientos** parciales de esta crecida por encima de la corona de la presa, excepto por la sección proyectada como vertedero. Esta restricción

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

se establece debido a que la corona de la presa hará parte integral de la vía interveredal de la zona y el público podrá utilizarla libremente.

2.2.5.4 Componentes

Los componentes del vertedero dependerán del tipo de presa que se seleccione, pero en el caso más general podrá constar de los siguientes componentes, presentados en el sentido del flujo:

- Canal de aproximación
- Estructura de control
- Canal de descarga o canal de alta pendiente
- Deflector
- Estructura de disipación de energía
- Sistema de aireación

En los numerales siguientes se presentan los requisitos que como mínimo deberán satisfacer estos componentes.

2.2.5.5 Canal de Aproximación

En el caso de presas de materiales sueltos el vertedero podrá requerir un canal de aproximación entre el embalse y la estructura de control del vertedero. Dicho canal será excavado en roca y su área útil se dimensionará buscando mantener una velocidad máxima del flujo de 4 m/s.

Los cambios de dirección del alineamiento horizontal del canal se deben realizar mediante curvas suaves y continuas buscando mantener una distribución del flujo lo más uniforme posible a todo lo ancho de la estructura de control, con un radio de la curva que como mínimo sea igual a tres veces el ancho máximo del canal. Por otra parte la profundidad del flujo en el canal ($P + H_D$) deben ser como mínimo igual a $1,3 H_D$, donde:

P = Altura de la cresta de la estructura de control por encima de la solera del canal de aproximación.

H_D = Altura de diseño de la estructura de control.

2.2.5.6 Geometría de la Estructura de Control

La geometría de la estructura de control deberá garantizar una alta eficiencia hidráulica, y un funcionamiento libre de cavitación y de vibraciones indebidas.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

La geometría del azud de la estructura de control se diseñará de acuerdo con la Teoría de Crestas Vertedoras, establecida por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos y la ASCE (American Society of Civil Engineers), en su publicación conjunta "HYDRAULIC DESIGN OF SPILLWAYS", utilizando como altura de diseño la correspondiente a la alcanzada por el embalse durante el tránsito de la creciente máxima probable, partiendo de un nivel inicial igual al del máximo nivel normal de operación.

La altura del azud con respecto al fondo del canal de aproximación ha de ser como mínimo igual a 0,3 veces la altura de diseño del azud.

La transición entre el embalse o el canal de aproximación y la estructura de control tendrá una inclinación con respecto a la horizontal de tal manera que se logre obtener la mayor eficiencia hidráulica posible.

2.2.5.7 Tipo de Control

Dependiendo del tipo de presa seleccionado el vertedero podrá funcionar libremente, o controlado por medio de compuertas. Debido a que por la cresta de la presa, y para todos los tipos de presa se tendrá una vía regional, no se permitirá, aún así sea parcialmente, el rebose por encima de la cresta de la presa.

Dependiendo del tipo de vertedero que se adopte, será necesario mantener la continuidad de la futura vía interveredal por encima de la corona de la presa, para lo cual será necesario proyectar un puente vehicular de 10,0 m de ancho.

2.2.5.8 Sección del Canal

La geometría de la sección del canal de descarga dependerá del tipo de vertedero seleccionado. Si se trata de un vertedero a cielo abierto, la sección del canal será rectangular, y si se trata de un vertedero en túnel la geometría de la sección dependerá fundamentalmente de consideraciones geotécnicas. En cualquier caso, para establecer las dimensiones de la sección se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

La sección útil del vertedero a todo lo largo del mismo se determinará con base en el perfil teórico de flujo, incrementado por el hinchamiento del perfil por la incorporación de aire superficial y del proveniente desde el fondo por medio de aireadores. El área de la sección se establecerá de tal modo que incluya un borde libre como mínimo de 1 m con respecto al perfil de la lámina de agua hinchada por el aire incorporado, cuando se descarga la CMP. La máxima velocidad del flujo, correspondiente a la CMP será de 40 m/s.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

2.2.5.9 Protección Contra Cavitación

El Contratista estudiará el potencial de cavitación del flujo para diferentes caudales y con base en este estudio establecerá la necesidad de incorporar aire por medio de un sistema de aireación adecuado hacia el fondo del conducto. El potencial de cavitación del flujo se establecerá de acuerdo con la Monografía ingenieril N° 42 del USBR: "Cavitation in chutes and spillways".

Se recomienda proveer aireación antes del tramo del conducto donde la velocidad del flujo sea de 20 m/s.

El porcentaje de hinchamiento del flujo por incorporación de aire desde la superficie del agua, se determinará de acuerdo con las recomendaciones del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos y de la ASCE, en su publicación conjunta "HYDRAULIC DESIGN OF SPILLWAYS".

El porcentaje de aire incorporado por concepto de los sistemas de aireación del flujo desde la solera del canal se establecerá de acuerdo con criterios y formulaciones derivados de prototipos y de amplia aceptación, tales como los formulados por Nelson Pinto en su publicación "Prototype Aerator Measurements".

2.2.5.10 Estructura de Disipación de Energía

La estructura de disipación de energía al final del vertedero será tipo salto de esquí que lanza el chorro a una piscina disipadora de energía, la cual se pre-excavará para manejar la creciente de 1 en 50 años. La estructura de lanzamiento estará localizada como mínimo 20 m por encima del nivel máximo del río para la creciente máxima probable. Dicha estructura tendrá un ángulo de lanzamiento de cero grados con la horizontal y lanzará el chorro hacia un cuenco de erosión excavado a nivel del lecho del río. El material proveniente de la pre-excavación del cuenco se podrá utilizar como parte de los rellenos de la presa, por lo tanto, si **El Contratista** así lo considera podrá pre-excavar la piscina disipadora para un caudal mayor.

Si se adopta una presa de tipo CCR, el vertedero estará incorporado a la presa y podrá tener como canal de descarga una estructura de tipo "Rápida escalonada", con un tanque de aquietamiento para disipar la energía remanente del flujo.

2.2.6 SISTEMA DE CAPTACIÓN

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

2.2.6.1 Propósito

Esta estructura tiene como propósito captar en forma controlada los caudales del embalse del Río Tona que se han de aprovechar en el sistema del **amb**. El caudal regulado será de 1,1 m³/s; los caudales máximos a aprovechar incluyen: 1,2 m³/s para la planta de tratamiento de Los Angelinos y 2,0 m³/s para atender ocasionalmente la Planta de Tratamiento de Bosconia. El caudal máximo a captar será de 3,2 m³/s.

2.2.6.2 Tipo de Bocatoma

Para disponer de agua cruda con los mejores parámetros de calidad, se requiere una bocatoma del tipo “selectiva”, en la cual se tendrán como mínimo tres posibles niveles para toma de agua, cada una de los cuales se podrá controlar en forma independiente mediante una compuerta plana deslizante con rodillos que se podrá abrir o cerrar total o parcialmente. Así mismo cada toma estará prevista de una rejilla para controlar la entrada de basuras al sistema. Cada toma manejará una tercera parte de la altura útil del embalse, comprendido entre las elevaciones 841,00 msnm y 885,80 msnm.

2.2.6.3 Capacidad de Cada Toma

Cada toma tendrá una capacidad de captar 3,2 m³/s y sus dimensiones se establecerán de acuerdo con unas velocidades bajas del flujo a través de las rejillas del orden de 0,60 m/s con las rejas colmatadas en un 50 %.

2.2.6.4 Estructura de Toma

La estructura de toma se proyectará de acuerdo con el tipo de presa seleccionado, podrá ser del tipo adosada a los taludes del embalse, con compuertas y rejillas removibles operadas desde una caseta con malacates y por fuera del nivel máximo de inundación, o podrá ser por medio de una torre con tres niveles de captación, o podrán ser parte integral del cuerpo mismo de la presa en el caso de una presa de concreto.

Como parte de los Estudios de Fase 2, se proyectaron tres bocas de dimensiones 3,40 m de ancho por 5 m de largo, localizadas sobre la margen izquierda del río. Cada boca de entrada está provista de su compuerta plana deslizante con su respectiva rejilla, ambas extraíbles por medio de cables operados por medio de malacates.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

2.2.6.5 Túnel de Captación

Los tres niveles de tomas entregarán su caudal por medio de galerías a un pozo vertical, el cual entrega a un túnel de captación que las conducirá a una cámara de válvulas donde se inicia la tubería de aducción. Las dimensiones del pozo vertical y de este túnel serán las mínimas por razones constructivas. Las galerías de captación, el pozo vertical y el túnel tendrán un revestimiento en concreto convencional.

El túnel de captación tendrá en su extremo de aguas abajo un blindaje metálico, cuya longitud será determinada por **El Contratista** con base en ensayos de fracturamiento hidráulico determinados en el sitio.

Como parte de los Estudios de Fase 2, el túnel de captación se proyectó con un diámetro útil de 2,50 m, revestido en concreto convencional, y con su último tramo de aguas abajo blindado con tubería de acero de 1200 mm de diámetro, en una longitud de 45 m.

2.2.7 TUBERIA DE ADUCCIÓN

Los parámetros de diseño para esta componente del proyecto son idénticos a los estipulados en el Apéndice Técnico A.

2.2.8 VÍAS DE ACCESO

Los parámetros de diseño para esta componente del proyecto son idénticos a los estipulados en el Apéndice Técnico A.

2.2.9 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y SUBESTACIÓN ELÉCTRICAS

Los parámetros de diseño para esta componente del proyecto son idénticos a los estipulados en el Apéndice Técnico A.

2.2.10 INSTRUMENTACIÓN

Los parámetros de diseño para esta componente del proyecto son idénticos a los estipulados en el Apéndice Técnico A.

2.2.11 EQUIPOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

Los parámetros de diseño para esta componente del proyecto son idénticos a los estipulados en el Apéndice Técnico A.

~~2.3 ETAPAS DEL PROYECTO Y CRONOGRAMA DE ENTREGAS (COMPONENTE I)~~

~~Para efectos de la ejecución del Contrato se ha dispuesto su desagregación en tres etapas: i) Etapa de Pre-construcción, ii) Etapa de Construcción, Llenado y Prueba y iii) Etapa de Operación y Mantenimiento Temporal del Embalse. Los alcances detallados de cada una de estas etapas se encuentran desarrollados a continuación:~~

~~2.3.1 ETAPA DE PRE – CONSTRUCCIÓN~~

~~La Etapa de Pre-construcción tendrá una duración máxima de doce (12) meses contados a partir de la fecha de la suscripción del Acta de Inicio de la Ejecución del Contrato y de la Etapa de Preconstrucción, y un mes más para su revisión y comentarios por parte del amb. Al final de esta etapa se suscribirá el Acta de Inicio de la Etapa de Construcción, llenado y prueba.~~

~~Las actividades previstas en esta etapa, deberán cumplir con los siguientes requisitos y plazos:~~

~~2.3.1.1 Informe Básico~~

~~Contenido:~~ ~~El contenido mínimo de este Informe básico, deberá ser:~~

~~a) Estudio y concepto de la información existente, como mínimo en los siguientes aspectos: Geología y Geotecnia, Hidrología, climatología, sedimentos e Hidráulica, Topografía y Cartografía, Sismología, disponibilidad de materiales, aspectos socio-económicos y ambientales, Diseños Fase 2 del sistema y sus respectivos Cálculos.~~

~~b) Definición y ejecución de estudios complementarios, orientados a la optimización de la alternativa de presa propuesta.~~

~~c) Esquema básico de la alternativa definitiva, bien sea a partir de los diseños previos presentados por el amb o el que planteará El Contratista; en cualquier caso, El Contratista describirá las características técnicas de la presa y obras anexas: ataguía, túnel de desvío, descarga de fondo, vertedero, sistema de captación, tubería de aducción y todos los que correspondan de acuerdo con el esquema del proyecto definido; presentar las recomendaciones particulares sobre el programa de investigaciones para su diseño, precisar la existencia local y características de los insumos a utilizar~~

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

d) ~~Plan de Calidad~~

e) ~~Plan de Manejo Ambiental, al igual que el Informe de gestión y trámite de Licencias Ambientales de extracción de fuentes de materiales, sustracción de reservas forestales, concesión de aguas, ocupación de cauces, emisiones atmosféricas, depósitos de escombros y todas aquellas que requiera el Proyecto, acorde con la alternativa seleccionada.~~

f) ~~Relación y cronograma de acciones a desarrollar con la comunidad, en cuanto a la divulgación del Proyecto, así como la instalación de sitio de atención al ciudadano.~~

g) ~~Cronograma detallado de la etapa de Pre-construcción.~~

e) ~~Maquinaria, equipo y personal requerido en la etapa de Pre-construcción, detallado en dedicaciones, tiempos y fechas de utilización.~~

Plazo: ~~El Informe Básico deberá entregarse a más tardar tres (3) meses después de la fecha de suscripción del Acta de Inicio de la ejecución del Contrato y de la Etapa de Preconstrucción. El amb y la Interventoría tendrán un mes para su revisión y comentarios, contados a partir de su entrega por parte de El Contratista.~~

~~2.3.1.2 Diseños detallados para construcción~~

~~El Contratista deberá llevar a Nivel de Fase 3, los diseños del tipo de presa propuesto y sus obras anexas en los plazos establecidos, basado en investigaciones de campo, laboratorio y estudios hidráulicos, geológicos, geotécnicos, sísmicos y estructurales del sitio y del Proyecto desarrollados por el amb y complementados y optimizados por El Contratista mismo, por medio de los cuales demuestre el nivel de desarrollo conceptual, técnico y económico requerido para la iniciación de las obras civiles y los equipos electromecánicos asociados. En el informe sobre Diseños Detallados para Construcción se incluirá la memoria descriptiva de las obras proyectadas, criterios de diseño, características básicas, funcionamiento, aspectos constructivos, cronograma de ejecución.~~

~~2.3.1.2.1 Diseños de las obras de desviación del río~~

~~El diseño definitivo debe entregarse a más tardar a los cinco (5) meses después de suscrita el Acta de Inicio de la Ejecución del Contrato y de la Etapa de Pre-construcción. El diseño a Nivel Fase 3 de las obras de Desviación del Río requiere diseños hidráulicos, geotécnicos, estructurales y electromecánicos del túnel de desviación y todas las obras asociadas a él como son: preataguía, ataguía, portales de entrada y salida del túnel y~~

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

~~todas que resultaren necesarias, así como también su evaluación económica y constructiva según el diseño propuesto.~~

~~El **amb** y la Interventoría tendrán un mes para su revisión y comentarios, contados a partir de su entrega por parte de El Contratista.~~

~~2.3.1.2.2 Las Obras de desviación del río~~

~~Deberán desarrollarse a partir de la aprobación de los diseños por parte del **amb** y estar concluidas a más tardar doce (12) meses después de la fecha de suscripción del Acta de Inicio de la Ejecución del Contrato y de la Etapa de Preconstrucción~~

~~2.3.1.2.3 Vías de acceso y conexiones viales~~

~~Las vías sustitutivas (etapa 1-Primero y Segundo tramo-) necesarias para asegurar que no se interrumpa el tráfico vehicular público en el área del proyecto deberán estar construidas antes de desviar el río. Deberán estar concluidas a más tardar a los cinco (5) meses después de la fecha de suscripción del Acta de Inicio de la Ejecución del Contrato y de la Etapa de Preconstrucción. La etapa 2, que corresponde a la terminación del tramo de la vía que va por encima de la corona de la presa y que debe estar concluida a más tardar a la fecha de terminación de la construcción de la presa.~~

~~2.3.1.2.4 Diseños de Hidrología y Geología~~

~~Deberán entregarse a más tardar a los ocho meses (8) después de la fecha de suscripción del Acta de Inicio de la Ejecución del Contrato y de la etapa de Preconstrucción. El **amb** y la Interventoría tendrá un mes para su revisión y comentarios, contados a partir de su entrega por parte de El Contratista.~~

~~2.3.1.2.5 Diseños de la Presa y demás obras complementarias~~

~~Los Diseños definitivos de la Presa, deberán entregarse a más tardar doce (12) meses después de la fecha de suscripción del Acta de Inicio de la Ejecución del Contrato y de la etapa de Preconstrucción. En el diseño a nivel Fase 3 de la presa, deben estar contemplados los sistema de descarga de fondo, del vertedero de excesos, sistema de captación y la tubería de aducción, vías de acceso, equipo para instrumentación, control y operación de las obras, líneas de transmisión y subestación, Equipos mecánicos y~~

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

~~eléctricos, Obras para mitigación de impacto ambiental, Obras para medición de filtraciones.~~

~~El **amb** y la Interventoría tendrán un mes para su revisión y comentarios, contados a partir de su entrega por parte de El Contratista.~~

2.3.1.3 Condiciones para la terminación de la Etapa de Pre-Construcción

~~El término efectivo de esta etapa podrá disminuirse, cuando la totalidad de las obligaciones previstas se hayan cumplido antes del vencimiento del plazo estimado, y en todo caso cuando **El Contratista** haya cumplido con los siguientes requisitos:~~

2.3.1.3.1 Diseños detallados para construcción Fase 3

- ~~• Memoria Descriptiva: Presentación de una memoria con la descripción detallada de la solución finalmente adoptada para el Componente I del proyecto, incluyendo los criterios y parámetros básicos de diseño; alternativas consideradas, solución propuesta con sus ventajas y desventajas, cantidades de obra; el ANEXO con el manual de características del proyecto con los datos básicos de cada componente; aspectos constructivos; enfoque y estrategia general de construcción incluyendo etapas, equipo y maquinaria a utilizar conjuntamente con catálogos que indiquen capacidades y rendimiento de producción; equipos electromecánicos, equipos de medición e instrumentación para operación, seguimiento y control de las obras; investigaciones complementarias de campo y de laboratorio; estudios adicionales.~~
- ~~• Planos: Presentación de los diseños detallados para construcción Nivel Fase 3 de la alternativa escogida para la presa. Los diseños se refieren a la presa propiamente dicha y a sus obras anexas, tales como el sistema de desviación del río, el sistema para la descarga de fondo, el sistema de captación del aprovechamiento, el sistema del vertedero de excesos, las vías sustitutivas y de accesos para construcción de las obras, la tubería de aducción entre la presa y la Planta de Tratamiento Los Angelinos, by pass a la Planta de Tratamiento de Bosconia, mediante la elaboración de los planos en medio impreso y magnético, los cuales deben indicar las dimensiones y cotas básicas, detalles constructivos y refuerzos de las estructuras.~~
- ~~• Diseños Geotécnicos y Estructurales: presentados en los planos y memorias de cálculo estructural definitivos del tipo de Presa seleccionada y demás obras.~~
- ~~• Informe Técnico Multidisciplinario: Para cada una de las obras mencionadas, en relación con los aspectos de Geología y Geotecnia, Hidrología, Hidráulica, Topografía y Cartografía, Sismología, Vías, Disponibilidad de Materiales, aspectos socio-económicos y ambientales.~~

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

- ~~Cronograma:~~ de la etapa de construcción y de llenado inicial y operación del embalse, en el cual se presenten conjuntamente las actividades en orden y secuencia lógica de ejecución y la interdependencia que existe entre ellas, las cuales determinan la ruta crítica. En este programa se deben incluir actividades como la adquisición, producción, traslado, montaje, o fabricación de materiales, obtención de permisos y autorizaciones, planes de contingencia por efectos de las condiciones climatológicas y topográficas que pudieran afectar el normal desarrollo de las obras.
- ~~Especificaciones técnicas,~~ que definan los elementos principales de construcción, el tipo de mezclas, la zonificación, materiales, el tipo de impermeabilización, las condiciones de estabilidad, las excavaciones y el tratamiento para la fundación, los drenajes, la cortina de inyecciones, la instrumentación, los procedimientos y previsiones de tipo constructivo, disponibilidad de materiales, agregados para el concreto, cemento, y puzolanas si es del caso, fuentes de suministro de insumos, y en general tipo de medición, condiciones constructivas para el recibo de las mismas y forma de pago.
- ~~Plan de Manejo Ambiental definitivo, incluyendo planos de contingencia.~~

2.3.1.3.2 Disposición para Inicio de Obras

- ~~Instalación de El Contratista: Construcción de oficinas y campamentos.~~
- ~~Instalación, Montaje y operación de las plantas para triturar y procesar los agregados para los concretos y para producción de concretos y la verificación de su funcionamiento adecuado mediante la producción de al menos 20.000 m³ de agregados y 100 m³ de concretos del tipo especificado en el diseño para construcción de las obras.~~

2.3.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN, LLENADO INICIAL Y PRUEBA

~~La Etapa de Construcción, llenado inicial y prueba deberá estar concluida a más tardar al vencimiento del mes cincuenta y cinco (55), contados a partir de la fecha en que se suscriba el Acta de Inicio de la Ejecución del Contrato y de la etapa de Preconstrucción y seis (6) meses más. Al finalizar esta etapa deberá suscribirse el Acta de Inicio de la Etapa de Operación y Mantenimiento Temporal del Embalse.~~

~~Para las obras previstas en esta etapa se deben cumplir los siguientes plazos:~~

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

~~Construcción de la Presa, descarga de fondo, vertedero de excesos, obras de captación, tubería de aducción entre el Embalse y la Planta los Angelinos y by pass a la Planta de Tratamiento Bosconia. Se deberán ejecutar dentro de los treinta y seis (36) meses contados a partir de la fecha de suscripción del Acta de Inicio de la ejecución del contrato y de la Etapa de Preconstrucción. Esta etapa se dividirá en las siguientes cuatro (4) subetapas:~~

~~2.3.2.1 Sub-etapa 1~~

~~Será aquella comprendida entre la iniciación de la construcción de la presa y el momento en que la altura de la presa de concreto o la totalidad del relleno de una presa de enrocado alcance el primer cuarto de la altura total de la presa; conforme a los diseños aprobados por el **amb** y deberá realizarse en un plazo máximo de 8 meses que no debe sobrepasar el vencimiento del mes veinte (20), contado a partir de la fecha de suscripción del Acta de inicio de la ejecución del contrato.~~

~~2.3.2.2 Sub-etapa 2~~

~~Será aquella comprendida entre la iniciación de la construcción de la presa y el momento en que la altura de la presa de concreto o la totalidad del relleno de una presa de enrocado alcance los dos primeros cuartos de la altura total de la presa, y la loza de la cara de concreto deberá estar colocada como mínimo hasta la primera junta horizontal de construcción, conforme a los diseños aprobados por el **amb** y cuenta con un plazo máximo de seis (6) meses, que no debe sobrepasar el vencimiento del mes veintiséis (26), contado a partir de la fecha de suscripción del Acta de inicio de la ejecución del contrato.~~

~~2.3.2.3 Sub-etapa 3~~

~~Será aquella comprendida entre la finalización de la sub-etapa 2 y el momento en que la altura de la presa de concreto o la totalidad del relleno de una presa de enrocado alcance los tres cuartos (3/4) de la altura total de la presa. En esta sub-etapa deberán terminarse las excavaciones y revestimientos de las obras anexas como son:~~

- ~~• La descarga de fondo~~
- ~~• El sistema de captación~~
- ~~• El vertedero de excesos~~

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

~~Adicionalmente al final de la sub-etapa 3 se deberá tener instalada y probada el 75% de la longitud de la tubería de aducción, todo conforme a los diseños aprobados por el amb. La sub-etapa 3 deberá realizarse en un plazo máximo de cinco meses (5) que no debe sobrepasar el vencimiento del mes treinta y uno (31), contado a partir de la fecha de suscripción del Acta de inicio de la ejecución del contrato.~~

2.3.2.4 Sub-etapa 4

~~Será aquella comprendida entre la finalización de la subetapa 3 y el momento en que se encuentre totalmente terminada la presa y obras complementarias y se comience el llenado del embalse, una vez se haya cerrado el túnel de desviación, después de bajar las compuertas de entrada del mismo e iniciar el vaciado del tapón del túnel, y después de haber puesto en operación el sistema de la descarga del caudal ecológico. Esta sub-etapa deberá realizarse en un plazo máximo de cinco (5) meses, que no debe sobrepasar el vencimiento del mes treinta y siete (37) contado a partir de la fecha de la suscripción del Acta de Inicio de la ejecución del contrato.~~

~~Para presas diferentes a la CFRD, cada sub-etapa estará definida por el avance en la altura de la misma y en la ejecución de las obras anexas.~~

2.3.2.5 Llenado Inicial y obras de solución de problemas detectados

~~Las actividades de llenado inicial de la presa y para la realización de las obras necesarias para solucionar problemas detectados durante el llenado inicial de la presa, tendrán un plazo específico de dieciocho (18) meses, de los cuales los primeros quince (15) meses se destinarán al proceso de llenado y los tres (3) meses restantes a las labores de prueba, que en su conjunto deberán estar ejecutadas completamente a más tardar al vencimiento del mes cincuenta y cinco (55), contado a partir de la fecha en que se suscriba el Acta de Inicio de ejecución del Contrato.~~

~~Durante este periodo **El Contratista** y con base en la interpretación de los registros arrojados por la instrumentación de las obras podrá llenar y/o desocupar el embalse cuando fuere necesario para efecto de poder realizar las reparaciones requeridas, tomando todas las medidas de mitigación ambiental necesarias. Al vencimiento del mes cincuenta y cinco (55), contado a partir de la fecha en que se suscriba el Acta de Inicio de la Ejecución del Contrato y de la etapa de Preconstrucción, la presa deberá estar en el nivel máximo normal de operación. Sin embargo este periodo podrá reducirse si **El**~~

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

~~Contratista ha concluido las obras para solucionar los problemas detectados, o estas no fueron necesarias, y la presa ha alcanzado el nivel máximo normal de operación.~~

~~2.3.2.6 Prueba de la presa y Medición de Caudales de Infiltración~~

~~Una vez terminado el proceso de llenado y la solución de problemas detectados, durante el término de seis meses el amb, efectuará la prueba de las obras y se medirán las infiltraciones con objeto de determinar el pago de la parte variable del valor del Contrato.~~

~~2.3.2.7 Condiciones para la terminación de la Etapa de Construcción~~

~~Esta etapa se dará por cumplida una vez se realicen las siguientes actividades:~~

- ~~• Manuales de Operación y Mantenimiento: deberán ser entregados con tres (3) meses de anterioridad a la terminación de la etapa de Construcción para el estudio oportuno por parte del amb y la Interventoría.~~
- ~~• Visita Previa: Por parte de amb, Interventoría, Directores de Obra, treinta (30) días antes del vencimiento de la etapa de Construcción, con el fin de inspeccionar el estado de las obras a recibir, fallas debidamente localizadas, observaciones técnicas, requerimientos ambientales, conocimiento de reclamaciones de la comunidad, subcontratistas y proveedores, con el propósito de ser atendidos antes del recibo final de obras.~~
- ~~• Ejecución de las Obras: Al término de la etapa de Construcción, las obras se deben ajustar a las especificaciones técnicas de construcción y materiales definidas durante los diseños detallados, debidamente aprobadas por la Interventoría y amb, las observaciones de la visita previa, haber cumplido, se pena de proceder a la cuantificación de las fallas no corregidas, que serán descontadas automáticamente al contratista.~~

~~2.3.3 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DEL EMBALSE~~

~~Esta etapa comprende la operación, y el mantenimiento del Embalse durante un periodo de un año a partir del momento en que se alcance el nivel normal de operación por primera vez.~~

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

~~La Etapa de Operación y Mantenimiento Temporal del Embalse tendrá una duración de un (1) año contado a partir de la fecha de suscripción del Acta de Inicio de la Etapa de Operación y Mantenimiento Temporal del Embalse, tiempo que contará con acompañamiento permanente de delegados de amb que deberán ser capacitados por El Contratista en todos los procesos de manejo de las obras. Además adelantará la ejecución de las siguientes actividades:~~

~~2.3.3.1 Documentación y Planos~~

- ~~• Preparación y entrega de los planos de “Obra Construida” y de los equipos finalmente instalados.~~
- ~~• Preparación y entrega de los manuales de Operación y de mantenimiento de todas las obras y equipos con los ajustes surgidos durante el desarrollo de esta etapa. Cada uno de ellos, se presentará en idioma español, en 10 copias físicas y en medio magnético.~~
- ~~• Elaboración de Planes de Contingencia para atender situaciones de riesgo.~~

~~2.3.3.2 Pruebas~~

- ~~• Calibración, prueba, y verificación de toda la instrumentación y equipos suministrados al proyecto.~~
- ~~• Ejecución de la primera batimetría del embalse con equipos suministrados por El Contratista al amb, y elaboración de la metodología para batimetrías posteriores.~~

~~2.3.3.3 Capacitación al personal de amb~~

~~Preparación del personal que el amb asigne para mantener y operar el sistema, en las siguientes actividades:~~

- ~~— Instrucción directa del funcionamiento de equipos y procesos~~
- ~~— Instrucción directa en el proceso de llenado y vaciado de la presa~~
- ~~— Capacitaciones teóricas semanales.~~
- ~~— Discusión semanal y permanente de los manuales de operación y mantenimiento y del análisis y soluciones en casos de riesgo.~~

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

- ~~— Registro de los temas desarrollados en las distintas sesiones, y las evidencias de atención a las principales inquietudes formales de **amb**, en torno al funcionamiento del sistema.~~
- ~~— Actualizaciones y adecuaciones a los manuales de Operación y Mantenimiento.~~
- ~~— Preparación y elaboración de planes de contingencia para atender situaciones de riesgos.~~

2.3.3.4 Condiciones para la terminación de la Etapa de Operación y Mantenimiento

La condición principal para la terminación de la Etapa de Operación y Mantenimiento es que la Presa presente por lo menos 30 días de funcionamiento en condiciones normales, en lo posible dentro del plazo de esta etapa, para lo cual recibirá visto bueno de **amb**, en acta de entrega, además de haber cumplido lo siguiente:

- ~~— Entrega de los manuales de operación y mantenimiento actualizados, conforme a las solicitudes de **amb**.~~
- ~~— Entrega de garantías y asistencia de equipos.~~
- ~~— Prever Stock mínimo de repuestos de los equipos más sensibles, determinados por **amb**, en el acompañamiento de la Etapa de Operación y Mantenimiento.~~
- ~~— Cierre Ambiental por medio del cual se deja constancia que **El Contratista** reconformó o recuperó las áreas intervenidas en el desarrollo del Proyecto, esto incluye campamentos, fuentes de material, sitios de disposición final de material, tratamientos silviculturales y faunísticos, recuperación de cauces, y se describirán los pasivos ambientales que generó el proyecto y si es del caso, las recomendaciones de orden ambiental a atender antes de la liquidación del contrato.~~

Entrega y recibo de la obra: Mediante la suscripción del Acta de Entrega y Recibo, de las obras, se asume plena responsabilidad por la veracidad de la información en ella contenida, pero no exonera al contratista de las obligaciones y responsabilidades establecidas en el contrato; en consecuencia, si dentro de la vigencia de la póliza de estabilidad, se detectaran fallas imputables a la mala calidad de la obra, el **amb**, deberá exigir al constructor, las reparaciones del caso, o en su defecto, hará efectiva la póliza de estabilidad correspondiente.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

2.3 ETAPAS DEL PROYECTO Y CRONOGRAMA DE ENTREGAS (COMPONENTE I)

(ADENDA 3)

La duración total para la ejecución de los Estudios y Diseños, pre-construcción, construcción, llenado y prueba, y operación del proyecto durante un año, se ha estimado en 70 meses. Los cuales se han distribuido tal como se indica en la TABLA 2-1.

TABLA 2-1 CRONOGRAMA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

No.	COMPONENTE	DURACIÓN (Meses)	ACUMULADO (Meses)
1.0	ETAPA DE PRE - CONSTRUCCIÓN		-
1.1	Informe Básico	4	-
1.1.1	Elaboración	3	-
1.1.2	Revisión Interventoría y amb	1	-
1.2	Diseño Desvío del Río	6	-
1.2.1	Elaboración	5	-
1.2.2	Revisión Interventoría y amb	1	-
1.3	Obra Desvío del Río	6	-
1.4	Vías Sustitutivas		-
1.4.1	Diseño y Replanteo	1	-
1.4.2	Revisión Interventoría y amb	1	-
1.4.3	Construcción Vías Etapa 1 (Tramo 1 y Tramo 2)	3	-
1.4.4	Construcción Vía Etapa 2 (Tramo 1)	2	-
1.5	Diseños Hidrología y Geología	9	-
1.5.1	Diseños	8	-
1.5.2	Revisión Interventoría y amb	1	-
1.6	Diseños de la Presa	13	13
1.6.1	Diseños	12	-
1.6.2	Revisión Interventoría y amb	1	-
	Subtotal Pre-Cosntrucción (Ruta Crítica)	13	13
2.0	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN, LLENADO INICIAL Y PRUEBA		
2.1	Sub - Etapa 1 (H/4 Presa)	8	21
2.2	Sub - Etapa 2 (H/2 Presa)	6	27
2.3	Sub - Etapa 3 (3H/4 Presa)	5	32
2.4	Sub - Etapa 4 (H Presa)	5	37
2.5	Llenado Inicial	12	49
2.6	Pruebas de llenado - Detección y solución de problemas	3	52
2.7	Prueba de la presa y Medición de Caudales de Infiltración	6	58
	Subtotal Construcción, Llenado Inicial y Prueba (Ruta Crítica)	45	58
3.0	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DEL EMBALSE		
3.1	Operación y Mantenimiento del Embalse	12	70
	Subtotal Operación y Mantenimiento Temporal Embalse (Ruta Crítica)	12	70
	TOTAL DISEÑOS, OBRAS, PRUEBAS Y OPERACIÓN	70	70

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

Para efectos de la ejecución del Contrato se ha dispuesto su desagregación en tres etapas: i) Etapa de Pre-construcción, ii) Etapa de Construcción, Llenado y Prueba y iii) Etapa de Operación y Mantenimiento Temporal del Embalse. Los alcances detallados de cada una de estas etapas se encuentran desarrollados a continuación:

2.3.1 ETAPA DE PRE – CONSTRUCCIÓN

La Etapa de Pre-construcción tendrá una duración máxima de doce (12) meses contados a partir de la fecha de la suscripción del Acta de Inicio de la Ejecución del Contrato y de la Etapa de Pre-construcción, y un (1) mes más para su revisión, comentarios y aprobación por parte del amb. Al final de esta etapa se suscribirá el Acta de Inicio de la Etapa de Construcción, Llenado y prueba.

Las actividades previstas en esta etapa, deberán cumplir con los siguientes requisitos y plazos:

2.3.1.1 Informe Básico

Contenido: El contenido mínimo de este Informe básico, deberá ser:

- a) Estudio y concepto de la información existente, como mínimo en los siguientes aspectos: Geología y Geotecnia, Hidrología, climatología, sedimentos e Hidráulica, Topografía y Cartografía, Sismología, disponibilidad de materiales, aspectos socio-económicos y ambientales, Diseños Fase 2 del sistema y sus respectivos Cálculos.
- b) Definición y ejecución de estudios complementarios, orientados a la optimización de la alternativa de presa propuesta.
- c) Esquema básico de la alternativa definitiva, bien sea a partir de los diseños previos presentados por el amb o el que planteará El Contratista; en cualquier caso, El Contratista describirá las características técnicas de la presa y obras anexas: ataguía, túnel de desvío, descarga de fondo, vertedero, sistema de captación, tubería de aducción, vías sustitutivas y conexión vial a la PTAP Los Angelinos, y todos los que correspondan de acuerdo con el esquema del proyecto definido; presentar las recomendaciones particulares sobre el programa de investigaciones para su diseño, precisar la existencia local y características de los insumos a utilizar.
- d) Plan de Calidad.
- e) Plan de Manejo Ambiental, al igual que el Informe de gestión y trámite de Licencias Ambientales de extracción de fuentes de materiales, sustracción de reservas forestales,

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

concesión de aguas, ocupación de cauces, emisiones atmosféricas, depósitos de escombros y todas aquellas que requiera el Proyecto, acorde con la alternativa seleccionada.

f) Relación y cronograma de acciones a desarrollar con la comunidad, en cuanto a la divulgación del Proyecto, así como la instalación de sitio de atención al ciudadano.

g) Cronograma detallado de la etapa de Pre-construcción.

e) Maquinaria, equipo y personal requerido en la etapa de Pre-construcción, detallado en dedicaciones, tiempos y fechas de utilización.

Plazo: El Informe Básico deberá entregarse a más tardar tres (3) meses después de la fecha de suscripción del Acta de Inicio de la ejecución del Contrato y de la Etapa de Pre-construcción. El amb y la Interventoría tendrán un (1) mes para su revisión, comentarios y aprobación, contados a partir de su entrega por parte de El Contratista.

2.3.1.2 Diseños detallados para construcción

El Contratista deberá llevar a Nivel de Fase 3, los diseños del tipo de presa propuesto y sus obras anexas en los plazos establecidos, basado en investigaciones de campo, laboratorio y estudios hidráulicos, geológicos, geotécnicos, sísmicos y estructurales del sitio y del Proyecto desarrollados por el amb y complementados y optimizados por El Contratista mismo, por medio de los cuales demuestre el nivel de desarrollo conceptual, técnico y económico requerido para la iniciación de las obras civiles y los equipos electromecánicos asociados. En el informe sobre Diseños Detallados para Construcción se incluirá la memoria descriptiva de las obras proyectadas, criterios de diseño, características básicas, funcionamiento, aspectos constructivos, cronograma de ejecución.

A. Diseños de las obras de desviación del río

El diseño definitivo debe entregarse a más tardar a los cinco (5) meses después de suscrita el Acta de Inicio de la Ejecución del Contrato y de la Etapa de Pre-construcción. El diseño a Nivel Fase 3 de las obras de Desviación del Río requiere diseños hidráulicos, geotécnicos, estructurales y electromecánicos del túnel de desviación y todas las obras asociadas a él como son: preatagüa, atagüa, portales de entrada y salida del túnel y todas que resultaren necesarias, así como también su evaluación económica y constructiva según el diseño propuesto.

El amb y la Interventoría tendrán un (1) mes para su revisión y comentarios, contados a partir de su entrega por parte de El Contratista.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

B. Las Obras de desviación del río

Deberán desarrollarse a partir de la aprobación de los diseños por parte del amb y estar concluidas a más tardar doce (12) meses después de la fecha de suscripción del Acta de Inicio de la Ejecución del Contrato y de la Etapa de Pre-construcción.

C. Vías de acceso y conexiones viales

Las vías sustitutivas (Etapa 1 -Primero y Segundo tramo-) necesarias para asegurar que no se interrumpa el tráfico vehicular público en el área del proyecto deberán estar construidas antes de desviar el río. Deberán estar concluidas a más tardar a los cinco (5) meses después de la fecha de suscripción del Acta de Inicio de la Ejecución del Contrato y de la Etapa de Pre-construcción. La Etapa 2, que corresponde a la terminación del tramo de la vía que conectará la corona de la presa en su estribo derecho con la vía veredal existente en la margen derecha del río Tona, y que debe estar concluida a más tardar a la fecha de terminación de la construcción de la presa.

D. Diseños de Hidrología y Geología

Deberán entregarse a más tardar a los ocho meses (8) después de la fecha de suscripción del Acta de Inicio de la Ejecución del Contrato y de la etapa de Pre-construcción. El amb y la Interventoría tendrán un mes (1) para su revisión y comentarios, contados a partir de su entrega por parte de El Contratista.

E. Diseños de la Presa y demás obras complementarias

Los Diseños definitivos de la Presa, deberán entregarse a más tardar doce (12) meses después de la fecha de suscripción del Acta de Inicio de la Ejecución del Contrato y de la etapa de Pre-construcción. En el diseño a nivel Fase 3 de la presa, deben estar contemplados los sistema de descarga de fondo, del vertedero de excesos, sistema de captación y la tubería de aducción, vías de acceso, equipo para instrumentación, control y operación de las obras, líneas de transmisión y subestación eléctricas, Equipos mecánicos y eléctricos, Obras para mitigación de impacto ambiental, Obras para medición de filtraciones.

El amb y la Interventoría tendrán un mes (1) para su revisión, comentarios y aprobación, contados a partir de su entrega por parte de El Contratista.

2.3.1.3 Condiciones para la terminación de la Etapa de Pre-Construcción

El término efectivo de esta etapa podrá disminuirse, cuando la totalidad de las obligaciones previstas se hayan cumplido antes del vencimiento del plazo estimado, y en todo caso cuando El Contratista haya cumplido con los siguientes requisitos:

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

A. Diseños detallados para construcción Fase 3

- Memoria Descriptiva: Presentación de una memoria con la descripción detallada de la solución finalmente adoptada para el Componente I del proyecto, incluyendo los criterios y parámetros básicos de diseño; alternativas consideradas, solución propuesta con sus ventajas y desventajas, cantidades de obra; el ANEXO con el manual de características del proyecto con los datos básicos de cada componente; aspectos constructivos; enfoque y estrategia general de construcción incluyendo etapas, equipo y maquinaria a utilizar conjuntamente con catálogos que indiquen capacidades y rendimiento de producción; equipos electromecánicos, equipos de medición e instrumentación para operación, seguimiento y control de las obras; investigaciones complementarias de campo y de laboratorio; estudios adicionales.
- Planos: Presentación de los diseños detallados para construcción Nivel Fase 3 de la alternativa escogida para la presa. Los diseños se refieren a la presa propiamente dicha y a sus obras anexas, tales como el sistema de desviación del río, el sistema para la descarga de fondo, el sistema de captación del aprovechamiento, el sistema del vertedero de excesos, las vías sustitutivas y de accesos para construcción de las obras, la tubería de aducción entre la presa y la Planta de Tratamiento Los Angelinos, by-pass a la Planta de Tratamiento de Bosconia, mediante la elaboración de los planos en medio impreso y magnético, los cuales deben indicar las dimensiones y cotas básicas, detalles constructivos y refuerzos de las estructuras.
- Diseños Geotécnicos y Estructurales: presentados en los planos y memorias de cálculo estructural definitivos del tipo de Presa seleccionada y demás obras.
- Informe Técnico Multidisciplinario: Para cada una de las obras mencionadas, en relación con los aspectos de Geología y Geotecnia, Hidrología, Hidráulica, Topografía y Cartografía, Sismología, Vías, Disponibilidad de Materiales, aspectos socio-económicos y ambientales.
- Cronograma: de la etapa de construcción y de llenado inicial y operación del embalse, en el cual se presenten conjuntamente las actividades en orden y secuencia lógica de ejecución y la interdependencia que existe entre ellas, las cuales determinan la ruta crítica. En este programa se deben incluir actividades como la adquisición, producción, traslado, montaje, o fabricación de materiales, obtención de permisos y autorizaciones, planes de contingencia por efectos de las condiciones climatológicas y topográficas que pudieran afectar el normal desarrollo de las obras.
- Especificaciones técnicas, que definan los elementos principales de construcción, el tipo de mezclas, la zonificación, materiales, el tipo de impermeabilización, las condiciones de estabilidad, las excavaciones y el tratamiento para la fundación, los

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

drenajes, la cortina de inyecciones, la instrumentación, los procedimientos y previsiones de tipo constructivo, disponibilidad de materiales, agregados para el concreto, cemento, y puzolanas si es del caso, fuentes de suministro de insumos, y en general tipo de medición, condiciones constructivas para el recibo de las mismas y forma de pago.

- Plan de Manejo Ambiental definitivo, incluyendo planos de contingencia.

B. Disposición para Inicio de Obras

- Instalación de El Contratista: Construcción de oficinas y campamentos
- Instalación, Montaje y operación de las plantas para triturar y procesar los agregados para los concretos y para producción de concretos y la verificación de su funcionamiento adecuado mediante la producción de al menos 20.000 m³ de agregados y 100 m³ de concretos del tipo especificado en el diseño para construcción de las obras.

2.3.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN, LLENADO INICIAL Y PRUEBAS

La Etapa de Construcción, llenado inicial y pruebas deberá estar concluida a más tardar al vencimiento del mes cincuenta y ocho (58), contados a partir de la fecha en que se suscriba el Acta de Inicio de la Ejecución del Contrato y de la etapa de Pre-construcción, los cuales incluyen veinticuatro (24) meses para construcción de las obras, doce (12) meses para llenado del embalse, tres (3) meses para pruebas de llenado, y seis (6) meses para prueba de la presa y medición de caudales de infiltración. Al finalizar esta etapa deberá suscribirse el Acta de Inicio de la Etapa de Operación y Mantenimiento Temporal del Embalse.

Para las obras previstas en esta etapa se deben cumplir los siguientes plazos:

La construcción de la Presa, descarga de fondo, vertedero de excesos, obras de captación, tubería de aducción entre el Embalse y la Planta los Angelinos y by-pass a la Planta de Tratamiento Bosconia, se deberán ejecutar dentro de los treinta y siete (37) meses iniciales contados a partir de la fecha de suscripción del Acta de Inicio de la ejecución del contrato y de la Etapa de Pre-construcción, es decir tendrá una duración total de 24 meses. Esta etapa se dividirá en las siguientes cuatro (4) sub-etapas:

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

2.3.2.1 Sub-etapa 1

Será aquella comprendida entre la iniciación de la construcción de la presa y el momento en que la altura de la presa de concreto o la totalidad del relleno de una presa de enrocado y cara de concreto alcance el primer cuarto de la altura total de la presa, conforme a los diseños aprobados por el amb y deberá realizarse en un plazo máximo de 8 meses que no debe sobrepasar el vencimiento del mes veintiuno (21), contado a partir de la fecha de suscripción del Acta de inicio de la ejecución del contrato y de la etapa de Pre-construcción.

2.3.2.2 Sub-etapa 2

Será aquella comprendida entre la iniciación de la construcción de la presa y el momento en que la altura de la presa de concreto o la totalidad del relleno de una presa de enrocado y cara de concreto alcance los dos primeros cuartos de la altura total de la presa, y la losa de la cara de concreto deberá estar colocada como mínimo hasta la primera junta horizontal de construcción, conforme a los diseños aprobados por el amb y cuenta con un plazo máximo de seis (6) meses, que no debe sobrepasar el vencimiento del mes veintisiete (27), contado a partir de la fecha de suscripción del Acta de inicio de la ejecución del contrato y de la etapa de Pre-construcción.

2.3.2.3 Sub-etapa 3

Será aquella comprendida entre la finalización de la sub-etapa 2 y el momento en que la altura de la presa de concreto o la totalidad del relleno de una presa de enrocado y cara de concreto alcance los tres cuartos (3/4) de la altura total de la presa. En esta sub-etapa deberán terminarse las excavaciones y revestimientos de las obras anexas como son:

- La descarga de fondo
- El sistema de captación
- El vertedero de excesos

Adicionalmente al final de la sub-etapa 3 se deberá tener instalada y probada el 75% de la longitud de la tubería de aducción, todo conforme a los diseños aprobados por el amb.

La sub-etapa 3 deberá realizarse en un plazo máximo de cinco meses (5) que no debe sobrepasar el vencimiento del mes treinta y dos (32), contado a partir de la fecha de suscripción del Acta de inicio de la ejecución del contrato y de la etapa de Pre-construcción.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

2.3.2.4 Sub-etapa 4

Será aquella comprendida entre la finalización de la sub-etapa 3 y el momento en que se encuentre totalmente terminada la presa y obras complementarias y se comience el llenado del embalse, una vez se haya cerrado el túnel de desviación, después de bajar las compuertas de entrada del mismo e iniciar el vaciado del tapón del túnel, y después de haber puesto en operación el sistema de la descarga del caudal ecológico. Esta sub-etapa deberá realizarse en un plazo máximo de cinco (5) meses, que no debe sobrepasar el vencimiento del mes treinta y siete (37) contado a partir de la fecha de la suscripción del Acta de Inicio de la ejecución del contrato y de la etapa de Pre-construcción.

Para presas diferentes a la de enrocado y cara de concreto (CFRD), cada sub-etapa estará definida por el avance en la altura de la misma y en la ejecución de las obras complementarias.

2.3.2.5 Llenado Inicial y obras de solución de problemas detectados

Las actividades de llenado inicial de la presa y para la realización de las obras necesarias para solucionar problemas detectados durante el llenado inicial de la presa, tendrán un plazo específico de quince (15) meses, de los cuales los primeros doce (12) meses se destinarán al proceso de llenado y los tres (3) meses restantes a las labores de prueba, que en su conjunto deberán estar ejecutadas completamente a más tardar al vencimiento del mes cincuenta y dos (52), contado a partir de la fecha en que se suscriba el Acta de Inicio de ejecución del Contrato y de la etapa de Pre-construcción.

Durante este periodo El Contratista, y con base en la interpretación de los registros arrojados por la instrumentación de las obras, podrá llenar y/o desocupar el embalse cuando fuere necesario para efecto de poder realizar las reparaciones requeridas, tomando todas las medidas de mitigación ambiental necesarias. Al vencimiento del mes cincuenta y dos (52), contado a partir de la fecha en que se suscriba el Acta de Inicio de la Ejecución del Contrato y de la etapa de Pre-construcción, la presa deberá estar en el nivel máximo normal de operación. Sin embargo este periodo podrá reducirse si El Contratista ha concluido las obras para solucionar los problemas detectados, o éstas no fueron necesarias, y la presa ha alcanzado el nivel máximo normal de operación.

2.3.2.6 Prueba de la presa y Medición de Caudales de Infiltración

Una vez terminado el proceso de llenado y la solución de problemas detectados, durante el término de seis (6) meses el amb, efectuará la prueba de las obras y se medirá las infiltraciones con el objeto de determinar el pago de la parte variable del valor del Contrato.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

2.3.2.7 Condiciones para la terminación de la Etapa de Construcción

Esta etapa se dará por cumplida una vez se realicen las siguientes actividades:

- Manuales de Operación y Mantenimiento: deberán ser entregados con tres (3) meses de anterioridad a la terminación de la etapa de Construcción para el estudio oportuno y aprobación por parte del amb y la Interventoría.
- Visita Previa: Por parte de amb, Interventoría, Directores de Obra, treinta (30) días antes del vencimiento de la etapa de Construcción, con el fin de inspeccionar el estado de las obras a recibir, fallas debidamente localizadas y reparadas, observaciones técnicas, requerimientos ambientales, conocimiento de reclamaciones de la comunidad, subcontratistas y proveedores, con el propósito de ser atendidos antes del recibo final de obras.
- Ejecución de las Obras: Al término de la etapa de Construcción, las obras se deben ajustar a las especificaciones técnicas de construcción y materiales definidas durante los diseños detallados, debidamente aprobadas por la Interventoría y amb, las observaciones de la visita previa, haber cumplido, so pena de proceder a la cuantificación de las fallas no corregidas, que serán descontadas automáticamente al El Contratista.

2.3.3 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DEL EMBALSE

Esta etapa comprende la operación, y el mantenimiento del Embalse durante un periodo de un año a partir del momento en que se alcance el nivel normal de operación por primera vez y después de los seis (6) meses de verificación de las infiltraciones por parte del amb. Si dichas infiltraciones superan los 100 l/s, las obras no se recibirán hasta tanto no se hayan reducido por debajo de dicho valor; en cuyo caso el año de operación y mantenimiento se contará a partir del momento en que se hayan tomado las medidas necesarias para reducir las infiltraciones por debajo de 100 l/s.

La Etapa de Operación y Mantenimiento Temporal del Embalse tendrá una duración de un (1) año contado a partir de la fecha de suscripción del Acta de Inicio de la Etapa de Operación y Mantenimiento Temporal del Embalse, tiempo que contará con acompañamiento permanente de delegados del amb y de la Interventoría que deberán ser capacitados por El Contratista en todos los procesos de manejo de las obras. Además adelantará la ejecución de las siguientes actividades:

2.3.3.1 Documentación y Planos

- El Contratista deberá elaborar y entregar los planos de “Obra Construida” y de los

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

equipos finalmente instalados.

- El Contratista deberá elaborar y entregar los Manuales de Operación y de Mantenimiento de todas las obras y equipos con los ajustes surgidos durante el desarrollo de esta etapa. Cada uno de ellos, se presentará en idioma español, en 10 copias físicas y en medio magnético.
- El Contratista deberá elaborar y entregar los Planes de Contingencia para atender situaciones de riesgo.

2.3.3.2 Pruebas

- El Contratista deberá Calibrar, probar y verificar toda la instrumentación y equipos suministrados al proyecto.
- El Contratista deberá ejecutar la primera batimetría del embalse con equipos suministrados por El Contratista al amb, y elaborar la metodología para batimetrías posteriores.

2.3.3.3 Capacitación al personal del amb

Preparación del personal que el amb asigne para mantener y operar el sistema, en las siguientes actividades:

- Instrucción directa del funcionamiento de equipos y procesos.
- Instrucción directa en el proceso de llenado y vaciado de la presa.
- Capacitaciones teóricas semanales.
- Discusión semanal y permanente de los manuales de operación y mantenimiento y del análisis y soluciones en casos de riesgo.
- Registro de los temas desarrollados en las distintas sesiones, y las evidencias de atención a las principales inquietudes formales de amb, en torno al funcionamiento del sistema.
- Actualizaciones y adecuaciones a los manuales de Operación y Mantenimiento.
- Preparación y elaboración de planes de contingencia para atender situaciones de riesgos.

2.3.3.4 Condiciones para la terminación de la Etapa de Operación y

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

Mantenimiento.

La condición principal para la terminación de la Etapa de Operación y Mantenimiento es que la Presa presente por lo menos 30 días de funcionamiento en condiciones normales, en lo posible dentro del plazo de esta etapa, para lo cual recibirá visto bueno de amb, en acta de entrega, además de haber cumplido lo siguiente:

- Entrega de los manuales de operación y mantenimiento actualizados, conforme a las solicitudes de amb.
- Entrega de garantías y asistencia de equipos.
- Prever Stock mínimo de repuestos de los equipos más sensibles, determinados por amb, en el acompañamiento de la Etapa de Operación y Mantenimiento.
- Cierre Ambiental por medio del cual se deja constancia que El Contratista reconformó o recuperó las áreas intervenidas en el desarrollo del Proyecto, esto incluye campamentos, fuentes de material, sitios de disposición final de material, tratamientos silviculturales y faunísticos, recuperación de cauces, y se describirán los pasivos ambientales que generó el proyecto y si es del caso, las recomendaciones de orden ambiental a atender antes de la liquidación del contrato.

Entrega y recibo de la obra: Mediante la suscripción del Acta de Entrega y Recibo, de las obras, se asume plena responsabilidad por la veracidad de la información en ella contenida, pero no exonera al contratista de las obligaciones y responsabilidades establecidas en el contrato; en consecuencia, si dentro de la vigencia de la póliza de estabilidad, se detectaran fallas imputables a la mala calidad de la obra, el amb, deberá exigir al constructor, las reparaciones del caso, o en su defecto, hará efectiva la póliza de estabilidad correspondiente.

2.4 NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

2.4.1 Diseño de la presa y obras complementarias

Para diseño de los diferentes tipos de presa y de sus obras complementarias se tendrán en cuenta las pautas y recomendaciones dadas por organismos internacionales que rigen el diseño, la construcción, mantenimiento, supervisión y operación de presas, a través de sus numerosas publicaciones técnicas especializadas, tales como:

- ICOLD (International Commision on Large Dams): Comisión Internacional de grandes presas. Esta institución ha publicado una serie de Boletines relacionados

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

con el planteamiento, diseño, construcción, operación, manejo y seguimiento de presas y sus obras complementarias. Adicionalmente, se han realizado seminarios específicos sobre diferentes tipos de presas y obras complementarias. **El Contratista** deberá tener en cuenta, entre otros, los siguientes documentos:

Boletín No.	Título
141	Concrete Rockfill Dams - Concepts for design and construction
140	Sediment transport and deposition in reservoirs
138	General approach to Dam Surveillance
137	Reservoirs and seismicity
062A	Inspection of dams following earthquake - guidelines
136	The specification and quality control of Concrete Dams
129	Dam Foundations. Geologic considerations. Investigation Methods. Treatment. Monitoring
128	Management of reservoir water quality - Introduction and recommendations
Boletín No.	Título
127	Remote sensing for reservoir water quality management - Examples of initiatives
126	Roller-compacted concrete dams - State of the art and case histories
125	Dams and floods - Guidelines and case histories
124	Reservoir landslides : investigation and management - Guidelines and case histories
123	Seismic design and evaluation of structures appurtenant to dams
122	Computational procedures for dam engineering - Reliability and applicability
120	Design features of dams to resist seismic ground motion
115	Dealing with reservoir sedimentation
113	Seismic observation of dams-Guidelines and case studies
112	Neotectonic and dams - Recommendations and case histories
107	Concrete dams - Control and treatment of cracks.
102	Vibrations of Hydraulic Equipment for dams - Review and Recommendations
093	Ageing of dams and appurtenant works
092	Rock materials for rockfill dams - Review and recommendations
091	Embankment dams. Upstream slope protection - Review and recommendations
089	Reinforced rockfill and reinforced fill for dams - State of the art
088	Rock foundations for dams
084	Bituminous cores for fill dams - State of the art
082	Selection of design flood- Current methods
081	Spillways. Shockwaves and air entrainment - Review and recommendations
080	Dam construction sites. Accident prevention - Review and recommendations
079	Alkali-aggregate reaction in concrete dams - Review and recommendations
078	Watertight geomembranes for dams - State of the art
075	Roller compacted concrete for gravity dams - State of the art

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

072	Selecting seismic parameters for large dams - Guidelines
071	Exposure of dam concrete to special aggressive waters - Guidelines
070	Rockfill dams with concrete facing - State of the art
067	Sedimentation control of reservoirs - Guidelines
061	Dam design criteria - Philosophy of choice
060	Dam monitoring - General considerations
059	Dam safety - Guidelines
058	Spillways for dams
053	Static analysis of embankment dams
052	Earthquake analysis for dams
049	Operation of hydraulic structures of dams
048	River control during dam construction
046	Seismicity and dam design
042	Bituminous cores for earth and rockfill Dams
036	Cements for concrete for large dams
034	ICOLD Guide for the International System of Units (IS)
031	A glossary of words and phrases related to dams

Tercer symposium sobre presas de enrocado y cara de concreto (CFRD) Concrete Face Rockfill Dams. Proceedings. Honoring J. Barry Cooke. 25 – 27 Octubre 2007. Florianópolis / SC. Brazil.

- ASCE: (American Society of civil Engineers): Sociedad Americana de Ingenieros civiles. Manuales de diseño:
 - Hydraulic Designg of Spillways.
 - Roller Compacted Concrete.
- USBR (United States Bureau of Reclamation): Oficina de Recuperación de Tierras de los Estados Unidos:
 - Design of Small Dams. 3ª Edición.
 - Design of Gravity Dams.
 - Design of Arch Dams.
 - Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Disipators. Engineering Monograph N° 25.
 - Air - Water flow mixture in hydraulic Structures. Engineering Monograph N° 41.
 - Cavitation in Chutes and Spillways. Engineering Monograph N° 42.
- U.S ARMY CORPS OF ENGINEERS: Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos:
 - Hydraulic Design Criteria (HDC).

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

- Construction of Cofferdams.
 - Hydraulic Design of Flood Control Channels.
 - Hydraulic Design of Reservoir Outlet Works.
 - Structural Designs of Spillways and Outlet Works.
- IAHR (International Association for Hydraulic Research): Asociación Internacional para las Investigaciones Hidráulicas.
 - Manuales de Diseño.
- USGS: Servicio Geológico de los Estados Unidos.
- CFE: Comisión Federal de Electricidad de México.
 - Manual de Diseño de Obras Civiles.

Otras Publicaciones de Interés:

- The use of Roller Compacted Concrete. Francisco Rodríguez Andriolo.
- Concrete Face Rockfill Dams. Paulo T. Cruz. Bayardo Materón. Manoel Freitas, 2009.
- Design of Hydraulic Gates. Paulo C.F Erbisti. 2004.
- Ingeniería de Presas, Obras de Toma, Descarga y Desviación Luis Miguel Suárez Villas. Caracas, Venezuela. 1982.
- Erosión Local al pie de Presas. Gustavo F. Vernet, 1983. Curso Latinoamericano sobre comportamiento hidráulico de obras de alivio de grandes presas.

2.4.2 Diseño, Fabricación e Instalación de la Tubería de Aducción

Para el diseño, fabricación e instalación de la tubería de aducción se seguirán, entre otras, las siguientes normas:

- MINAMBIENTE (Colombia): Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Reglamento del sector de Agua Potable y de Saneamiento Básico RAS 2000. Resolución 1096/2000 de Noviembre de 2000. Bogotá, Colombia.
- AWWA (American Water Works Association):
 - Tubería de Acero: Normas AWWA C-200, Manual M-11
 - Tuberías tipo CCP: Normas AWWA C-303-02, Manual M-9
 - Tuberías de Hierro Dúctil: Normas AWWA C-151, Manual M-41
 - Tuberías Fibra de Vidrio: Normas AWWA, C-950, Manual M-45
- **Normas Técnicas Colombianas (NTC):**
 - Tuberías de PVC: Normas ICONTEC

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

- Tuberías tipo CCP: Normas NTC 747
- Tuberías de Hierro Dúctil: Normas NTC 2587
- Tuberías Fibra de Vidrio: Normas NTC 3871

2.4.3 Otras Normas

Otras normas que se tendrá en cuenta en el diseño y construcción de la obra son las siguientes:

CONCRETO LANZADO	Normas ICONTEC
CONCRETO CONVENCIONAL	Normas ICONTEC
MATERIAL GRANULAR	Norma ASTM
SELLOS DE IMPERMEABILIZACION	Normas ASTM y DIN
APOYOS ELASTOMERICOS	Normas AASHTO y ASTM
ACERO DE REFUERZO	Normas ICONTEC y ASTM
MALLA DE REFUERZO	Normas ASTM
REFUERZO TENSIONADO	Normas ICONTEC
ANCLAJES ACTIVOS EN LA PRESA	Normas ASTM
ELEMENTOS METALICOS – PASAMANOS	Normas ICONTEC y ASTM
ELEMENTOS METALICOS VARIOS	ICONTEC Y STM
FABRICACION, PROTECCION E	Código AWS
INSTALACION DE ELEMENTOS METALICOS	
GALVANIZADO	Normas ASTM
EQUIPOS MECANICOS	Normas ASTM, ANSI y ASME
PINTURA Y PROTECCION DE SUPERFICIES	Normas ASTM y AWWA
EQUIPO ELECTRICO	Normas ANSI, NEMA, AWG, ICEA, IEC, IEEE
VIAS	Normas AASHTO

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

Normas INVIAS 2002

2.4.4 Especificaciones Técnicas Generales del Proyecto Regulación del Río Tona – Embalse de Bucaramanga

Las Especificaciones Técnicas Generales que fueron elaboradas como parte de los Estudios y Diseño de Fase 2, se presentan en el Capítulo 7 del Apéndice Técnico A. En ellas se precisa el alcance de las principales actividades relacionadas con el diseño, construcción y operación de cada obra. También se indica la medida y pago de cada ítem. Para los diseños que **El Contratista** ejecutará durante la Fase 3 utilizará las Normas que sean aplicables de acuerdo con el tipo de presa que finalmente seleccione.

Las Especificaciones Técnicas Generales son las siguientes:

400.0 REQUISITOS GENERALES

401.0 MANEJO AMBIENTAL

402.0 EXCAVACIONES EXTERIORES

403.0 OBRAS SUBTERRÁNEAS

404.0 RELLENOS

405.0 PERFORACIONES E INYECCIONES DE MORTERO Y LECHADA

406.0 CONCRETO

407.0 ACERO ESTRUCTURAL Y ELEMENTOS METÁLICOS MISCELÁNEOS

408.0 PROTECCIÓN TALUDES

409.0 COMPUERTAS, REJAS Y TABLONES DE CIERRE

410.0 INSTALACIONES ELECTRICAS

411.0 INSTRUMENTACIÓN

412.0 CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE ACCESOS

413.0 ACERO DE REFUERZO Y PERNOS DE ANCLAJE

414.0 DESVIACIÓN DEL RÍO, MANEJO DE AGUAS Y DESECACIÓN DE FUNDACIONES

415.0 TUBERÍA DE ADUCCIÓN

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

416.0 VÁLVULAS

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

3 ESTUDIOS DISEÑOS E INFORMES ENTREGABLES

3.1 ALCANCE MÍNIMO DE LOS DISEÑOS A NIVEL DE FASE 3 PARA EL COMPONENTE I

El alcance de los diseños a Nivel de Fase 3 de las obras del Componente I, deben comprender, como mínimo las siguientes actividades:

- Estudio de información existente.
- Definición y ejecución de estudios complementarios.
- Elaboración del Estudio de Ingeniería de Riesgos, incluyendo la estabilidad de las laderas del embalse
- Elaboración de Diseños Definitivos de los componentes del proyecto.
- Elaboración de las Especificaciones Técnicas Finales de la obra.
- Preparación de la Información de Referencia para construcción de la obra.
- Elaboración del Plan de Calidad del Proyecto y programa SISO.
- Control de calidad de los materiales, certificados de calidad, certificados de calibración equipos.
- Ejecución de ensayos en obra y laboratorio según normatividad vigente para el control de calidad propio de la obra.
- Elaboración de los planos de detalle para construcción de la obra.
- Preparación de los informes y planos de obra construida.
- Preparación de manuales para operación de la obra.
- Definición de metodología para determinar caudal de filtraciones del embalse.
- Seguimiento y Cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental e implementación de las fichas de manejo ambiental durante la construcción.
- Monitoreo de la presa y demás constituyentes del Proyecto durante el primer llenado del embalse y el primer año de operación del mismo.

En la definición del alcance de los diseños a nivel Fase 3 se tendrá en cuenta lo establecido a continuación:

3.1.1 Estudio de información existente

El Contratista tendrá la facilidad de estudiar la información existente que sea de utilidad para el proyecto, la cual incluye la suministrada por el **amb**, y la disponible en instituciones tales como IGAC, INGEOMINAS, IDEAM, etc.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

3.1.2 Definición y Ejecución de Estudios Complementarios

3.1.2.1 Exploraciones del Subsuelo (Adenda 3)

~~La guía mínima de las exploraciones del subsuelo que El Contratista deberá realizar, es idéntica a la guía mínima presentada en el Apéndice Técnico A.~~

La guía mínima de las exploraciones del subsuelo que El Contratista deberá realizar, es idéntica a la guía mínima presentada en el numeral 2.2.1 “Exploraciones del Subsuelo” del Apéndice Técnico A, modificado según Adenda No. 3.

3.1.2.2 Ensayos de Laboratorio Especiales (Adenda 3)

~~La guía mínima de las exploraciones del subsuelo que El Contratista deberá realizar, es idéntica a la guía mínima presentada en Apéndice Técnico A.~~

La guía mínima de ensayos de laboratorio especiales que El Contratista deberá realizar, es idéntica a la guía mínima presentada en numeral 2.2.2 “Ensayos de Laboratorio Especiales” del Apéndice Técnico A, modificado según Adenda No. 3.

3.1.2.3 Mapeos Geológicos

En los sitios de presa y obras complementarias se elaborarán mapeos geológicos de detalle para complementar la información obtenida en los estudios Fase 2. **El Contratista** indicará los mapeos geológicos que considere necesarios en estos sitios e indicará las áreas que serían cubiertas y la escala de los mismos que, en algunos casos, puede ser de hasta 1:200. Los mapeos geológicos incluirán, el conteo de sistemas de discontinuidades. Como mínimo se elaborarán mapas geológicos de toda el área de la presa y obras complementarias en escala 1:500, y de la franja correspondiente a la localización del plinto de la presa en escala 1:200.

En otros sitios del proyecto, como fuentes de materiales y laderas del embalse, también se elaborarán mapeos geológicos. **El Contratista** estimará, con base en su experiencia, el alcance de los mapeos que realizaría en estos sitios, indicando las áreas que serían cubiertas y las correspondientes escalas. Además presentará como mínimo planos geológicos que cubran toda el área del embalse y una franja de 100 m de las laderas, por encima del máximo nivel de agua del embalse, a escala 1:1000. En áreas de potenciales fuentes de materiales, los mapeos geológicos se recomienda hacerlos a escala 1:200 ó 1:500, dependiendo de la extensión de cada área.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

3.1.2.4 Levantamientos Topográficos (Adenda 3)

~~Para complementar la información obtenida en los estudios Fase 2 El Contratista realizará levantamientos topográficos necesarios, los cuales estarán apoyados en una pareja de puntos de GPS, que se materializarán en la zona del proyecto los cuales estarán apoyados al sistema de coordenadas y cotas del IGAC, estos puntos contarán con cota geométrica o de precisión; esta base servirá para la confirmación de cotas y coordenadas del proyecto. Los trabajos topográficos a realizar serán los siguientes:~~

- ~~• Topografía y nivelación de precisión, amarrada a puntos geodésicos del IGAC, de WP'S (puntos de trabajo), para los portales de los túneles, eje de presa, eje del vertedero, etc.~~
- ~~• Revisar y referenciar adecuadamente todos los WP y hacer topografía de detalle de la presa amarrada a los WP~~
- ~~• Revisión de la topografía existente.~~
- ~~• Levantamiento del área del embalse incluyendo la franja de 100 m por encima del nivel máximo del embalse, en la misma escala de los mapeos geológicos.~~
- ~~• Levantamientos detallados de los sitios de localización de las obras. En particular se hará un levantamiento topográfico detallado a lo largo del plinto con curvas de nivel cada metro y un ancho mínimo de 50 m; en todo caso la franja del levantamiento topográfico se extenderá un mínimo de 10 m por fuera de los límites de excavación.~~
- ~~• Secciones transversales del embalse, distanciadas entre sí como máximo cada 20 m y cubrirán desde el fondo del embalse hasta la cota 895 msnm, para confirmar capacidad del embalse. Estas secciones se utilizarán posteriormente como parte de los controles batimétricos del embalse. Cada una de dichas secciones se referenciarán adecuadamente sobre el terreno, debido a que constituirán el nivel de referencia "cero" para la ejecución de batimetrías del embalse para el control de la acumulación de sedimentos en los años posteriores de la operación del embalse.~~
- ~~• Revisión de las curvas de área y volumen contra elevación del embalse.~~
- ~~• Localización y levantamiento topográfico y ajuste de los diseños viales, conformados por las vías de acceso al área de trabajo del embalse y la que sustituirá la vía existente que deberá ser inundada.~~

Para complementar la información obtenida en los estudios Fase 2 El Contratista realizará los levantamientos topográficos indicados en el numeral 2.2.4 "Levantamientos Topográficos" del Apéndice Técnico A, modificado según la Adenda No. 3.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

3.1.2.5 Información Hidrológica y de Sedimentos (Adenda 3)

~~Para verificar la información Hidrológica y de sedimentos obtenida en los estudios Fase 2, El Contratista se debe prever la obtención y recopilación de datos y la obtención de muestras de sedimentos. El alcance mínimo deberá ser el de: continuar con las observaciones de niveles y caudales en la estación existente, con una frecuencia diaria de tres lecturas diurnas, o, a nivel horario en caso de crecientes. Tomar muestras para análisis de concentración de sedimentos en diferentes épocas, realizar aforos en la nueva estación que el amb reubicará en la cola del embalse, registrar niveles y tomar muestras para ensayos de sedimentos. El Contratista operará la estación climatológica que montará el amb durante la construcción y el primer año de operación del proyecto.~~

- ~~• El Contratista deberá instalar vertederos de pared delgada sobre cada una de las cunetas de las galerías de inyección y drenaje, para medir las aguas de infiltración.~~
- ~~• El Contratista puede instalar estaciones de aforo en los cauces de las quebradas que desembocan aguas abajo de la nueva estación que el amb reubicará en la cola del embalse. Dichas quebradas son:
 - ~~— Por la margen izquierda: Las Ranas, Gualilo y La Reforma.~~
 - ~~— Por la margen derecha: Los Monos.~~~~
- ~~• Además realizará aforos en estas estaciones simultáneamente con los aforos que realizará en la nueva estación que instalará el amb; con base en dichos aforos, El Contratista elaborará las curvas de calibración de cada estación.~~
- ~~• Además realizará aforos en estas estaciones simultáneamente con los aforos que realizará en la nueva estación que instalará el amb; y preparará correlaciones de los caudales registrados en todas las estaciones.~~
- ~~• Una vez se haya terminado la construcción de la presa y sus obras anexas, El Contratista construirá un vertedero en el cauce del río, inmediatamente aguas debajo de la misma, el caudal tendrá como finalidad medir la totalidad de las infiltraciones provenientes de la fundación, los del cuerpo de la presa, de los estribos, las galerías, y las aguas de escorrentía. Dicho vertedero se construirá a todo lo ancho del río y estará empotrado en la roca en la fundación y sus estribos.~~

Para verificar la información hidrológica y de sedimentos obtenida en los estudios de Fase 2, El Contratista deberá ejecutar lo indicado en el numeral 2.2.5 “Información Hidrológica y de Sedimentos” del Apéndice Técnico A, modificado según Adenda No. 3.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

3.1.2.6 Ejecución de Modelos Hidráulicos (Adenda 3)

~~El Contratista deberá ejecutar dos (2) modelos hidráulicos físicos de las siguientes características:~~

- ~~• Un modelo general en escala 1:50, que incluya todo el embalse, la presa y sus obras complementarias. Este deberá ser un modelo en fondo móvil y se estudiarán las condiciones de aproximación del flujo hacia las diferentes obras complementarias, el patrón de depositación de sedimentos en el embalse, la operación de evacuación de sedimentos a través de la descarga de fondo, el efecto del oleaje producido por el viento sobre el borde libre, tránsito de la creciente máxima probable. ($Q_{PICO}=1300 \text{ m}^3/\text{s}$). En este modelo se analizará el comportamiento hidráulico del vertedero incluyendo.~~
- ~~• Un modelo hidráulico físico del vertedero en escala 1:30 que incluya todas sus componentes y la zona de descarga al río Tona, donde se simulará la formación del cuenco de erosión. Se estudiarán las condiciones de aproximación del flujo hacia el vertedero, el perfil de flujo a todo lo largo del vertedero para tres crecientes, la distribución de presiones a todo lo largo del vertedero, la curva de calibración de la estructura de control en condiciones de flujo libre y para diferentes aperturas de la compuerta, el funcionamiento de las ranuras de aireación, y el patrón de flujo en la estructura terminal y en el cuenco de erosión y su entrega al río Tona.~~
- ~~• Un modelo hidráulico en escala 1:20 de la estructura de compuertas de la descarga de fondo y del tramo con funcionamiento a flujo libre. El caudal máximo de la descarga de fondo es de $110 \text{ m}^3/\text{s}$, se modelarán las condiciones de flujo correspondientes a tres caudales comprendidos entre 75 y $110 \text{ m}^3/\text{s}$. Se estudiarán los perfiles de flujo a todo lo largo del tramo a superficie, incluyendo el funcionamiento del sistema de aireación del flujo y la descarga al río Tona.~~

~~Estos modelos podrán ser contratados con diferentes laboratorios y preferiblemente con universidades locales, siempre y cuando dispongan de la capacidad adecuada. Se recomienda tener en cuenta los resultados de dichos modelos para el diseño definitivo de las obras.~~

Como parte de los Estudios de Fase 3 El Contratista deberá ejecutar dos (2) modelos hidráulicos físicos conforme a lo indicado en el numeral 2.2.6 “Ejecución de Modelos Hidráulicos” del Apéndice Técnico A, modificado según Adenda No. 3.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

3.1.2.7 Elaboración del Estudio de Ingeniería de Riesgos (Adenda 3)

~~El Estudio de Ingeniería de Riesgos se deberá adelantar tanto para el período de construcción como para el período de operación de la obra, en el cual se deben considerar, entre otros aspectos, los relacionados con la ocurrencia de terremotos y de la creciente máxima probable del río Tona, y estabilidad de las laderas del embalse. Se deberá considerar estudios de sismicidad inducida.~~

El Estudio de Ingeniería de Riesgos se deberá adelantar de acuerdo con lo indicado en el numeral 2.2.7 “Elaboración del Estudio de Ingeniería de Riesgos” del Apéndice Técnico A, modificado según Adenda No. 3.

3.1.2.8 Elaboración de Diseños Definitivos de los Componentes del Proyecto

Se deben llevar a cabo los diseños definitivos de cada uno de los componentes del proyecto. Los resultados de los diseños se compendiarán en Informes Técnicos que incluyan una descripción de las obras, los criterios seguidos en los diseños, condiciones de operación, instructivos de mantenimiento, métodos constructivos, y figuras y planos básicos de diseño. Los Informes Técnicos se deben complementar con Memorias de Cálculo que sustenten cada uno de los diseños.

Para la elaboración de los diseños se recomienda tener en cuenta las últimas versiones de normas y recomendaciones de reconocidas instituciones nacionales e internacionales relacionadas con el diseño de este tipo de obras, tales como ICOLD, IAHR, Comisión Federal de Electricidad de México, USBR, US Army Corps of Engineers, ASCE, ACI, AWWA, ISO, ASTM, NSR – 98, ICONTEC.

Los Informes Técnicos producto de los diseños deberán contar con la debida aprobación de la Interventoría y **amb**.

3.1.2.9 Elaboración de las Especificaciones Técnicas Finales para Construcción y Materiales de la Obra (Adenda 3)

~~El Contratista elaborará las Especificaciones Técnicas para Construcción y materiales de la Obra para aprobación del **amb**. Para ello deberá tenerse en cuenta la normatividad vigente sobre materiales, diseño y ensayos mínimos para el control de calidad. Para la elaboración de estas especificaciones se seguirán los modelos del Apéndice Técnico D.~~

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

~~En cada capítulo de las Especificaciones Técnicas por elaborar, se deben añadir Secciones que se refieran específicamente a cada una de las partes de este Proyecto.~~

~~El Contratista elaborará las especificaciones técnicas de todos los equipos electromecánicos y de instrumentación y control necesarios para cumplir con los objetivos del proyecto.~~

El Contratista elaborará las Especificaciones Técnicas para Construcción y materiales de la Obra para aprobación del amb. Para ello deberá tenerse en cuenta la normatividad vigente sobre materiales, diseño y ensayos mínimos para el control de calidad. Para la elaboración de estas especificaciones se seguirán los modelos del Capítulo 7 del Apéndice Técnico A, modificado según la Adenda No. 3.

En cada capítulo de las Especificaciones Técnicas por elaborar, se deben añadir Secciones que se refieran específicamente a cada una de las partes de este Proyecto.

El Contratista elaborará las especificaciones técnicas de todos los equipos electromecánicos y de instrumentación y control necesarios para cumplir con los objetivos del proyecto.

3.1.2.10 Preparación de la Información de Referencia para Construcción de la Obra

El Contratista deberá preparar la Información de Referencia para Construcción de la Obra. La citada información debe contener como mínimo los siguientes volúmenes: Geología y Geotecnia, Fuentes de Materiales, Topografía, Hidrología y Sedimentos, Disposición de Materiales Sobrantes e Información sobre equipos electromecánicos, catálogos, etc.

3.1.2.11 Elaboración del Plan de Calidad del Proyecto

El Contratista deberá elaborar el Plan de Calidad del proyecto, de acuerdo con los requisitos exigidos para este tipo de trabajos, con base en la norma ISO 9001 – 2000.

El Contratista deberá programar las auditorías internas que el Plan requiera para su correcto seguimiento. La Empresa se reserva el derecho de contratar la realización de auditorías externas, con el objeto de verificar el mejoramiento continuo del Plan de Calidad y la implementación de las acciones, por parte del contratista para la solución de las no conformidades.

ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTION PREDIAL, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA

3.1.2.12 Elaboración de los Planos de Detalle para Construcción de la Obra

Con base en los diseños de los componentes de la obra a que se hace referencia anteriormente, **El Contratista** deberá preparar los planos de detalle para construcción de cada componente, con el alcance que establezca **El Contratista**, para asegurar que los procedimientos de construcción sean los adecuados.

3.1.2.13 Preparación de los Informes y Planos de Obra Construida

Conforme al avance de las obras **El Contratista** debe actualizar las memorias de diseño y los planos de construcción de manera que se consignen los cambios realizados durante la ejecución de la obra, con el fin de asegurar que estos documentos muestren la obra tal como quedó construida.

3.1.2.14 Preparación de Manuales para Operación de la Obra y Manuales de Mantenimiento

El Contratista deberá preparar manuales para operación de los distintos componentes de la obra durante las fases de construcción, llenado inicial y operación permanente, con el detalle suficiente para que dicha operación pueda realizarse adecuadamente. En particular se debe preparar un manual para la operación de la instrumentación de la presa, en el cual se indicarán las frecuencias de lectura de los instrumentos, los procedimientos para llevar a cabo las citadas lecturas y las figuras, diagramas, cuadros, etc. en que se consigne y analice la información obtenida con la instrumentación.

Además se deben preparar manuales de operación de los diferentes equipos electromecánicos que quedarán instalados en la obra, tales como las compuertas del vertedero y las compuertas ó válvulas de los túneles de desviación, captación y descarga de fondo. Igualmente los manuales de mantenimiento respectivos.