

LISTA DE FIGURAS

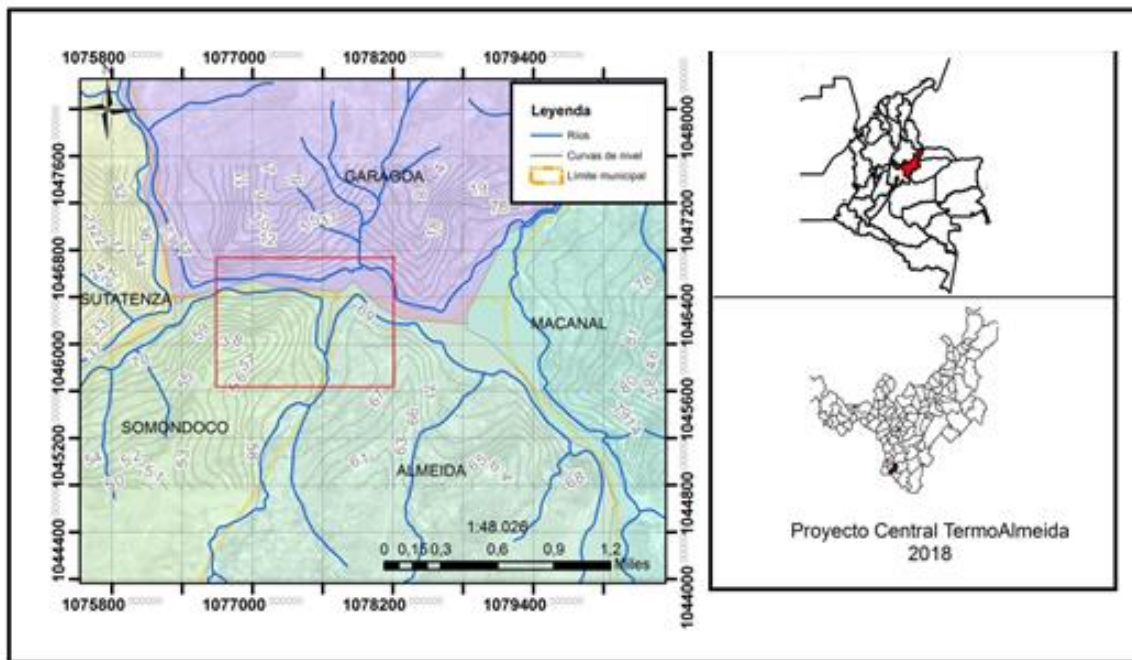
Figura 2.1. Ubicación geográfica municipio de Almeida y área del proyecto	3
Figura 2.2. Localización de la Central Termoeléctrica	4
Figura 2.3. Ruta Bogotá - Almeida	9
Figura 2.4. Esquema Caldera CBF y equipos auxiliares	32

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto TermoAlmeida se encuentra ubicado en el Departamento de Boyacá, en jurisdicción del Municipio de Almeida, limitando por el norte con los Municipios de Garagoa y Macanal, sirviendo de límite el Río Garagoa y el Embalse la Esmeralda; por el sur con los Municipios de Chivor y Guayata; por el oriente con los Municipios de Macanal y Chivor; y por el Occidente con el Municipio de Somondoco, sirviendo de limite la quebrada la Cuya. El desplazamiento hacia el área de interés, se podrá realizar desde Bogotá por vía terrestre a una distancia aproximadamente de 125 km (Figura 2.1)

Figura 2.1. Ubicación geográfica municipio de Almeida y área del proyecto



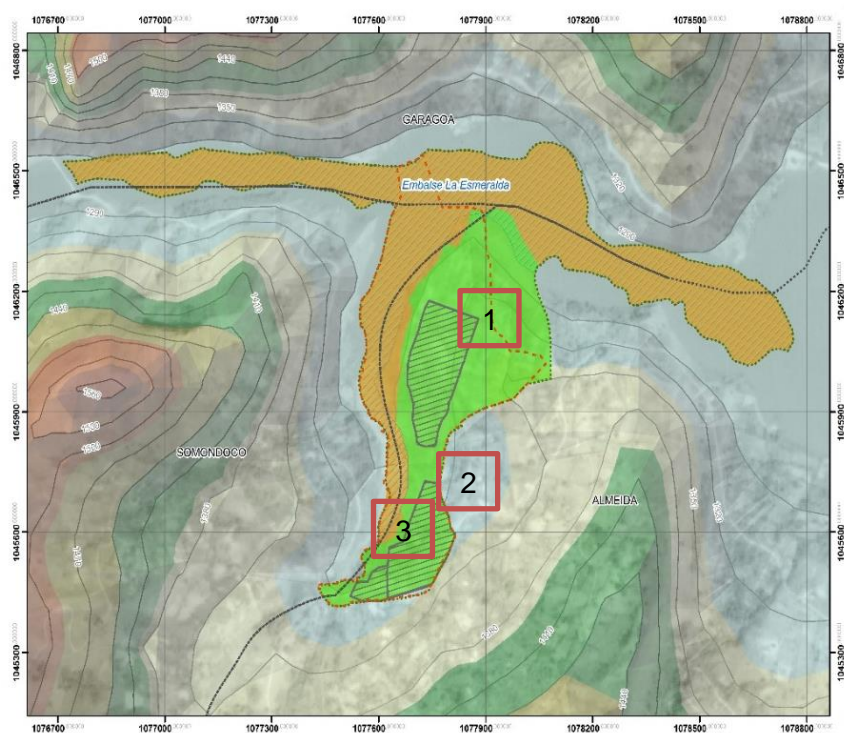
Fuente: Consultores UTADEO, 2018

Las áreas destinadas para la construcción y operación del proyecto se localizan en el municipio de Almeida, en el departamento de Boyacá. En esta área se encuentran las zonas referentes a (Figura 2.2):

- La Central Termoeléctrica (Planta generadora), emplazamiento de las instalaciones principales para la generación de energía, incluyendo el sistema de captación de agua de la quebrada La Cuya.
- El Patio de Acopio de Carbón.

- La Banda Transportadora (banda aérea encapsulada) para el transporte de carbón, y de éste a la Central Termoeléctrica para alimentar con carbón las calderas CFB (*Circulating Fluidized Bed*).
- El Zodme. corresponde al patio donde se dispondrán los residuos inertes resultantes del proceso de generación de energía en las calderas CFB.

Figura 2.2. Localización de la Central Termoeléctrica



Convenciones: 1. Central Termoeléctrica y Banda transportadora; 2. Patio de acopio de Carbón y 3. Zodme

Fuente: Consultores UTADEO, 2018

El área a ocupar para la construcción y operación de la Central Termoeléctrica abarca 4 ha (de las cuales 0.5 ha corresponden al sistema de captación de agua de la quebrada La Cuya), mientras el Patio de Acopio de Carbón cuenta con un área de 3 ha. El predio del Zodme ocupa un área de 1ha.

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

La empresa TermoAlmeida tiene previsto construir y operar una central generadora de energía termoeléctrica en el municipio de Almeida, con el fin de suplir la demanda energética requerida para el funcionamiento de las nuevas instalaciones, generando un excedente de energía el que se entregará al Sistema Interconectado Nacional (SIN).

- **Objetivos**

Los objetivos del proyecto son básicamente los siguientes:

- Suplir la demanda de energía que se requerirá para la operación.
- Generar un volumen adicional de energía para su colocación en el Sistema Interconectado Nacional

- **Características Técnicas del Proyecto**

El proyecto tiene claramente establecidos dos fases, a saber:

- Fase de construcción (pruebas y puesta en servicio de las instalaciones).
- Fase de operación

La Central Termoeléctrica tiene contemplado la instalación y operación de dos unidades de Generación Eléctrica, para producir energía para el Sistema Interconectado Nacional (SIN) (140 MW). Las características técnicas más relevantes del proyecto en cada una de las Fases se resumen a continuación.

➤ **Fase de Construcción**

Las características técnicas en la fase de construcción son básicamente las siguientes:

- Realizar la divulgación del inicio de actividades constructivas a las partes interesadas (autoridades locales, JAC, otros).
- Simultáneamente, tramitar los permisos de construcción y demás documentación requerida para el inicio de las actividades constructivas.
- Realizar el aislamiento de las áreas que serán intervenidas mediante polisombra, cercas metálicas o de madera, u otro material, para efectos de reducir el impacto paisajístico, dispersión de material particulado, etc.

- Contratación de mano de obra local, previa definición de la política que regirá esta actividad, como, por ejemplo, a través del Servicio Público de Empleo, u otro que establezca la Empresa.
- Señalización preventiva e informativa de las actividades constructivas, incluyendo las rutas de acceso a los frentes de obra, seguridad industrial, etc.
- Instalación de un campamento provisional de obra, consistente en tráileres para oficina, primeros auxilios, taller, bodega, almacenamiento de equipos y materiales para la construcción, otros; no incluye alojamiento.
- Construcción de cunetas en tierra y en concreto para el manejo y control de escorrentías en las áreas que serán intervenidas durante la fase de construcción (Central Termoeléctrica, Bocatoma y Patio de Carbón), siempre y cuando se observen flujos de lodos o sedimentos a la periferia de las áreas de trabajo.
- Descapote de las áreas que serán intervenidas para la construcción y operación de la Central Termoeléctrica incluyendo el área de la Bocatoma, Patio de Acopio de Carbón, Zodme.
- Ejecución de los movimientos de tierra, consistente en la extracción del material estéril en los sitios de intervención y envío a las escombreras municipales y/o Zodme del proyecto, así como el relleno de estas áreas con material seleccionado; explanación de los terrenos.
- Colocación de fundaciones para las estructuras que lo requieren, como por ejemplo, la chimenea, las unidades de generación, etc.
- Construcción de la totalidad de las instalaciones industriales: Patio de Acopio de Carbón, silos, sistema de captación de agua de la quebrada la Cuya (Casa de bombas), Bandas transportadoras, filtros de mangas, humectación de cenizas, oficinas en la Central Termoeléctrica y Patio de Acopio de Carbón, sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales.
- Verificación del funcionamiento de la instrumentación y respuesta en el cuarto de control.
- Ejecución de pruebas de los diversos componentes de las instalaciones industriales del sistema de captación de agua (Casa de bombas), de la Central Termoeléctrica (calderas, sistema contraincendio, extracción de cenizas, etc.), Patio de Acopio de Carbón y Banda transportadora.
- Verificación de consumos de materia prima, energía, agua, etc.; ajuste y calibración de equipos y procesos.
- En el Zodme, descapote de las áreas que recibirán las primeras cargas de ceniza y eventualmente material estéril procedente de la clarificación del agua

para uso industrial en la Central Termoeléctrica, construcción de cunetas temporales para el manejo y control de las aguas de escorrentía; construcción de oficinas para el ingreso y control de las volquetas, atención a partes interesadas y taller.

- En el Patio de Acopio de Carbón, recepción de los primeros cargamentos de materia prima para la Central Termoeléctrica.

➤ Fase de Operación

Esta fase consiste simplemente en la operación de las instalaciones industriales; las características técnicas más destacadas, son las siguientes:

- Operación continua de la Central Termoeléctrica.
- Paradas programadas de mantenimiento de los equipos de operación rutinaria y constante (calderas, filtros de mangas, turbinas y condensadores de vapor, etc.).
- Ejecución de pruebas de equipos que no son rutinariamente utilizados en la operación, como por ejemplo, el sistema contraincendio.
- Limpieza de áreas operativas, como por ejemplo, los sedimentos que se acumulan en el sistema de enfriamiento, limpieza de ductos de extracción de cenizas volantes y de fondo, etc.
- Disposición de cenizas en el Zodme.
- Monitoreos periódicos de calidad del agua, aire y ruido.

- **Capacidad Instalada, Procesos y Tecnologías a Emplear**

A continuación, se presentan los datos relacionados con la capacidad de generación prevista, así como un resumen de los procesos y tecnologías a aplicar.

El proyecto considera la construcción de dos unidades de Generación Eléctrica para producir energía para el Sistema Interconectado Nacional (140MW). La tecnología a utilizar es de lecho fluidizado circulante (CFB - *Circulated Fluidized Bed* por sus siglas en inglés), donde la combustión se produce en un lecho constituido por el combustible sólido.). Se tiene proyectado el uso de calderas tipo CFB, las que estarán diseñadas para quemar 100% de carbón de tipo subbituminoso y bituminoso.

Igualmente, desde el punto de vista de las reducciones de gases y material particulado a la atmósfera, se tiene previsto realizar las siguientes acciones:

- Instalación de un desulfurizador de mayor eficiencia (polishing FGD) con adición de cal para reducción SOx.
- Controlar la temperatura de combustión en el lecho fluidizado para generar una baja emisión de NOx.
- Incorporación de un reductor selectivo no catalítico de NOx basado en amoníaco.
- Instalación de filtro de mangas o *Fabric Filter* (FF) en cada unidad de generación para el control material particulado, así como de colectores de polvo en los puntos de transferencia de las bandas transportadoras de coque y carbón.
 - **Duración de las Obras y Cronograma de Actividades**

El tiempo estimado para la construcción y puesta en operación de la Central Termoeléctrica es de alrededor de 24 meses (dos años). En el numeral 252.2.2.10 se muestra el cronograma de actividades del proyecto.

- **Costo total del Proyecto y Costo de Operación Anual**

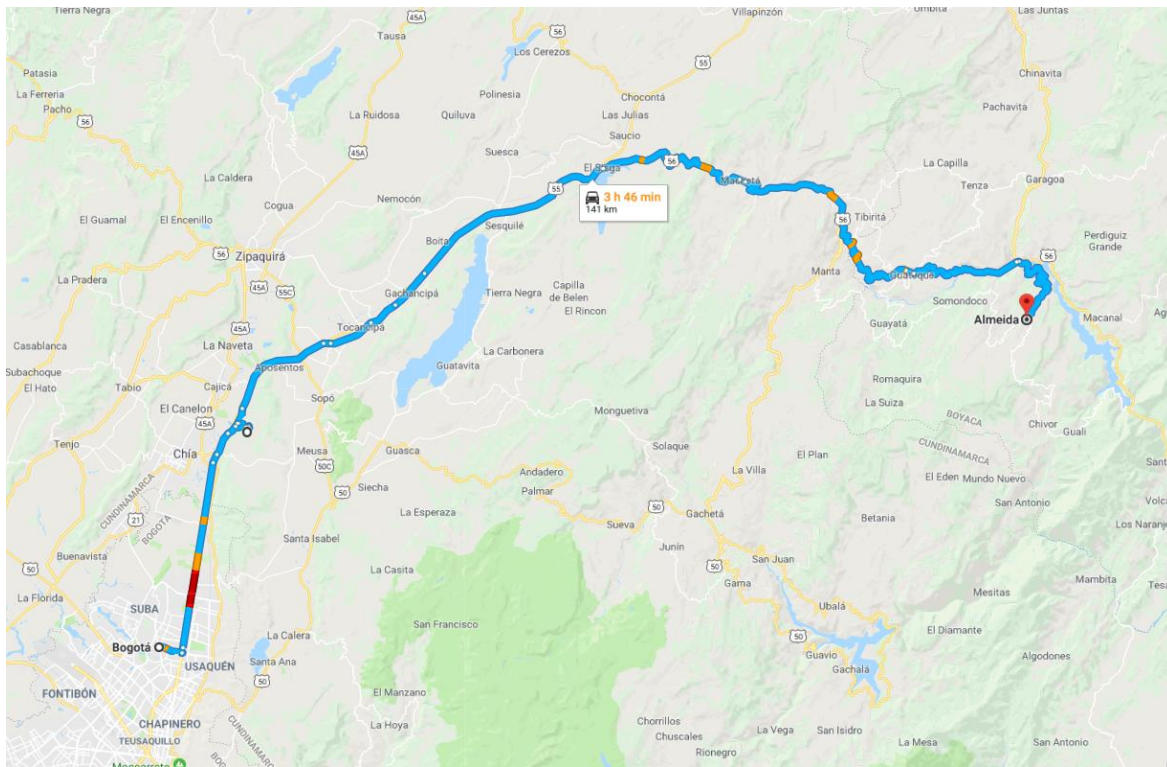
El costo estimado del proyecto, incluyendo la adquisición de los predios, estudios de diseño detallados, obras civiles, equipos, etc., asciende a aproximadamente 3.753.410 millones de pesos colombianos. El costo de operación anual de personal estimado (staff, operación, mantenimiento, etc.), asciende a alrededor de 711.262 millones de pesos a lo que habría que agregar el costo de equipos y materiales de reposición como resultado de las actividades de operación y mantenimiento de la Central Termoeléctrica.

2.2.1 Accesos al Área del Proyecto

2.2.1.1 Accesos Existentes

El municipio de Almeida está ubicado en el departamento de Boyacá, cuyo acceso terrestre se realiza por la vía Nacional de primer orden (ruta 55-56 -INVIAS), encontrándose a 135 kilómetros de la ciudad de Bogotá. Se accede por la Troncal del que conduce a Chía – Tocancipa – Gachancipá – Mchetá – Guateque – Las Juntas; entre Las Juntas – Santa María se encuentra el desvío hacia el suroriente al municipio de Almeida (Figura 2.3).

Figura 2.3. Ruta Bogotá - Almeida



Fuente: Modificado de Google Earth, Consultores UTADEO, 2018

En el recorrido hacia Almeida se encuentran:

- Vías de primer orden, correspondiendo a la vía Nacional, ruta 55- 56 INVIAS (Foto 2.1).
- Vías de segundo orden, Departamental, correspondiendo al tramo entre el desvío de la ruta 56-INVIAS hasta el municipio de Almeida (Foto 2.2).
- Vías de tercer orden, el cual corresponde al ingreso de la Central Termoeléctrica, caracterizándose por ser una vía de acceso que une la cabecera municipal con la vereda Tibaita (Foto 2.4).

Foto 2.1. Vía Bogotá – Chocontá



Foto 2.2. Vía Machetá - Guateque



Fuente: Modificado de Google Earth, Consultores UTADEO, 2018

Foto 2.3. Vía Las Juntas – Almeida



Fuente: Modificado de Google Earth, Consultores UTADEO, 2018

Durante las actividades constructivas, existe una vía que conduce hacia el casco urbano del municipio de Almeida (dirección norte), ya que permite un acceso directo a la Central Termoeléctrica e ingresar a ésta por su costado nororiental y que además será la vía principal para ingresar a las instalaciones industriales durante la Fase de Operación, tanto de la Planta generadora como del Patio de acopio de carbón y el Zodme. Es una vía de tercer orden, tiene un ancho de 3 a 4 metros aproximadamente, y se encuentra en regular estado y se evidencia capa vegetal en el eje de la vía (Cultivos) (Foto 2.4).

Foto 2.4 Acceso a la Central Termoeléctrica



Fuente: Modificado de Google Earth, Consultores UTADEO, 2018

Para acceder al Patio de Acopio de carbón se utilizará la misma vía descrita para llegar a la Central Termoeléctrica, ya que pasa precisamente por el frente del predio donde se tiene previsto este acopio de material; no se requiere realizar ninguna adecuación en este tramo.

2.2.1.2 Nuevos Accesos

Se indica que el proyecto no requiere de la construcción de nuevos accesos, ya que las áreas donde se desarrollará el proyecto (Central Termoeléctrica, Patio de Acopio de carbón, y Zodme), se encuentran al borde de vías existentes.

2.2.2 Instalaciones Industriales

2.2.2.1 Descripción de obras a construir

A continuación, se relacionan las obras que se tienen previsto construir, para cada componente del proyecto:

- **Central Termoeléctrica**

Las principales obras a realizar son:

- Cuartos de calderas
- Sistema de pretratamiento de agua, incluyendo clarificadores y adelgazadores.
- Patio de almacenamiento de caliza.
- Cuarto de trituración de carbón.
- Subestación eléctrica.
- Sistemas de enfriamiento de agua.
- Oficinas administrativas.
- Almacén.

- **Sistema de Captación de Agua**

Las principales obras a realizar son:

- Sistemas de bombas.
- Cuarto eléctrico.
- Facilidades de bombeo.
- Línea de conducción de agua.

- **Patio de acopio de carbón**

Las principales obras a realizar son:

- Área de Acopio de carbón.
- Cuarto eléctrico.
- Sistema de bandas transportadoras.
- Oficinas.

- **Banda Transportadora**

Las principales obras a realizar son:

- Bases del sistema de bandas transportadoras.
- Bandas transportadoras encapsuladas.

- **Zodme**

Las principales obras a realizar son:

- Oficina de recepción
- Pilas de almacenamiento de cenizas

2.2.2.2 Descripción de los métodos constructivos e instalaciones de apoyo

A continuación, se describe la información relacionado con los métodos constructivos, así como las instalaciones provisionales requeridas para el desarrollo de las actividades constructivas.

- **Métodos Constructivos**

Se presenta a continuación las actividades relacionados con los métodos constructivos para todas las áreas que hacen parte del proyecto.

- **Movilización de maquinaria, equipo, materiales, personal y fluidos**

Considerada como una actividad transversal a todas las áreas que serán intervenidas por el proyecto. Se refiere al transporte de maquinaria, equipos, materiales y personal durante la adecuación de áreas:

Pre-operativa: Se desarrolla la movilización por medio de vehículos ligeros para la realización de las actividades previstas para esta etapa como la gestión comunitaria e institucional, la adquisición de bienes y servicios, contratación de mano de obra no calificada y calificada, replanteo, etc. Incluye la instalación temporal de una oficina (containers) para la organización de las actividades en el área.

Obras Civiles: En cuanto a las obras civiles se requiere la movilización de la maquinaria y equipos requeridos para la construcción, dentro de los cuales se identifican bulldozer, volquetas, retroexcavadora, motoniveladora, vibrocompactador, etc. Además, corresponde al transporte de materiales y equipos necesarios para la construcción de estructuras (como cemento, formaletas, grúas, etc.) y materiales para la conformación de la capa de sub-base y base de la superficie que será explanada para la construcción de las instalaciones industriales.

Foto 2.5. Movilización de maquinaria y equipos



Fuente: <http://revistamakinariapesada.com/movilizacion-de-maquinaria-pesada/>

Para el sector donde se construirá la Central Termoeléctrica (Panta generadora), el transporte de la maquinaria y los materiales se realizará hasta el sitio designado por el proyecto para las instalaciones temporales, establecidas en el área que funcionará como Patio de acopio de carbón; se seleccionó este sitio considerando que las obras civiles en el lugar son reducidas, las que se pueden adelantar en la etapa final de la fase constructiva de la Central Termoeléctrica. Este almacenamiento se efectuará con la adecuada protección frente a los agentes climáticos.

Para la movilización de los equipos pesados se utilizarán camabajas y tracto camiones, dependiendo de la carga a mover, con un peso del orden de 50 toneladas, un ancho máximo de 4m, un largo máximo de 15m y una altura máxima de 4,5m. Los tractocamiones que transporten carga extra dimensionada tramitarán un permiso especial con la autoridad competente y serán escoltados por personal durante todo el viaje hasta llegar al sitio requerido.

- **Retiro y/o Reubicación de Obras de Infraestructura**

La primera actividad a adelantar será el retiro y/o reubicación de la infraestructura presente en los terrenos de la Central Termoeléctrica TermoAlmeida (Planta generadora) y Patio de Acopio de carbón, y que pueden generar interferencia con la operación de las nuevas instalaciones proyectadas.

- **Replanteo**

La primera actividad a realizar previo al inicio de las labores de desmonte y descapote es el replanteo, el cual consiste en localizar planialtimétricamente en el terreno las áreas que serán intervenidas, estableciendo la ubicación de los principales componentes de cada instalación industrial, requerimientos de bombeo o pendiente del suelo, etc.

- **Desmonte y descapote**

Este trabajo consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural en las áreas que serán intervenidas por el proyecto, así como del retiro de la capa orgánica de suelo; los alcances de estas actividades se describen a continuación:

Central Termoeléctrica. La labor de desmonte y descapote se realizará en la totalidad del área a intervenir, desde la fase inicial de obras civiles. Es importante indicar que previo a las labores de desmonte en el sitio destinado a la Central Termoeléctrica (Planta generadora), se realizará el ahuyentamiento y/o traslado del resto de la fauna existente.

Bocatoma de la quebrada La Cuya. En el lugar designado para el sistema de captación de agua de la quebrada La Cuya (Casa de bombas), se realizará desmonte y descapote de manera tradicional, tareas que se efectuarán de manera simultánea con la actividad prevista para la Central Termoeléctrica.

Patio de Acopio de carbón. Considerando que el volumen y complejidad de las obras civiles en el Patio de Acopio son bajas, se ha previsto que las actividades constructivas relacionadas con el Patio de Acopio se inicien una vez se encuentren bastante adelantadas las obras civiles correspondientes a la Central Termoeléctrica y bocatoma. Bajo esta consideración, se utilizará parcialmente el costado norte de este terreno para el almacenamiento de equipos y materiales necesarios para la construcción de las instalaciones industriales (Central Termoeléctrica, Banda Transportadora y facilidades en el Patio de Acopio de Carbón), así como el área de oficinas, taller, bodega, etc., para lo cual, en la fase

inicial de obras civiles, el desmonte y descapote en este sitio se realizará solamente en el área requerida para ello. Ya en la fase terminal de obras civiles de la Central Termoeléctrica y previo a las pruebas y puestas en servicio de la Planta, se procederá al retiro de la infraestructura temporal y se iniciarán las labores de desmonte y descapote del área restante requerida para la operación de recibo y almacenamiento de carbón.

Banda transportadora. Se efectuará el desmonte a todo lo largo del trazado, en tanto que el descapote solamente en los sitios donde se hincarán las bases de la banda transportadora. Esta labor se realizará también cuando las obras civiles correspondientes a la Central Termoeléctrica y bocatoma se encuentren adelantadas.

Zodme. La actividad de desmonte y descapote se iniciará previo al inicio de la operación de la central Termoeléctrica; esta labor de desmonte y descapote se realizará de manera progresiva, en la medida en que se vaya progresando con la disposición de cenizas y otros estériles.

- **Excavaciones y Rellenos**

Una de las primeras actividades constructivas consiste en la ejecución de excavaciones y rellenos, cuyas características se describen a continuación; vale la pena señalar que en ningún caso habrá cortes, pues las áreas a intervenir por el proyecto son llanas; los rellenos se refieren al reemplazo del material de excavación por material seleccionado.

Central Termoeléctrica. En el sitio donde se construirá la Planta generadora, se realizarán excavaciones hasta una profundidad promedio de 0.5 m, excepto en los sitios donde se instalarán los equipos principales, como la caldera CFB, los silos de combustibles sólidos, las turbinas a vapor y el generador eléctrico, entre otros, en donde se consideran losas y pedestales de fundación de hormigón armado apoyadas sobre pilotes, cuya profundidad podrá variar entre los 4 y 20 m de profundidad, hasta donde se encuentre el estrato de arena; en caso que sea necesario, se entibarán las paredes de las excavaciones.

Durante los movimientos de tierra se utilizarán cargadores frontales, retroexcavadoras, camiones de tolva larga y gran tonelaje, carros de arrastre, rodillos compactadores, tractores de oruga, motoniveladoras, camiones aljibes y otros equipos y herramientas menores de construcción. Las excavaciones de mayor precisión se harán a mano con equipos y herramientas adecuadas, tales como taladros oleo hidráulicos, palas, chuzos y picotas.

En la ejecución de fundaciones, muros y losas, se utilizarán mezcladoras, cargadores frontales, camiones mixer, grúas sobre neumáticos, vibradores de inmersión, bombas de respaldo, equipos y herramientas menores de construcción.

Patio de Acopio de carbón. Considerando que en el Patio no habrá infraestructura relacionada con edificaciones o equipos de envergadura, excepto las torres de transferencia de las bandas transportadoras, así como una pequeña oficina para el control de las operaciones, no se requiere de excavaciones adicionales al descapote.

Bocatoma quebrada La Cuya. Posterior al descapote, se realizará excavación solamente en los sitios designados para las fundaciones de la estructura que albergará la casa de bombas; posteriormente, se efectuará relleno con material seleccionado hasta una altura similar al de la Central Termoeléctrica, y luego se realizará el proceso de compactación. El volumen de las excavaciones y rellenos es reducido considerando la extensión de área a intervenir.

Bandas Transportadoras. Esta actividad demanda excavaciones puntuales solamente en los puntos donde se hincarán las bases de las bandas transportadoras.

Zodme. No requiere de excavaciones ni rellenos; se colocará la ceniza directamente sobre el suelo ya descapotado. Una vez seca la ceniza, esta fragua y se vuelve una capa impermeable.

El material de relleno que se requiera para el proyecto, provendrá de fuentes que dispongan de los correspondientes registros mineros y licencias ambientales vigentes.

- **Montaje**

La actividad que prosigue a la construcción de las fundaciones, es el montaje de los equipos principales de la Central Termoeléctrica. Estos equipos se fabricarán, de acuerdo con las especificaciones de diseño, tanto en el extranjero como en el país, y serán transportados al sitio del proyecto.

Se realizarán los montajes necesarios para todos los equipos de la Central Termoeléctrica, que comprenden los grupos turbinas de vapor y generadores, calderas y chimenea, el sistema de captación y bombeo de agua de la quebrada La Cuya, bombas de circulación de agua, emisario de descarga agua de río, los transformadores y equipos eléctricos, las estructuras y equipos eléctricos del patio de alta tensión, el sistema de instrumentación y control, el sistema de comunicaciones, los estanques de agua cruda, agua desmineralizada, tuberías de vapor, condensado, agua de circulación, sistema de agua potable, red contraincendio, cableado de potencia y control y equipos menores, etc.

Para el montaje de equipos en general se utilizarán grúas sobre orugas o sobre neumáticos, grúas horquilla, poleas, gatos hidráulicos, soldadoras, herramientas neumáticas varias, compresores de aire, aparejos de izado, maquinaria de talleres tales como soldadoras al arco y oxiacetileno, taladradoras, además de herramientas manuales ordinarias, equipos y herramientas menores de

construcción tales como curvador de tuberías, terrajas, llaves de torque e impacto, equipos de medición y calibración.

Se usarán materiales consumibles como tuberías, válvulas, estructuras metálicas soportantes, vigas, puntales, palancas de soporte (alzaprimas), pernos, tuercas, varillas y alambres de soldadura, gases, alambres, clavos, acetona, madera, andamios, paños de desecho, etc. Igualmente, comprende el montaje de la banda transportadora tubular la que irá encapsulada y del reclamador de carbón, en el patio, el que coloca el material sobre la banda transportadora para su envío a la Central Termoeléctrica.

- **Construcción de Cunetas**

Para garantizar el adecuado manejo de aguas lluvias durante la Fase de Construcción relacionado con el control del arrastre de sedimentos en las distintas áreas que conforman el proyecto, se requiere la ejecución de obras de drenaje, cuyos alcances se describen a continuación.

Central Termoeléctrica. Durante la Fase de Construcción y considerando que en el área a intervenir se efectuarán sólo descapote, excavaciones y rellenos, y no cortes, es posible que se generen sedimentos de arrastre por fuera de los frentes de obra; por lo que se construirá una cuneta perimetral temporal para impedir el ingreso de escorrentías de aguas lluvia a los frentes de trabajo. Como complemento, se propone la instalación de un sistema lavallantas para volquetas previo a la salida a la vía pública así sea esta destapada, para evitar el reguero de pegotes de sedimentos sobre la misma, o bien, la recolección manual de estos pegotes al término de la jornada diaria de labor.

Bocatoma de la quebrada la Cuya. El área a intervenir para la casa de bombas ya fue intervenida previamente durante la construcción de TermoAlmeida; por lo tanto, los movimientos de tierra serán muy reducidos.

Patio de Acopio de carbón. En el patio ocurre una situación similar a la Central Termoeléctrica respecto a la necesidad de una cuneta temporal perimetral para el control del ingreso de escorrentías a los frentes de obra en la Fase de Construcción, aunque aplicable sólo al descapote dado que no habrá excavaciones excepto en las bases de las torres donde se colocará la banda transportadora; además, se implementará un sistema lavallantas similar al expuesto a la Central Termoeléctrica, y cunetas temporales en los frentes de obra si se observa la salida de sedimentos por fuera del predio.

En la fase terminal de las obras civiles se construirá una cuneta en concreto perimetral a cada patio de acopio de carbón, incluyendo el sitio de descarga de materia prima (carbón) procedente de volquetas o tractomulas; el agua recolectada será llevada al sistema de tratamiento de agua.

Zodme. Dado que habrá áreas descapotadas temporalmente expuestas a la intemperie en tanto se vayan cubriendo de cenizas, podrá haber arrastre de

materiales los que se controlarán mediante sedimentadores excavados en el terreno natural. Estas cunetas y sedimentadores se irán construyendo de manera progresiva en el Zodme, en la medida en que se vayan abriendo nuevos frentes de disposición de cenizas

- **Instalaciones de Apoyo**

La Fase de Construcción comenzará con la habilitación de las instalaciones temporales, para lo cual se utilizará un espacio destinada al Patio de Acopio de carbón, considerando que las obras civiles definidas para este sitio se realizarán en la fase final de las actividades constructivas.

En esta área se dispondrán las instalaciones del contratista, dentro de las cuales se pueden considerar las oficinas, bodegas, casino, talleres, área de acopio de materiales, parqueadero de maquinaria, tanque de combustible para maquinaria, planta de concreto, grupos electrógenos, motocompresores, tendido eléctrico, servicios higiénicos y planta tratamiento de aguas, caseta temporal de residuos sólidos, etc. En el área no se tendrá campamento de alojamiento para el personal, considerando que la mano de obra no calificada provendrá en primera instancia de la vereda Tibaita y en segundo lugar del municipio de Almeida, en tanto que el personal calificado, además de los oriundos del área, los foráneos utilizarán las facilidades hoteleras del municipio de Almeida.

Adicionalmente, se utilizarán los servicios de apoyo que ofrece los municipios de Almeida, Somondoco y Garagoa como alimentación, talleres, comercio, papelerías, servicios de internet, etc.

2.2.2.3 Estimativo de los volúmenes de descapote, corte relleno y excavación

Para las áreas de Zodme como en el Patio de Acopio de carbón solamente habrá la actividad de desmonte y descapote, no habiendo excavaciones importantes. Es importante tener en cuenta que:

- El descapote en el Zodme se efectuará de manera progresiva, en la medida en que se vaya ampliando el frente de disposición de cenizas. El descapote se realizará en el 100% del área destinada para el depósito de las cenizas. No se realizarán excavaciones ni rellenos con material seleccionado.
- El descapote en la Central Termoeléctrica se realizará en el 100% del predio donde se construirá la instalación. La excavación consiste en extraer 25 cm de material estéril por debajo al descapote.

2.2.2.4 Ubicación de los sitios de disposición de materiales sobrantes de excavación y residuos sólidos

A continuación, se presenta la información relacionada con la ubicación de los sitios de disposición de materiales sobrantes de las excavaciones previstas, así

como el sitio de almacenamiento temporal de los residuos sólidos generados durante las obras civiles.

- **Residuos Sólidos Generados**

Durante las obras civiles, las que se concentrarán inicialmente en el sitio donde se construirá la Central Termoeléctrica y la bocatoma, los residuos sólidos recolectados por el proyecto se almacenarán temporalmente en la zona que funcionará como Patio de Acopio de carbón, ya que, como se mencionó previamente, el acondicionamiento de esta zona será una de las últimas actividades a realizar en la fase de construcción, ya que la infraestructura a instalar será reducida, de poca complejidad y de baja envergadura.

Considerando que el período establecido para las obras civiles, pruebas y puesta en servicio es prolongado, se construirá un centro de acopio de residuos sólidos de aproximadamente 150 m², el que estará constituido por una caseta con tejado (lámina de zinc), paredes en zinc o madera, y piso en concreto; tendrá como mínimo cuatro compartimientos relacionados con: residuos orgánicos, inorgánicos reciclables, inorgánicos no reciclables y residuos especiales; adicionalmente, se tendrá un patio a cielo abierto de alrededor de 750 m² para el almacenamiento de los residuos inorgánicos reciclables de gran tamaño. En la fase de operación, este centro de acopio de residuos sólidos se trasladará hacia los terrenos donde se construyó la Central Termoeléctrica.

2.2.2.5 Descripción de las obras de captación de agua y sistemas de tratamiento de aguas residuales

A continuación, se describe la información relacionada con la construcción de las obras de captación en la quebrada la Cuya (Casa de bombas), así como de los sistemas de tratamiento de agua previstos para la Fase de Construcción.

- **Captación de Agua**

- **Sistema de Captación**

Se tendrá un sistema de captación de agua de la quebrada La Cuya para uso industrial y atención de contingencias, tanto para la Fase de Construcción, como para la Fase de Operación. Se construirá un muro lateral en concreto adosado a la orilla de la quebrada La Cuya, del cual pendería un conjunto de tuberías y/o mangueras ancladas al muro, en cuya sección final se tendría una pera (Foto 2.6 y Foto 2.7).

Foto 2.6. Ejemplo de sistema de captación lateral


(Véase el conjunto de tuberías que desciende por el muro en concreto cuyas peras de captación se encuentran sumergidas (río Sumapaz, Campo Guando, Tolima).

Foto 2.7. Ejemplo de sistema de captación lateral


(Río Sumapaz, Campo Guando, Tolima).

Durante las actividades de construcción del Proyecto, se requerirá de agua para uso industrial, así:

- Humectación de superficies durante las explanaciones de los terrenos a intervenir
- Humectación de vías destapadas en los alrededores de la Central Termoeléctrica y Patio de Acopio de carbón
- Pruebas hidrostáticas (tanques de productos químicos, tuberías de proceso, calderas, tanque, etc.)

El volumen de agua requerido durante la Fase de Construcción, Pruebas y Puesta en Servicio para la humectación y otros usos es de 50 m³/día, cuya fuente de abastecimiento será el acueducto de Almeida (Espalmeida S.A E.S.P.) y transportada por carrotanques hasta los frentes de trabajo, en donde se instalarán tanques de almacenamiento de pequeño tamaño. Una vez se hayan finalizado las actividades constructivas del sistema de captación en la quebrada La Cuya y se encuentre en estado operativo, se utilizará esta última opción para el resto de las actividades constructivas que se encuentre en proceso, así como para las pruebas hidrostáticas requeridas.

Igualmente, se requiere de agua para consumo doméstico en las instalaciones temporales localizadas en el Patio de Acopio de carbón, así como en los frentes de trabajo en la Central Termoeléctrica, considerando que la Fase de Construcción, dura alrededor de dos años, se ha previsto la instalación de servicios sanitarios temporales en containers en ambos sitios (uno en el patio de Acopio y dos en la Central Termoeléctrica).

Finalmente, se requerirá de agua para consumo humano, el que será suministrado en botellones en las instalaciones temporales del proyecto, así como en bolsas en los frentes de trabajo.

- **Sistemas de Tratamiento de Agua**

Durante la Fase de Construcción, como se mencionó previamente, habrá baterías sanitarias en containers, dos para atender los frentes de trabajo alejados entre sí de la Central Termoeléctrica y una en el área de oficinas, taller y demás instalaciones temporales en el Patio de carbón. Cada batería sanitaria contará con su propia PTARD, por lo que se requerirá de 3 plantas de tratamiento.

Adicionalmente, se tendrán baterías sanitarias portátiles en los frentes de trabajo itinerantes como en la construcción de la banda transportadora y en la adecuación de las vías tanto al Zodme como a la Central Termoeléctrica; igualmente, en la adecuación inicial del Zodme y en la construcción de la bocatoma, considerando que el tamaño de personal que laborará en ambos sitios no es elevado y es por un tiempo relativamente corto, también se instalarán baterías sanitarias portátiles. En todos los casos, se colocará un baño por cada 15 trabajadores. Las baterías sanitarias serán manejadas a través de terceros que dispongan de los permisos sanitarios vigentes.

Foto 2.8. PTARD compacta.



Foto 2.9. Sanitarios portátiles.



Fuente: <http://www.isa.ec/index.php/galeria/tratamiento-de-aguas-residuales;>
<http://banoshidromasajeyacuzzi.blogspot.com/2010/09/banos-portatiles.html>

2.2.2.6 Descripción de las fuentes de emisiones atmosféricas fijas y móviles

A continuación, se indican las fuentes de emisiones atmosféricas fijas y móviles, para cada una de las áreas que serán intervenidas por el proyecto, durante la Fase de Construcción.

- **Fuentes Fijas de Emisiones Atmosféricas**

Con relación a todos los componentes del proyecto, es decir, el área de la Central Termoeléctrica incluyendo la bocatoma, el Patio de Acopio de carbón, la Banda transportadora y el Zodme, en la Fase de Construcción no se tienen fuentes fijas de emisiones atmosféricas. Incluso, no se tiene previsto la instalación temporal de una planta de energía, ya que se hará uso de la red de electrificación existente en la zona.

- **Fuentes Móviles de Emisiones Atmosféricas**

A nivel regional, en el área de la Central Termoeléctrica y facilidades asociadas, también se observan numerosas fuentes móviles por el tráfico vehicular derivado de otros proyectos y actividades. En relación a la Fase de Construcción del Proyecto, se identificó como principal fuente de emisiones la generación de material particulado sobre las vías destapadas, debido al movimiento de camabajas para el transporte de maquinaria, camiones con equipos y materiales de construcción, volquetas transportando estériles y/o material seleccionado para relleno, y vehículos menores en la zona donde se adelantarán obras civiles en la Central Termoeléctrica, Banda transportadora y Patio de Acopio de carbón.

Como medidas de mitigación se ha previsto el carpado de carrocerías de camiones que transportan materiales, el uso de mallas (polisombra, láminas o similar) periféricas en los terrenos donde se construirá la Central Termoeléctrica y el Patio de Acopio para reducir la dispersión de polvo, lavallantas en los accesos a los frentes de obra, etc.; se contempla también la humectación periódica de las vías destapadas en los alrededores de los frentes de obra.

2.2.2.7 Descripción de las fuentes de emisiones de ruido

- **Central Termoeléctrica**

En la Fase de Construcción se generará ruido permanente en el área de la Central Termoeléctrica (Planta generadora) incluyendo el área de la bocatoma (Casa de bombas), debido a la simultaneidad de trabajo en varios frentes de obra, operando toda clase de maquinaria y equipos: buldóceres, retroexcavadoras, tránsito de volquetas y vehículos menores, concreteras portátiles, motores de combustión para diversos fines, soldaduras, compresores, etc.

Otra fuente de ruido importante será el uso de motosierras para la tala rasa de la vegetación arbórea existente en los predios, mayormente en el área de la Central (Planta generadora), mientras en las áreas restantes (Patio de Acopio de carbón, Banda Transportadora, Zodme). De igual manera, al inicio de las obras constructivas se colocará una barrera perimetral en lámina metálica, polisombra u otro material similar alrededor de los predios donde se efectuarán los trabajos en la Central Termoeléctrica incluida el área del sistema de bombeo de captación de agua de la quebrada La Cuya.

- **Patio de Acopio de carbón**

En el Patio de Acopio de carbón, como se mencionó previamente, en la etapa temprana de la Fase de Construcción, se desarrollará la actividad de descapote solamente en un sector del polígono dado que se instalarán en el lugar las oficinas, bodegas, talleres, almacenamiento de equipos, etc., por lo que el ruido previsto está asociado principalmente al tráfico vehicular de volquetas y camionetas. Al igual que en el predio de la Central Termoeléctrica, se colocará una barrera perimetral en lámina metálica, polisombra u otro material similar al predio del Patio de Acopio.

En la etapa final de la Fase de Construcción, se realizarán las actividades constructivas asociado propiamente al Patio de Acopio: descapote, relleno, construcción de las bandas transportadoras, el reclamador de material, cunetas perimetrales, tanque de agua, etc.; sin embargo, se destaca que, considerando la baja complejidad de las actividades constructivas previstas aunado a la corta duración de las obras, las emisiones de ruido no serán de gran magnitud.

- **Bandas Transportadoras**

Se tiene previsto un pre-armado de las bases de las bandas transportadoras tubulares en el Patio de Acopio de carbón, de manera de reducir el tiempo de construcción (y por ende de exposición al ruido) en cada uno de los sitios donde se colocarán las bases de las bandas.

- **Zodme**

En el Zodme, en la Fase de Construcción, prácticamente no habrá actividades constructivas, excepto la construcción de una pequeña caseta para el personal que realizará el control de ingreso y operación de las volquetas que traerán la ceniza, así como de una caseta como taller/bodega y otra para almacenamiento temporal de residuos sólidos.

2.2.2.8 Requerimientos de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales

La información relacionada con el uso, afectación y/o aprovechamiento de recursos naturales, se detalla en el Capítulo 4 del presente EIA.

2.2.2.9 Estimación de mano de obra requerida

En la Fase de Construcción del proyecto, se utilizará una cantidad variable de mano de obra; esta se compone de supervisores, jefes de área, profesionales HSE y de seguridad industrial, interventores técnicos, ambientales y sociales, capataces, montadores, carpinteros, mecánicos, eléctricos, caldereros,

soldadores, jornaleros, etc. En la Tabla 2.1 se presenta la estimación de la mano de obra necesaria para la construcción del proyecto

Tabla 2.1. Mano de obra necesaria en la Fase de Construcción

Especialidad	Nº personas/día
Supervisión superior	14
Administrativos/secretaria	3
Topógrafos/Ayudantes	10
Servicios/Bodega/Campamento	16
Vigilancia	12
HSE y Seguridad Industrial	6
Obras Civiles	150
Montajes de estructuras	50
Montaje mecánico	60
Montaje tuberías	60
Montaje eléctrico	60
Instrumentación y control	15
Otros (casino, enfermería, visitantes, etc.)	25
Total	481

La mano de obra que desarrollará las obras de adecuación y construcción puede clasificarse, en cuanto a sus especialidades, de la siguiente forma:

- Obras Civiles: capataces, topógrafos, concreteros, carpinteros, albañiles, pintores, choferes y operadores de equipos.
- Montaje Mecánico: soldadores, mecánicos, montadores, caldereros.
- Instrumentación y Control: instrumentistas.
- Electricidad: electricistas.
- Administración: servicios generales, ingenieros y supervisores, empleados administrativos, enfermería.

Estos profesionales y jornaleros pertenecerán a las empresas a las que se adjudiquen las licitaciones de construcción. La mano de obra no calificada se contratará de la zona; en caso de que la demanda de mano de obra no calificada supere a la oferta, se procurará la vinculación de personal de veredas vecinas. En caso de existir personal capacitado (técnicos, profesionales) de la zona, se tendrá prioridad en la contratación si cumplen con los perfiles específicos de las diferentes actividades que establezca la Compañía.

Se menciona que, durante la Fase Constructiva, se implementará un sistema de transporte para el traslado hasta el área del proyecto.

2.2.2.10 Duración de obras, fases y cronograma de actividades

Se tiene previsto que las actividades constructivas de la Central Termoeléctrica incluyendo las instalaciones de la bocatoma (Casa de bombas), duren alrededor de 24 meses calendario. Las Pruebas de Operación de la Central Termoeléctrica, Patio de Acopio de Carbón, y las bandas transportadoras, podrán durar entre uno y dos meses, dependiendo de los resultados que se vayan obteniendo. En este lapso se inicia además el transporte de los productos involucrados en las calderas de lecho fluidizado (carbón), para generar un stock de producción y de contingencia. En la Tabla 2.2 se incluye el Cronograma de Actividades del Proyecto.

Tabla 2.2. Cronograma de actividades

Actividades	Año 1												Año 2											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Contratos de obras tempranas	■																							
Contratos de obras principales	■	■																						
Ingeniería de diseño		■	■	■																				
Diseño y fabricación			■	■	■	■	■	■	■	■	■													
Construcción y montaje de la Central Termoeléctrica										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Adecuación del Patio de acopio de carbón																		■	■	■	■	■	■	
Instalación de la banda transportadora																						■	■	
Adecuación del Zodme																						■	■	
Operación																							■	

2.2.2.11 Fuentes de energía, combustibles e insumos en la fase de construcción

Durante la Fase de Construcción, la energía eléctrica se obtendrá a partir de la red eléctrica local previa autorización de las autoridades. Los requerimientos de electricidad mensual, durante el período de construcción, serán de aproximadamente 500 kW de potencia en voltaje de 34,5 kV (Media Tensión).

Otros insumos necesarios para la construcción son hormigón, mallas electrosoldadas, soldadura, etc. y serán provistos preferiblemente por proveedores de la región, siempre y cuando cumplan con los estándares de calidad requeridos por la Empresa.

Los materiales de construcción (arena, grava, etc.), serán adquiridos en fuentes que cuenten con las autorizaciones mineras y ambientales correspondientes.

2.2.2.12 Pruebas y puesta en servicio

Previo al inicio de las Pruebas de Operación, se procederá a dismantelar las instalaciones temporales existentes en el Patio de Acopio de carbón, para efectos de realizar las adecuaciones requeridas para la operación de recibo y envío de y carbón, y comenzar a recibir esos productos para efectos de realizar las Pruebas de las instalaciones industriales.

Una vez finalizadas las obras constructivas y montaje de equipos en la Central Termoeléctrica incluyendo la bocatoma (Casa de bombas), Patio de Acopio de carbón y la Banda transportadora encapsulada (en sus dos tramos), las últimas actividades de la fase de Construcción están relacionadas con las Pruebas y Puesta en Servicio de todas las instalaciones industriales.

Una vez realizados los montajes se procederá a efectuar las pruebas a cada sistema en particular y al conjunto de la Central Termoeléctrica a fin de efectuar las recepciones y certificar los parámetros garantizados de los equipos y demás infraestructura. Dichas pruebas comprenden, entre otras, las siguientes de mayor relevancia:

- Pruebas hidráulicas de los circuitos mecánicos y tanques de almacenamiento de agua y otros productos.
- Pruebas de fase y aislamiento de los equipos eléctricos.
- Pruebas de giro de motores.
- Energización del transformador de partida.
- Energización de los equipos en particular y de funcionamiento individual.
- Pruebas del sistema de enfriamiento auxiliar y principal.
- Prueba hidrostáticas de las calderas CFB.
- Pruebas operativas y de encapsulamiento del sistema de las bandas transportadoras.
- Pruebas de los equipos de recepción, acopio y transferencia (reclamador) de carbón acopiados en el patio correspondiente; misma tarea se realiza con la caliza cuyo patio de almacenamiento se ubica en los terrenos de la Central Termoeléctrica.

Luego de efectuadas las pruebas se iniciará el procedimiento de Puesta en Servicio de las unidades, consistentes en:

- Pruebas de humo de calderas y ductos (hermeticidad).
- Lavado químico de calderas.
- Primer encendido de calderas con combustible sólido.
- Soplado con vapor de calderas.
- Soplado de tuberías de vapor.

- Pruebas de válvulas de seguridad de calderas.
- Pruebas de la turbina a vapor y sistema de precalentamiento agua de alimentación caldera.
- Primera sincronización del generador de la turbina a vapor.
- Pruebas de máxima carga.
- Pruebas de rechazo de carga.
- Pruebas de aceptación (Pruebas de eficiencia).
- Operación Comercial de la Central Termoeléctrica.

2.2.3 Instalaciones industriales fase de operación

2.2.3.1 Fuentes de energía y combustibles

La cantidad de combustible a utilizar dependerá de la carga de despacho de la unidad (MW por hora a generar) y del poder calorífico del combustible alimentado. Como se ha indicado en este documento, se utilizarán el carbón como combustible.

- **Carbón**

El carbón requerido para la operación de la Central Termoeléctrica provendrá de minas de los municipios de Jenesano y Ciénega ubicados en el departamento de Boyacá, que cuenten con las debidas licencias mineras y ambientales vigentes. El transporte se efectuaría mediante tractomulas carpadas, para su entrega y almacenamiento en el Patio de Acopio de carbón. Respecto a las propiedades físico-químicas del carbón, estas dependerán de las fuentes de procedencia; en la Tabla 2.3 se indican algunas características típicas de esta materia prima.

Tabla 2.3. Algunas propiedades físico-químicas del carbón.

Item	Unit	Performance Coal (Blending Coal Sub-bituminous Coal (N.9) 46% + bituminous coal (No.4) 54%)
Total Moisture	wt %	17.63
Inherent Moisture	wt %	-
Calorific Value (HHV) at 26°C	Kcal/Kg	5112
	KJ/Kg	21403
Caloric Value (LHV) al 25°C	KJ/Kg	4793
	KJ/Kg	20067
Proximate Basis		As received
Ash	Wt%	14.19
Volatiles	Wt%	34.00
Fixed Carbon	Wt%	34.18
Sulphur	Wt%	0.64
Total	Wt%	100.00

Item	Unit	Performance Coal (Blending Coal Sub-bituminous Coal (N.9) 46% + bituminous coal (No.4) 54%)
Ultimate Basis		As received
Carbon	Wt%	51.77
Hydrogen	Wt%	4.04
Sulphur	Wt%	0.64
Oxygen	Wt%	10.95
Ash	Wt%	14.20
Nitrogen	Wt%	0.77
Total	Wt%	100.00
Others		
Hardgrown	Wt%	39
Fusion Temperature		
Deformation (DT)	Degree C	1225
Spheric (ST)	Degree C	1245
Hemispheric (HT)	Degree C	1290
Fluid (FT)	Degree C	1350
Ash Components		
SiO ₂	Wt%	48.6
Al ₂ O ₃	Wt%	30.9
Fe ₂ O ₃	Wt%	5.1
CaO	Wt%	4.9
MgO	Wt%	1.4
Na ₂ O	Wt%	1.1
K ₂ O	Wt%	0.6
TiO ₂	Wt%	1.8
Mn ₃ O ₄	Wt%	0.0
P ₂ O ₅	Wt%	0.1
SO ₃	Wt%	5.5
NiO ₂	Wt%	0.0
V ₂ O ₅	Wt%	0.0
Total	Wt%	100.00

- **Otros insumos**

Otros insumos necesarios para la operación de la Central Termoeléctrica corresponden a los productos químicos señalados en la tabla siguiente (Tabla 2.4), cuyo volumen podrá variar dependiendo del número de calderas que se encuentre en operación.

Tabla 2.4. Insumos químicos para la operación

INSUMO	CANTIDAD ESTIMADA	USO
Fosfato Trisódico	6.5 kg/mes	Caldera
Fosfato Disódico	2.5 kg/mes	Caldera
Secuestrante de Oxígeno	30 kg/mes	Caldera
Soda Cáustica	300 kg/mes	Planta de Agua Desmineralización
Ácido Sulfúrico	600 kg/mes	Planta de Agua Desmineralización
Hipoclorito de Sodio	30 kg/mes	Planta de Agua potable
Inhibidor de corrosión	5 kg/mes	Circuito Cerrado de Enfriamiento
Bisulfito de Sodio en tabletas	30 kg/mes	PTARD
Hipoclorito de Calcio en tableta	45 kg/mes	PTARD
Cal	2.900 kg/día	Desulfurizador

Fuente: EIA Guacolda Unidad 3 y AES Chivor.

2.2.3.2 Fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, industrial y contingencia

A continuación, se detallan los requerimientos de caudal de agua y las fuentes de abastecimiento, para consumo humano, industrial y de contingencia.

Consumo humano

Durante la Fase de Operación, el agua para consumo humano será provista mediante botellones.

Consumo Industrial

El agua requerida para uso industrial será tomada en la quebrada La Cuya, a través de una bocatoma lateral. El agua será depositada en una piscina de almacenamiento temporal, la que fungirá como un pre-sedimentador; los sedimentos serán retirados mediante bombas de vacío o tornillo de fondo, y trasladados a la escombrera municipal, o en segunda instancia, al Zodme.

Contingencia

La Central Termoeléctrica tendrá los siguientes reservorios de agua:

- Tanque de agua cruda del sistema de pretratamiento
- Tanque de almacenamiento de agua tratada
- Paquetes de sistema de enfriamiento de agua

El sistema contraincendio se diseñará para articularse con los reservorios de agua de uso industrial, de manera que, dependiendo del eventual sitio del

siniestro, entrará a funcionar cualquiera de estos reservorios o sistemas; por lo tanto, no se requiere de un reservorio o tanque de agua propio para el sistema contraincendio, como tampoco de captación adicional de agua; cabe mencionar que el sistema de bombeo de la quebrada La Cuya operará de manera ininterrumpida, y por lo tanto, no habrá escasez de agua para atender contingencias.

2.2.3.3 Infraestructura y equipos del laboratorio

En los terrenos de la Central Termoeléctrica se tendrá un laboratorio para la verificación de las propiedades físico-químicas de carbón, de manera de controlar que cumplan con las especificaciones requeridas para la operación de los lechos fluidizados, eficiencia en la combustión de los materiales combustibles, etc.

En el laboratorio se contará con una alacena para el almacenamiento de los productos químicos utilizados en el laboratorio, precaviendo tanto la compatibilidad de almacenamiento entre los productos, como contando con las Hojas de Seguridad de cada producto. Se dispondrá en el lugar de un kit ambiental (arena, pala, extintor, paños, etc.) para la atención de pequeñas contingencias relacionados con derrames menores y contaos de incendio, entre otros.

2.2.3.4 Proceso de generación

2.2.3.4.1 Materia prima

- **Carbón**

El carbón, que será adquirido a terceros, se almacenará en una pila; se considera también un almacenamiento para sesenta días de operación de la Central Termoeléctrica, que representa alrededor de 14.000 toneladas métricas. Por esta razón, se hace necesario contar con un patio de almacenamiento de carbón que permita mantener la reserva necesaria para el funcionamiento de la Central Termoeléctrica.

2.2.3.4.2 Acopio de materia prima

- **Carbón**

El carbón se almacenará en una sola pila, localizada en la zona norte del predio, contiguo a la vía de acceso, dado que su suministro se realizará a través de volquetas carpadas; el volumen de almacenamiento de carbón también se proyecta para 60 días de operación de la Central Termoeléctrica.

2.2.3.4.3 Banda transportadora

El carbón será enviado al Patio de Acopio mediante una banda transportadora tubular, aérea, la que va encapsulada, para evitar material particulado; desde este Patio, se desprende otra banda transportadora de similares características (es decir, tubular, encapsulada y aérea).

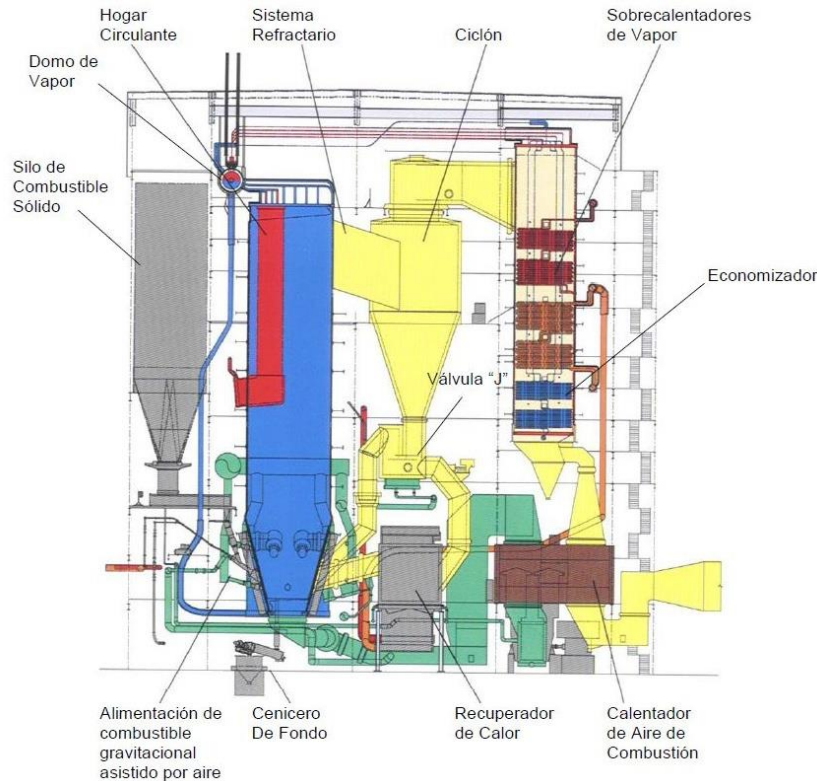
El trazado de la banda discurre en su totalidad a un costado de vías de accesos existentes. Las bandas transportadoras serán de 800 t/h de capacidad. El patio de almacenamiento de carbón contará con un apilador.

2.2.3.4.4 Proceso de generación

El carbón accederá a la Central Termoeléctrica a través de una banda transportadora tubular proveniente del Patio de Acopio de carbón. Ya en terrenos de la Central Termoeléctrica, la materia prima llega a una torre de transferencia, de donde se envía el producto a una torre de molienda para 800 t/h, separadores magnéticos, alimentadores vibratorios, reclaimers, muestreo de combustible “como recibido” y transporte hacia el alimentador de los silos de combustible de la Central, entre otros. El combustible de los silos descargará por gravedad a un alimentador mecánico, el cual dosificará el flujo hacia el lecho fluidizado de la caldera CFB. Las calderas, por sus características, podrán ser alimentadas con 100% carbón pulverizado. Se contempla la instalación de un molino triturador para reducir el tamaño máximo del combustible antes de enviarlo a la caldera CFB

Las calderas serán del tipo vertical, de circulación natural, con incorporación de caliza para la captura de azufre. El intercambio de calor producido por la combustión generará vapor de agua, el que alimentará una turbina de vapor que transformará la energía calórica/cinética en energía eléctrica a través de un eje conectado a un generador eléctrico. Una vez que el vapor pase por la turbina, éste será condensado en un condensador refrigerado con agua tratada proveniente de la quebrada La Cuya, y luego el agua condensada será bombeada de regreso a la caldera.

Figura 2.4. Esquema Caldera CBF y equipos auxiliares



Fuente: EIA Central Guacolda No.3

El generador de vapor con sistema (CFB), consiste de un hogar que contiene un lecho inerte de cenizas que es fluidizado mediante aire que se alimenta desde la parrilla. El principio básico de la combustión en lecho fluidizado, consiste en que ésta se produce sobre un lecho de material inerte a temperaturas que alcanzan los 815°C a 900°C. Este lecho es alimentado por el combustible granulado o triturado y aire primario inyectado en la parrilla bajo el lecho.

Adicionalmente, las calderas CFB, por sus características de permanencia de las partículas dentro del lecho fluidizado y el íntimo contacto entre ellas, tiene la ventaja de permitir la remoción eficaz de SO₂ en forma simultánea con el proceso de combustión.

Las calderas CFB tienen por característica un gran flujo de partículas circulantes (combustible no quemado y cenizas mezclados con los gases de la combustión) lo que resulta en una buena estabilidad del sistema y un buen control de la temperatura de combustión. Este flujo de gases y partículas sale del hogar a gran velocidad y se introduce en el ciclón de reciclaje (u otro sistema separador de partículas). Éste es uno de los componentes más importantes de la caldera CFB y separa gran parte de las partículas contenidas en los gases (las de mayor tamaño). Estas partículas separadas (cenizas y combustible no quemado) regresan a la cámara de combustión, directamente o pasando por un intercambiador de calor externo de vapor/cenizas. Este intercambiador permite,

por una parte, bajar la temperatura de las cenizas y forma parte del control de temperatura de combustión de la caldera y, por otra parte, reducir la superficie de intercambio del hogar de la caldera CFB para la producción de vapor sobrecalentado o recalentado.

A continuación, los gases pasan por un calentador de aire del tipo tubular o bien regenerativo, para posteriormente ingresar a un desulfurizador semiseco y a los filtros de manga, y luego hacia la chimenea, por lo general impulsados por un ventilador de tiro inducido (IDF).

Las calderas CFB contarán con un silo común para almacenar cenizas volátiles y un silo común para almacenar cenizas de fondo. El sistema de transporte de cenizas de fondo se hará a través de tornillos sinfín con humectación y bandas transportadoras, mientras que el transporte de cenizas volátiles desde la Planta al silo utilizará sistemas de tornillo sinfín y sistema presurizados (sopladores de aire), y a la salida se humectará. Estas cenizas, de fondo y volátiles, ya húmedas, serán descargadas a volquetas estancos a través de tolvas y chutes, para su disposición final en el Zodme.

Los componentes básicos de la caldera CFB y su equipamiento auxiliar e instalaciones de manejo de combustibles, se pueden resumir según se indica a continuación:

- Sistema de recepción, acopio en cancha y transporte de combustibles sólidos (carbón). Se consideran todos los elementos de medición, monitoreo, supervisión, clasificación y molienda del combustible sólido.
- Silos de combustibles sólidos adosados a la caldera y sus correspondientes alimentadores al hogar de la caldera.
- Sistemas de control y combate de incendios.
- Sistema de Aire Primario y Secundario con sus correspondientes ventiladores.
- Hogar de la caldera y configuración de fondo con toberas de aire para la formación del lecho fluidizado.
- Sistema de extracción de cenizas de fondo.
- Ciclones (o separadores de partículas) de salida del hogar.
- Superficie de tubos evaporadores.
- Sobrecalentadores, recalentadores y economizador en la sección de convección.
- Calentadores de aire de combustión (intercambiadores de calor de gases de salida de la caldera).
- Filtros de mangas previos a la emisión de gases por la chimenea.
- Sistema de extracción de cenizas volantes.

- Chimenea de 95 m de alto; 6,7 m de diámetro en la base y 5,0 m de diámetro en la salida.

2.2.3.4.5 Sistemas de tratamiento de aguas industriales

Para la operación de la Central Termoeléctrica, especialmente para los sistemas de refrigeración de las calderas, se requiere de agua de alta pureza, lo que determina la necesidad de implementar un sistema de tratamiento a las aguas que serán captadas en la quebrada La Cuya y enviadas mediante bombeo a la Central Termoeléctrica.

- **Sistema de Pretratamiento**

El Sistema de Pretratamiento está compuesto por tres subsistemas: piscina de decantación de sedimentos, clarificadores y filtros gravitacionales.

- **Piscina de decantación**

El agua cruda de la quebrada La Cuya es bombeada hacia una piscina de pretratamiento en la Central Termoeléctrica; la función básica de esta piscina es la floculación, para lo cual se inyecta cloro para desinfectar (hipoclorito), sulfato férrico (coagulante) y polímero floculante, para favorecer la sedimentación de partículas. Los sedimentos son retirados mediante bombas de vacío o por tornillos de fondo, y enviados a un espesador, donde se retira el fluido el que es llevado a la planta de tratamiento de aguas residuales industriales, en tanto que los lodos secos son enviados a la escombrera municipal o en segunda instancia, al Zodme mezclados con la ceniza. Los insumos químicos para la floculación se almacenan en tanques con dique perimetral para contener cualquier derrame.

- **Clarificador**

Posteriormente, el agua pasa a un sistema de clarificadores para continuar el proceso de limpieza del agua; en este sitio se inyecta un polímero de hidróxido de cal (cal viva), para ablandamiento del agua y control de pH.

- **Filtro Gravitacional**

Posteriormente, el agua ingresa a filtros de gravedad que funciona como un medio granular filtrante, con arena/antracita y grava. Debido a la alta eficiencia en la retención de sólidos de los floculadores y clarificadores, los materiales de filtración (arena/antracita y grava), pueden durar más de diez años sin que sean reemplazados.

- **Sistema de Tratamiento**

- **Planta Ósmosis**

Del sistema de pretratamiento, el agua es enviada a una planta ósmosis cuya función es reducir el contenido de sales totales en más del 90%, lo que impide las incrustaciones en el sistema y la corrosión.

- **Planta Desmineralizadora**

Posteriormente, el agua se envía a unos trenes desmineralizadoras para purificar aún más el agua, retirando remanentes de sales y los minerales, para lo cual se utilizarán resinas catiónicas (ácido sulfúrico) y aniónicas (sosa).

- **Sistema de Neutralización**

Posterior a la desmineralización sigue la neutralización cuya función es el control del pH del agua; finalmente, el agua resultante se almacena en tanques.

2.2.3.4.6 Sistemas de enfriamiento

La central Termoeléctrica, se tendrán dos paquetes de sistema de enfriamiento de las aguas provenientes de las calderas, deben ser de diez módulos para cada una de las unidades de 70 MW. Estas aguas, una vez enfriadas, serán vertidas a la quebrada La Cuya.

2.2.3.4.7 Equipos y procesos auxiliares

A continuación se incluyen los equipos que hacen parte del proyecto, estableciendo cuáles de ellos hacen parte del sistema de generación para el SIN, así como los elementos comunes para la operación de las tres unidades, los cuales se presentan en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Equipos que componen las unidades de generación de energía

Ítem	Unidad de Generación para el Mercado (SIN)
Potencia Neta de la Central	140 MW
Unidades de Generación	2

Ítem	Unidad de Generación para el Mercado (SIN)
Potencia neta por Unidad	140 MW
Componentes para cada unidad de generación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2 Calderas de lecho fluidizado (CFB) similares, para generar el vapor de agua requerido por la turbina de vapor de la unidad, incluye adición de caliza para reducir la formación de SO₂. ▪ Polishing FGD (Flue-gas desulfurization) para reducir más el SO₂ <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema SNCR para captura de NOx ▪ Sistema seco de extracción de cenizas de fondo para cada caldera. ▪ Sistema de extracción de cenizas volantes para cada caldera. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Un sistema de recuperación y alimentación de silos de combustible adosado a cada caldera. ▪ Un sistema de alimentación de caliza al lecho fluidizado circulante <ul style="list-style-type: none"> ▪ Un sistema de alimentación de cal al FGD ▪ Un sistema de alimentación de amoníaco al SNCR ▪ Filtros de ceniza volante y material particulado para cada caldera. ▪ Turbina de vapor de condensación, con vapor sobrecalentado y recalentado y sus correspondientes secciones de alta presión, presión intermedia y baja presión, asociada al generador eléctrico, que aprovechará el vapor producido en la caldera. Incluye los sistemas de gobierno de la admisión y control de vapor y el sistema de lubricación. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Condensador de vapor ▪ Un sistema de enfriamiento mediante 2 torres de refrigeración con agua de la quebrada en circuito cerrado. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema de agua-vapor para el ciclo de la unidad, precalentamiento y alimentación de agua para cada caldera, transporte del vapor a las turbinas, y condensación del vapor en cada condensador. Tuberías de vapor, agua de alimentación y condensado. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conexión eléctrica de la Unidad a la S/E. ▪ Chimenea en estructura de hormigón armado para la evacuación de gases ▪ Generador eléctrico, movido por la turbina, enfriado por aire, con su correspondiente sistema de excitación y regulación de voltaje. Incluye el sistema de lubricación y enfriamiento del estator. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Un transformador de poder ▪ Un transformador auxiliar

Ítem	Unidad de Generación para el Mercado (SIN)
Componentes comunes para todas las unidades de generación.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Un sistema de acopio y manejo de combustible sólido en cancha. Incluye elementos de medición, monitoreo, y clasificación del combustible sólido. ▪ Una planta desmineralizadora de agua, por medio de intercambio iónico de lecho mixto. ▪ Un sistema de captación para el agua de aporte al sistema de refrigeración de las unidades, y una descarga del agua de descarte. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Una planta de agua potable. ▪ Estanque(s) de agua clarificada. ▪ Estanque(s) de agua desmineralizada. ▪ Estanque(s) de agua potable. ▪ Una planta de tratamiento de aguas servidas. ▪ Conexión eléctrica de las unidades a la subestación eléctrica

2.2.3.4.8 Control ambiental

- **Material Particulado (Patio de Acopio de Carbón)**

Para el manejo del material particulado derivado de la manipulación del carbón, se menciona que:

- Desde el PMRB hasta el Patio de Acopio, el coque se transportará a través de una banda transportadora tubular encapsulada, lo que evita su exposición a las fuerzas eólicas. Entre el Patio de Acopio y la Central Termoeléctrica, y el carbón harán uso también de una banda transportadora.
- Para las pilas de carbón se dispondrá de un rociador de agua que entrará a operar en los períodos de estiaje, y para el caso eventual de que en la pila ocurra una ignición espontánea.
- Finalmente, se anota que se instalará una valla perimetral al terreno donde operará el Patio de Acopio de Carbón, tanto para un control paisajístico a través de una barrera viva con especies forestales de rápido crecimiento para controlar en alguna medida las emisiones de material particulado.

- **Material Particulado (Sitios de Transferencia de Carbón)**

Los aspectos de control ambiental que se contemplan en el sistema de transporte de combustible son:

- Sistema cerrado en puntos de transferencia de carbón: el diseño de los puntos de transferencia de carbón con bandas transportadoras evita la

caída de carbón y material particulado hacia el exterior de las torres de transferencia.

- Supresores y colectores de polvo: consiste en la inyección de agua pulverizada en los puntos de transferencia de carbón/coque de petróleo entre bandas transportadoras. El agua inyectada humecta y capta el material particulado.
- Cubiertas para bandas: las bandas transportadoras de carbón se encontrarán cubiertas en toda su extensión, para evitar la caída de carbón y material particulado hacia el exterior de las bandas.

- **Material Particulado Zodme**

Las cenizas procedentes de la Central Termoeléctrica llegarán húmedas al Zodme, y, por lo tanto, su descarga de las volquetas a las celdas de disposición no debe generar material particulado; de igual modo, los sedimentos producto del espesador también llegarán húmedos.

En la medida en que las cenizas se vayan secando, el material comienza a fraguar como un cemento, de manera que depósito expuesto a las condiciones eólicas prácticamente no genera material particulado, excepto que se transiten vehículos por encima en donde la fricción de las llantas con el depósito puede generar algo de material particulado, por lo que se procurará limitar en lo posible el tránsito de vehículos por las celdas.

Finalmente, se instalará una valla perimetral (polisombra, madera, lámina o similar) periférico al Zodme, así como una barrera viva (forestal) en tresbolillo, con especies de rápido crecimiento.

- **Emisiones de gases y material particulado (caldera CFB, proceso de combustión)**

En la Central Termoeléctrica habrá dos fuentes fijas correspondientes a las chimeneas; una de las cuales atenderá simultáneamente las dos calderas de 70 MW cada una. Las chimeneas serán de concreto reforzado tendrán una altura de 95 m. y 5 m. de diámetro en promedio.

Es importante señalar que con la tecnología de control de emisiones prevista en esta Central Termoeléctrica se tiene como objetivo cumplir tanto el estándar nacional de emisiones, así como con los estándares del Manual de Prevención y Mitigación de Contaminación del Banco Mundial (Pollution Prevention and Abatement Handbook PPAH), además de la Guía PPAH No. 38: Lineamientos para Plantas Nuevas de Energía Térmica, que son el referente de los Principios del Ecuador.

La colección de las cenizas se realiza primero a través de un sistema corresponde a un ciclón, el que atrapa las partículas más gruesas y las devuelve al lecho del

CFB. El remanente, antes del envío de las emisiones a la atmósfera a través de la chimenea, va a un sistema de filtros de mangas con una eficiencia global del 99,9%. Los gases de escape serán descargados a la atmósfera mediante una chimenea de 95 m de altura y 5 m de diámetro.

Vale la pena mencionar que el filtro de mangas es un dispositivo para filtrar los gases mediante mangas de tela, retirando el material particulado; anteriormente se usaban precipitadores electrostáticos, pero la eficiencia de estos dispositivos cae mucho cuando los gases tienen una baja concentración de SO₂, que es la situación normal hoy en día con los sistemas desulfurizadores, con reducción de SO₂. El desarrollo de mejores materiales de filtro, resistentes a la alta temperatura de los gases, y su alta eficiencia, ha hecho que hoy en día el filtro de mangas sea la tecnología de aplicación general en las centrales con control de emisiones de SO₂.

De otra parte, vale la pena mencionar que se instalará un sistema monitoreo de emisiones en cada chimenea de tipo extractivo con analizadores de NO_x, SO₂ y un opacímetro para el Material Particulado, sistema de almacenamiento de datos y reportes, calibración automático y acondicionamiento de muestras.

- **Ruido**

En el Patio de Acopio de Carbón, así como en el Zodme, las principales fuentes de emisión están relacionadas con el ingreso y salida constante de volquetas que transportarán carbón y las cenizas y estériles, respectivamente, por lo que se procurará tener en buen estado mecánico los vehículos. Al igual que en el predio de la Central Termoeléctrica, se tendrá una barrera viva perimetral al predio que albergará estas instalaciones.

- **Lixiviados Patio de Carbón**

La totalidad del área del patio de acopio expuesto a la intemperie contará con una geomembrana cubierto con arcilla, lo que permitirá captar los lixiviados que se produzcan por infiltración de aguas lluvia; estos lixiviados serán enviados a los costados del patio y recogidos en una cuneta perimetral, para su control y manejo; igualmente, se construirá una cuneta perimetral superficial alrededor del Patio, tanto de la materia prima expuesta al aire libre como las localizadas en las áreas techadas, de manera de recoger las aguas de escorrentías que fluyan por la superficie del mismo (**Foto 2.4**); esta cuneta contará con sedimentadores para retener sedimentos, los que serán enviados al Zodme donde quedarán encapsulados con la ceniza fraguada.

Las aguas recogidas en las cunetas anteriormente mencionadas recibirán un adecuado tratamiento a través de pozos con separadores de hidrocarburos-agua para el coque, así como un sistema de neutralización de pH para el caso del carbón. Estas aguas se podrán reutilizar para el rociamiento de las pilas de coque y carbón en el Patio de Acopio, en tanto que el excedente será entregado al sistema de tratamiento de la Central Termoeléctrica previo a su vertimiento.

- **Aguas Residuales Domésticas**

- **Central Termoeléctrica y Patio de Acopio de Carbón**

En la Central Termoeléctrica y en el Patio de Acopio, durante la Fase de Operación, los efluentes líquidos corresponderán a residuos líquidos domésticos que serán tratados en una planta de tratamiento de aguas servidas, una para cada sitio, el que tendrá un pozo de concreto y un sistema de tratamiento sanitario con aireación. Los sólidos resultantes se precipitarán en el clarificador.

El efluente del clarificador fluirá en pleno contacto con aplicación de hipoclorito de sodio para la desinfección previo a su descarga en el sistema de conducción que enviará las otras aguas residuales tratadas a vertimiento en la quebrada la Cuya. En el caso del Patio de Acopio, las aguas se enviarán mediante tubería hasta Central Termoeléctrica, donde se unirán con las aquí producidas.

- **Aguas Residuales Industriales Central Termoeléctrica**

Todos los efluentes industriales se descargarán a la piscina de tratamiento, constituyendo de esta manera una descarga única de aguas residuales industriales a través de la tubería de descarga del sistema de enfriamiento hacia la quebrada La Cuya, a las cuales se integrarán las aguas residuales domésticas tratadas y las aguas lluvias limpias

Los efluentes que conforman el total a ser descargado ($291 \text{ m}^3/\text{h}$) son:

- Agua de Enfriamiento.
- Purgas de la Caldera CFB. Se evacuarán aguas residuales desde la caldera CFB, las que provendrán de los sistemas de purga y de muestreo continuo de control, las cuales serán enviadas a la piscina de descarga.
- Descargas del Sistema de Tratamiento de Agua. Corresponden a descartes de la planta de tratamiento, que está destinada a producir agua desmineralizada de alta calidad para la caldera.
- Descarga Provenientes de Purgas de Otros Equipos. Estas clases de aguas de generación discontinua serán producidas por diversos tipos de purgas menores realizados en la sala de máquinas. Esta agua pasará por un tanque separador de aceite, antes de ser enviada a la piscina de descarga.

- **Residuos Sólidos**

Los residuos sólidos de tipo domiciliario se enviarán al relleno municipal debidamente autorizado (0,5 Ton/Año aprox).

Los desechos que requieran un manejo especial, tales como aceites de recambio, líquidos de lavado de equipos, grasas, y otros serán depositados transitoriamente en contenedores para ser enviados a una empresa especializada en el rubro para su procesamiento y disposición final.

Los elementos metálicos sobrantes serán vendidos como chatarra para su reprocesamiento en una fundición. En menor proporción se tendrán embalajes, cartones y tambores, y el residuo de tipo domiciliario, consistente principalmente en papeles y restos de alimentos.

- **Zodme**

El depósito de cenizas, estará constituida por una sola pila sin berma, con una altura de 25 m sobre la rasante natural equivalente a los sectores del predio. Las cenizas son compactadas mediante el paso de una retroexcavadora; una vez se inicia la deshidratación por su exposición a condiciones climáticas, ellas fraguan, encapsulando los estériles que puedan venir con la ceniza.

En algunos países, la ceniza producida en plantas similares al objeto de este Estudio de Impacto Ambiental, son entregadas a plantas cementeras dado que son útiles en su mezcla con el cemento; en estas condiciones, se procurará emular este procedimiento con cementeras existentes en la región. Al finalizar la etapa operativa del proyecto tanto las instalaciones de la planta, como banda transportadora, patio de acopio y zodmes pasaran por un proceso de restauración, sin embargo la fase de abandono no hace parte de los alcances del presente estudio.

2.2.3.4.9 Actividades de control de calidad y de mantenimiento de las unidades que conforman la central térmica

En este tipo de instalaciones, el equipo que contribuye en mayor proporción a los programas de mantenimiento es la caldera CFB. En general, estos mantenimientos se dividen en tres categorías: mantenimientos menores, inspecciones y reparaciones mayores. Los intervalos de tiempo entre cada uno de ellos dependen principalmente del número de horas de operación, del nivel de potencia, del número de partidas y de la forma de operación. El tiempo requerido para efectuar un mantenimiento mayor es de aproximadamente 60 días, considerando que todos los recursos se encuentran disponibles.

El mantenimiento e inspección de las calderas CFB será efectuado con rigurosidad, considerando las altas temperaturas y presiones a las que opera. Los mantenimientos no programados que pueden detener el proceso son atribuibles a las calderas y turbinas de vapor. En general los restantes equipos son redundantes para evitar que una falla en ellos detenga la Central.

La disponibilidad esperada para la unidad considerando las detenciones por mantenimientos programados y no programados será de aproximadamente 88%.

El tiempo de duración de los mantenimientos programados será menor que el tiempo estimado de reserva de las unidades. Mantenimientos de los otros equipos (no tan rigurosos como los efectuados a las calderas CFB) es altamente probable que permanezcan operativos incluso más allá de la vida útil del proyecto.