

VIII. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

8.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

8.1.1 Ubicación del Proyecto

El Proyecto Hidroeléctrico “El Tornillito” estará ubicado entre los Municipios de Villanueva y San Antonio de Cortés, en el Departamento de Cortés, en el Río Ulúa, a unos Nueve Kilómetros (9 Km) aguas arriba del Puente Pimienta. A su vez tendrá influencia directa sobre los Municipios de Trinidad, Concepción del Norte, Chinda e Ilima, todos del Departamento de Santa Bárbara.

8.1.2 Descripción del Proyecto

El Tornillito es un Proyecto Hidroeléctrico a filo de agua que se ubicará en el Río Ulúa, el mismo contará con una capacidad instalada aproximada de Ciento Noventa y Ocho punto Cinco Mega Watts (198.5 MW) y generará Setecientos Veintiuno Giga Watts por hora (721 GWh) promedio anual, conectándose al Sistema Interconectado Nacional (SIN) y al Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC) siendo los Principales Componentes del Proyecto:

- a) Una (1) Presa mixta de gravedad de concreto en el Río Ulúa,
- b) Vertedero y Descargadores de Fondo,
- c) Casa de Máquinas,
- d) Tres (3) Transformadores de potencia,
- e) Una (1) Subestación externa de alto voltaje,
- f) Tres (3) Líneas de transmisión a este nivel definidas,
- g) Caminos de acceso,
- h) Sistemas y facilidades auxiliares necesarias para operación.

8.1.2.1 Componentes Adicionales Durante la Construcción

- a) Dos (2) Canteras de Agregados para concreto,
- b) Bancos de Agregados en el Río Ulúa y Quebradas Tributarias,
- c) Planta Procesadora de Agregados,
- d) Plantas de Concreto,
- e) Vertederos de Sólidos (Botaderos),
- f) Canteras para la Construcción y Mantenimiento de Carreteras nuevas o existentes,
- g) Sistemas y Facilidades Auxiliares para construcción.

8.1.2.2 Componentes Principales del Proyecto

8.1.2.2.1 Una Presa Mixta de Concreto - Que incluye Casa de Máquinas y Descargadores de Fondo, y dos tramos de concreto CCR y Hardfill respectivamente. Con una longitud total de Cuatrocientos Treinta y Nueve punto Cincuenta y Siete Metros (439.57 m) y una altura de Ochenta y Dos punto Cinco Metros (82.5 m).

8.1.2.2.2 Descargadores de Fondo - Para el manejo de crecientes se dispondrá de Seis (6) compuertas radiales con dimensiones de Ocho punto Quince Metros por Trece punto Veinte y Cinco Metros (8.15 m x 13.25 m), y capacidad para colocar tablonces de cierre aguas arriba de cada compuerta radial para permitir eventuales reparaciones y/o mantenimiento de las mismas. La cota de solera de estas compuertas y tablonces se encuentra en la Cuarenta y Ocho punto Setenta Metros sobre el Nivel del Mar (48.70 msnm). Cada una de las compuertas está en capacidad de manejar un caudal hasta de Dos Mil Cuatrocientos Metros Cúbicos por Segundo (2,430 m³/s). Dicha configuración permite manejar un caudal de Catorce Mil Trescientos Sesenta Metros Cúbicos por Segundo (14,360 m³/s) garantizando el paso de la creciente con Diez Mil (10,000) años de período de retorno a través de los Descargadores de Fondo.

8.1.2.2.3 Vertedero - El vertedero corresponde a una estructura en canal abierto, localizado sobre la presa de Concreto Compactado con Rodillo. Está compuesto por un vertedero libre, un rápido de descarga y un deflector radial. El rápido de descarga tiene un ancho constante de Ciento Veinte y Siete Metros (127 m), una pendiente longitudinal igual a la cara aguas abajo de la presa de Concreto Compactado con Rodillo Cero punto Ochenta y Cinco H dos puntos Uno punto Cero V (0.85H: 1.0V) y una altura de muros de Cuatro Metros (4 m).

8.1.2.2.4 Parapetos - Las estructuras, están planteadas con un sistema de parapetos a diferentes niveles, que permiten el paso seguro de la creciente asociada a Diecinueve Mil Metros Cúbicos por Segundo (19,000 m³/s), empleando la descarga de fondo con todas las compuertas abiertas y el vertedero libre a su máxima capacidad.

8.1.2.2.5 Embalse - El embalse de El Tornillito tiene un área de superficie de Once Kilómetros Cuadrados (11.3 km²) y un volumen total de Doscientos Cuarenta y Dos punto Dos Hectómetro Cubico (242.2 Hm³) a la elevación máxima de Ciento Cinco punto Cinco Metros sobre el Nivel del Mar (105.5 msnm). Hidrológicamente, el embalse es pequeño y su volumen de almacenamiento total representa solamente Dos punto Ocho Por Ciento (2.8%) del caudal promedio anual, por lo que se puede considerar que El Tornillito es un Proyecto Hidroeléctrico típico "A filo de agua". El rango de operación del embalse será de

Ocho Metros (8 m), desde la elevación Ciento Cinco punto Cero Metros sobre el Nivel del Mar (105.0 msnm Nivel Máximo Normal) hasta la elevación Noventa y Siete punto Cero Metros sobre el Nivel del Mar (97.0 msnm Nivel Mínimo de Operación). Los niveles máximo y mínimo extremos de operación serán Ciento Cinco punto Cinco Metros sobre el Nivel del Mar y Noventa y Tres punto Cero Metros sobre el Nivel del Mar (105.5 msnm y 93.0 msnm) respectivamente. El volumen activo del embalse permitirá alguna regulación horaria y diaria. Durante las crecidas, se manejará el nivel del embalse utilizando las estructuras de control de inundaciones. El embalse ocupará una garganta estrecha y se extenderá Veinte y Nueve Kilómetros (29 Km) aguas arriba de la presa, aproximadamente. El ancho promedio aproximado del embalse será de Trescientos Sesenta Metros (360 m).

8.1.2.2.6 Bocatoma - Se prevé la instalación de Dos (2) estructuras de toma, cada una tiene una capacidad de Ciento Ochenta y Nueve Metros Cúbicos por Segundo ($189 \text{ m}^3/\text{s}$) de tal forma que en conjunto permiten captar el caudal de diseño de la central correspondiente a Trescientos Setenta y Ocho Metros Cúbicos por Segundo ($378 \text{ m}^3/\text{s}$). Cada una de las estructuras principales estará compuesta por Un (1) módulo de rejas apoyado en pilas de concreto.

8.1.2.2.7 Casa de Máquinas y Canal de Desfogue - La Casa de Máquinas es una estructura de concreto reforzado de Setenta punto Ochenta y Cinco Metros (70.85 m) de longitud en el sentido perpendicular al flujo del río y Setenta punto Ochenta y Cinco Metros (82.5 m) de altura desde la cimentación hasta la cresta. La Casa de Máquinas está integrada en el cuerpo de la presa, cuenta con dos unidades Kaplan de eje vertical, generadores de Ochenta y Ocho punto Nueve MVA (88.9 MVA); y equipos eléctricos y mecánicos auxiliares. Para dar rigidez a la casa de máquinas, en la zona aguas abajo, teniendo en cuenta la fuerza ejercida por la presión hidrostática con el nivel máximo de agua en el canal, se proyectó una estructura civil, conformada con vigas, columnas y muros. Complementariamente a lo anterior, las pilas de las compuertas se extienden hacia el interior de la superestructura reticulada Cinco Metros (5.00 m) aproximadamente. La Casa de Máquinas descargará hacia un Canal de Desfogue corto que conecta al río Ulúa.

8.1.2.2.8 Obras de Caudal Ecológico - Para el manejo del caudal ecológico de la central se ha dispuesto dentro del cuerpo de la presa una conducción con capacidad de manejar un caudal de Treinta y Cuatro Metros Cúbicos por Segundo ($34 \text{ m}^3/\text{s}$). A dicho sistema se integrará una turbina Francis de eje horizontal con una potencia en el eje de Diez y Seis punto Cuatro Mega Watts (16.4 MW). Contará con una reja a la entrada con la solera de captación en la Setenta y Cuatro punto Diez y Seis Metros sobre el Nivel del Mar (74.16 msnm) y una inclinación de Quince Grados (15°) con respecto de la vertical. El conducto de caudal

ecológico presenta una curvatura en planta con el propósito de optimizar el espacio requerido para la Casa de Máquinas y de esta forma reducir los volúmenes de excavación y de concreto requeridos para la construcción de la presa.

8.1.2.2.9 Transformadores de Potencia – El Proyecto tendrá dos transformadores principales de Doscientos Treinta por Trece punto ocho Kilo Voltio y Ciento Veinte y Tres MVA (230/13.8 kV 123 MVA). La entrega de energía y potencia de la unidad ecológica será a través de cualquiera de los transformadores principales.

8.1.2.2.10 Subestación – El Proyecto tendrá una Subestación ubicada en la margen izquierda, a 1150 m de la presa y contará con dos bahías en arreglo de Interruptor y Medio en Doscientos Treinta Kilo Voltio (230 kV), a la cual se conectarán las dos líneas provenientes de los transformadores principales desde Casa en Máquinas, la línea de Doscientos Treinta Kilo Voltio (230 kV) que interconectará a la subestación San Buenaventura de la red de SIEPAC/ENEE, y un transformador de potencia de Doscientos Treinta pleca, Ciento Treinta y Ocho, Trece punto Ocho Kilo Voltio (230/138/13.8kV). También tendrá un anillo de tres (3) elementos en Ciento Treinta y Ocho Kilo Voltio (138kV), al cual se conectarán dos líneas, una hacia a la Subestación de Villanueva y otra hacia la subestación de Caracol, propiedad de ENEE; y el secundario del transformador de potencia.

8.1.2.2.11 Líneas de Transmisión – Del Proyecto se extenderá una línea de transmisión de Ciento Treinta y Ocho Kilo Voltio (138Kv), doble circuito que interceptará la Línea L Quinientos Cuatro (L504) que conecta las subestaciones de Villanueva y Caracol. Adicionalmente se construirá una línea de transmisión de Doscientos Treinta Kilo Voltio (230 kV) de aproximadamente Veinte y Cuatro Kilómetros (24 Km) de longitud hasta la subestación de San Buenaventura de la red interconectada SIEPAC/ENEE.

8.1.2.2.12 Galería de Drenaje – Dentro del Proyecto se ha planteado la ejecución de una galería en el estribo izquierdo de la presa, cuya finalidad es la de drenar el agua del macizo rocoso para de esta manera mejorar las condiciones de estabilidad en este punto de la obra. Esta galería de drenaje está compuesta por una galería denominada GEI-1 y su respectivo acceso. De acuerdo con los resultados de los análisis realizados y teniendo en cuenta los espacios útiles requeridos, se ha definido que todas las excavaciones pertenecientes a la galería de drenaje GEI-1, es decir, la galería de acceso y la galería misma tendrán un diámetro de excavación de 2.80m, excavadas en una sección en herradura de paredes rectas de 2.80m de altura total. Se ha definido que la galería de drenaje, su acceso y ramal sean excavados mediante el sistema convencional con perforación y voladura en donde el proceso de instalación del soporte dependerá de las características del terreno que se esté atravesando.

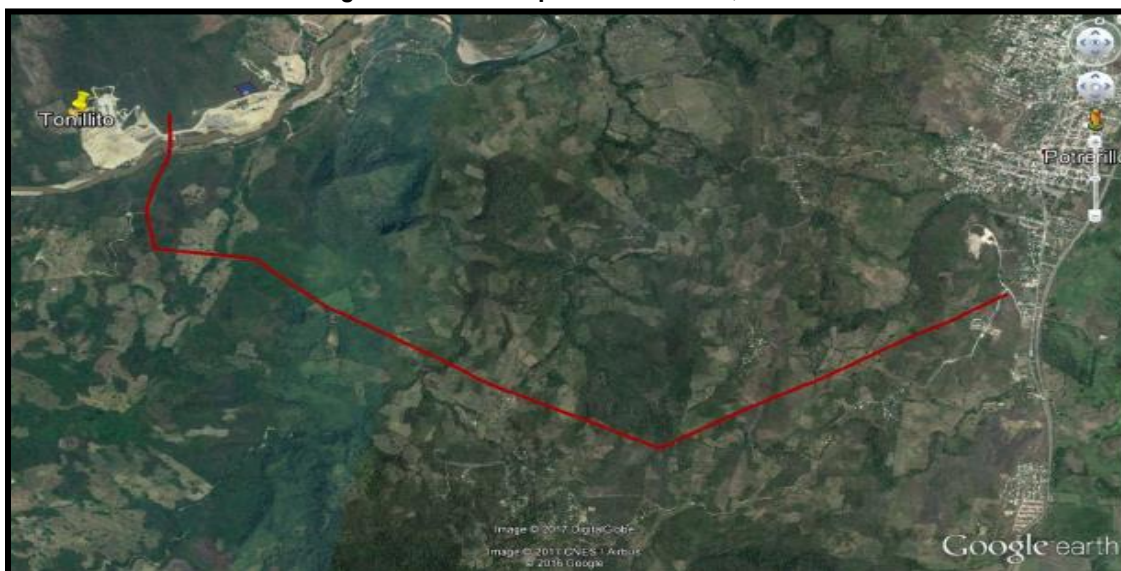
8.1.2.2.13 Carretera de Acceso - El acceso al proyecto cuenta con una carretera de tierra de Trece Kilómetros (13 Km) desde la ciudad de Villanueva, Cortes. La carretera está en perfecto funcionamiento. Para este efecto se hizo un levantamiento topográfico que permitió el diseño a nivel básico de la ruta de acceso principal hasta la cresta de la presa, así como los accesos a Casa de Máquinas, Subestación, al estribo derecho, canteras, planta de agregados, planta de concreto, ataguías y vertederos de sólidos. Las especificaciones y parámetros escogidos para esta carretera resultan de la combinación de varias categorías de carreteras usadas en el país. Para lograr esta definición, se utilizaron variables como volumen de tráfico, tipo de vehículo de carga, velocidad de circulación y tipo de topografía. La categorización principal se estableció con base a las necesidades de un camión articulado tipo T3-S2, que

está formado por un cabezal de 3 ejes y un remolque de Dos (2) ejes de Doce punto Dos a Trece punto Dos Metros (12.2 a 13.72 m) Cuarenta a Cuarenta y Cinco Pies (40 a 45 pies) de largo, con peso del orden de Treinta y Tres (33) Toneladas. Se escogió velocidad de diseño de Treinta Kilómetros por Horas (30 km/h), radio mínimo de giro de Treinta Metros (30 m), pendientes máximas de Doce Por Ciento (12%) sostenidas en Doscientos Metros (200 m). Ancho de calzada de Seis Metros (6 m). Lo anterior corresponde a una sección típica escogida particularmente para el proyecto.

8.2 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA

El proyecto contará con Dos (2) unidades de generación principales de Ciento Trece punto Cinco MVA (113.5 MVA) cada una y Uno (1) unidad auxiliar de Veinte MVA (20 MVA), para una capacidad máxima de Doscientos Cuarenta y Siete (247 MVA). Se tiene contemplado conectarse a la red local de Ciento Treinta y Ocho Kilo Voltio (138KV), pero debido a la limitada capacidad actual que tienen las líneas del sistema, no es posible entregar toda la energía que puede generar la planta. Otro punto que resaltar es que ENEE dentro de su plan de mejoras a red, tiene previsto repotenciar el circuito donde se tiene previsto la conexión pudiendo afectar la fecha de inicio de operación de la planta. En la fotografía siguiente se muestra la ruta que recorrerá la línea de 138kV/230kV, la cual será de doble Circuito y tendrá una longitud aproximada de Nueve punto Dos Kilómetros (9.2 Km). Esta línea se construirá utilizando torres de tipo celosía para obtener una altura promedio de Treinta y Ocho Metros (38 m).

Fotografía No. 9 Ruta para línea de 138,000 Voltio

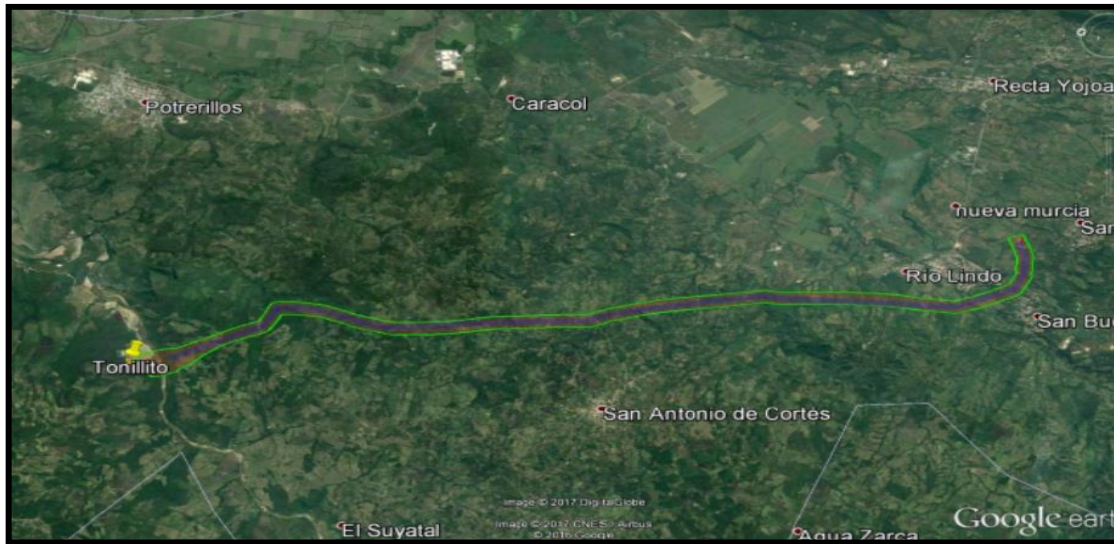


Fuente: Hidroeléctrica El Volcán S.A.

Para dar solución a estos inconvenientes, se tiene previsto construir una subestación elevadora y una línea en Doscientos Treinta Kilo Vates (230Kv) de circuito sencillo con Veinte y Cuatro Kilómetros (24Km) de

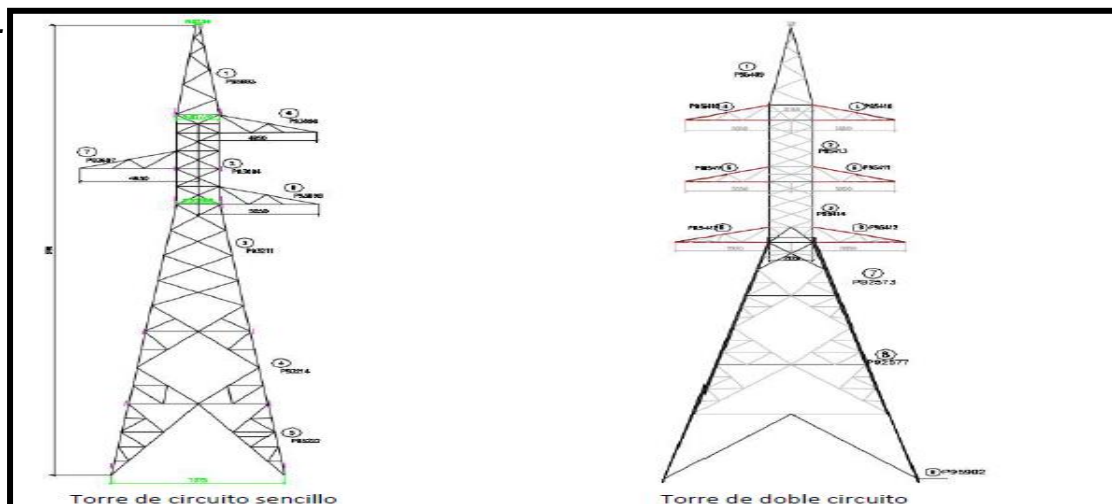
longitud, que conecte el proyecto con la subestación de San Buena Ventura, operada por EPR. Dicha propuesta fue discutida con ENEE y se considera como una opción favorable. Para esta segunda línea de Transmisión se utilizarán igualmente torres de celosía con una altura promedio de Treinta y Ocho Metros (38m) para cumplir las distancias de seguridad requeridas para ese nivel de voltaje. En la siguiente figura se puede observar la ruta propuesta para la línea mencionada.

Fotografía No. 10 Ruta para Línea de 230,000 Voltios



Fuente: Hidroeléctrica El Volcán S. A.

Figura No. 3 Ejemplos de Torres que serán utilizadas en la Transmisión



Fuente: Hidroeléctrica El Volcán S. A.

8.3 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO EN GENERAL

8.3.1 Turbinas

Las Turbinas son tipo Kaplan de Eje Vertical

Cuadro No. 17 Datos Significativos Turbina

| Datos Principales | |
|---|---------|
| Diámetro del Rodete | 4,0 m |
| Numero de Aletas | 8 |
| Velocidad Síncrono | 180 rpm |
| Caja Espiral fabricada de acero soldado con diámetro de entrada | 5,1 m |
| Caída máxima de succión | -5,5 m |
| Elevación del Eje de la Turbina | 44 msnm |
| Potencia Mínima con operación garantizada @ niveles normales | 10,8 MW |

8.3.2 Generadores

Los generadores serán sincrónicos, de Ciento Ochenta Revoluciones por Minuto (180 rpm), a un voltaje de Trece como Ocho Kilo Voltio (13,8 KV). Los datos principales de los generadores son las siguientes:

Cuadro No. 18 Datos Significativos Generador

| Datos Principales | |
|-------------------------------------|---|
| Velocidad Síncrono | 180 rpm |
| Acoplamiento directo con la Turbina | |
| Sistema de Enfriamiento | con aire – enfriado por al agua del río |
| Tipo de Sistema de Excitación | estático |
| Tipo de Gobernador | digital |
| Tensión al límite del generador | 13,8 kV |

8.3.3 Puente Grúa Pórtico

Se han previsto dos puentes grúas pórtico encima de la presa para todas las actividades de levantamiento de las compuertas de mantenimiento de los descargadores de fondo, toma y del vertedero. La información básica del puente grúa pórtico es la siguiente:

Cuadro No. 19 Datos Significativos Puente Grúa Pórtico

| Datos Principales | |
|------------------------------|--------------|
| Capacidad máxima del guinche | 20 toneladas |
| Calibre de los rieles | 5 m |

8.3.4 Grúa Pórtico Aguas Abajo

Se ha previsto un puente grúa pórtico abajo de la turbina para todas las actividades de levantamiento durante el mantenimiento de las compuertas del desfogue de las turbinas. La información básica del puente grúa pórtico es la siguiente:

Cuadro No. 20 Datos Significativos Grúa Pórtico Aguas Abajo

| Datos Principales | |
|------------------------------|--------------|
| Capacidad máxima del guinche | 20 toneladas |
| Luz de la Grúa | 5 m |

8.3.5 Drenaje y Sistema de Achique de Aguas

El sistema de drenaje y achique de aguas consiste de un sistema de tubería para la colección de agua de las varias partes de la casa de máquinas, con flujo por gravedad hasta dos pozos sumideros ubicados por debajo de la caja espiral entre las turbinas. Los pozos sumideros recibirán también el agua de los drenajes de la caja espiral de las turbinas. Para minimizar la posibilidad de inundación en los pozos sumideros, las válvulas tendrán procedimientos de operación para controlar la presión en la caja espiral. Los datos principales de las bombas son los siguientes:

Cuadro No. 21 Datos Significativos Drenaje y Sistema de Achique

| Datos Principales | |
|----------------------------|-----------------------|
| Caudal Máximo de Diseño | 300 m ³ /h |
| Caída Neta de Diseño | 40 m |
| Potencia de Consumo Máxima | 50 W |

8.3.6 Sistema de Enfriamiento por Agua

El sistema de enfriamiento por agua se divide en dos secciones principales; una para la turbina y otro para el generador. Debido al alto contenido de sedimentos en el agua del río no es adecuado utilizarla para el sistema de enfriamiento del grupo turbina-generador, por lo que se va a construir un pozo en el río posiblemente en el canal de desfogue donde se puede obtener agua de alta calidad en cantidades suficientes. Se va a bombear el agua de este pozo hasta un reservorio que estará localizado en el nivel más alto de la casa de máquinas para alimentar el sistema de enfriamiento por gravedad.

8.3.7 Sistema de Enfriamiento de la Turbina

El sistema de enfriamiento para el aceite de los cojinetes tomará su agua por bombeo del pozo ubicado posiblemente en el canal de desfogue. Para minimizar el riesgo de utilizar agua que no es de la calidad prevista para el enfriamiento del aceite de los cojinetes de la turbina, se van a bombear el agua hasta un sistema separado de tuberías hasta un reservorio que estará localizado en el nivel más alto de la casa de máquinas.

8.3.8 Sistema de Enfriamiento del Generador

El enfriamiento del generador es uno de los más importantes del sistema de enfriamiento por agua. El sistema de enfriamiento del generador utilizará la caída disponible del reservorio que estará localizado en el nivel más alto de la casa de máquinas. Es importante contar con agua en cantidad suficiente, pero más importante es que no exista sobre-enfriamiento del generador que podría causar condensación. Las cantidades de agua necesarias para los equipos del generador y de la turbina son las siguientes:

Cuadro No. 22 Parámetros de Diseño Sistema de Enfriamiento de Agua

| Datos Principales | |
|---|-----------------------|
| Cantidad Máxima de Agua de Enfriamiento - Generador | 300 m ³ /h |
| Cantidad Máxima de Agua de Enfriamiento - Turbina | 30 m ³ /h |

8.3.9 Sistema de Aire Comprimido

El sistema de aire comprimido se requiere para el sistema de frenado del generador, la presurización del aceite del gobernador y para el mantenimiento en general. El sistema estará compuesto de dos sistemas separados, una de alta presión para el sistema de presurización del aceite de la turbina y otra de baja presión para todos los demás sistemas dentro de la casa de máquinas. Se presenta los datos para cada sistema:

8.3.10 Sistema de Aire Comprimido de Alta Presión

Cuadro No. 23 Parámetros de Diseño Sistema de Aire Comprimido de Alta Presión

| Datos Principales | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Presión Máxima | 42 bar |
| Presión de Diseño | 40 bar |
| Presión Mínima | 38 bar |
| Numero de Compresores | 2 |
| Flujo de Diseño de Cada Compresor | 1,1 m ³ /min |
| Numero de Tanques Presurizados | 2 |

8.3.11 Sistema de Aire Comprimido de Baja Presión

Cuadro No. 24 Parámetros de Diseño Sistema de Aire Comprimido de Baja Presión

| Datos Principales | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Presión Máxima | 8 bar |
| Presión de Diseño | 7 bar |
| Presión Mínima | 6 bar |
| Numero de Compresores | 2 |
| Flujo de Diseño de Cada Compresor | 1,5 m ³ /min |
| Numero de Tanques Presurizados | 2 |

8.3.12 Equipo Eléctrico Ubicado en la Casa de Maquinas:

- Transformador de Servicio Propio
- Cable de Potencia
- Celdas de Interruptores de Potencia de Diez y Siete punto Cinco Kilo Voltio (17.5 Kv)
- Interruptores de Potencia
- Relé Sincronizador de las Unidades
- Celdas de Medición, Protección, Control y Automatización
- Inversor
- Generador auxiliar Diésel de Trescientos Kilo Watts (300KW)
- Transformador de Treinta y Cuatro punto Cinco pleca Cero punto Cuarenta y Ocho Kilo Voltio (34.5/0.48 KV)
- Transformadores Elevadores
- Red de Tierra
- Cable de Control y Fuerza
- Sistema de Iluminación

8.4 DATOS SIGNIFICATIVOS O PUNTUALES DEL PROYECTO

Cuadro No. 25 Datos Significativos del Proyecto

| General | |
|---|--|
| Río | Ulúa |
| Sitio de la Presa | El Tornillito |
| Región | Cortés y Santa Bárbara |
| Municipalidad | Villanueva y San Antonio en el departamento de Cortés, Chinda, Trinidad, Concepción del Norte e Ilima en Santa Bárbara |
| Ciudad más cercana | Pimienta |
| Pueblo más cercano | EL Remolino |
| Coordenadas UTM WGS84 | 1682650 N y 388496 E |
| Tipo de Proyecto | Generación Hidroeléctrica, Presa con Central Integrada |
| Capacidad Instalada Total (en la salida de los generadores) | 198.5 MW |
| Generación | |
| Tipo de central | Filo de Agua |
| Generación Promedia Anual Estimada (normal) | 721 GW/h |
| Factor de Planta Promedio Anual | 41% - 42% |
| Hidrología | |
| Periodo de Registros de Caudales | 1966 a 2017 – 51 años |
| Estación Hidrométrica | USGS 50805505 – Río Ulúa NR Chinda |
| Área de la Cuenca, km ² | 8,810 km ² |
| Caudal Promedio | 199.6 m ³ /s |
| Sitio de la Presa | |
| Área de la Cuenca, km ² | 9,040 km ² |
| Ingresos Promedios Anuales | 199.6 m ³ /s |
| Crecida de 10 años (sin Mitch) | 3,490 m ³ /s |
| Crecida de 20 años (sin Mitch) | 3,600 m ³ /s |
| Crecida de 100 años (sin Mitch) | 4,500 m ³ /s |
| Crecida de 10,000 años | 14,200 m ³ /s |
| Crecida Máxima Probable | 25,000 m ³ /s |
| Transporte de Sedimentos Suspendidos Estimados | 8.8 millones de toneladas por año |
| Transporte de Sedimentos Totales Estimados | 9.7 millones de toneladas por año |
| Embalse | |
| Nivel Máximo Operación (NMO; en msnm) | El. 105 |
| Nivel Mínimo Normal | El. 94.16 |
| Nivel Máximo Extremo | El. 105.5 |
| Nivel Mínimo Extremo | El. 84.96 |
| Volumen Total de Almacenamiento | 176.4 Mmc |
| Volumen Activo de Almacenamiento | 69.0 Mmc |
| Área de Superficie a Nivel Máximo Normal | 11.1 km ² |
| Longitud del Embalse a Nivel Máximo Normal | 29 km |
| Ancho Promedio del Embalse a Nivel Máximo Normal | 360 m |
| Tiempo Promedio de Retención | 8.5 días |
| Tasa de Almacenamiento del Embalse vs. Ingresos | 2.80% |

| Presa | |
|--|--|
| Tipo | Gravedad de Concreto Vaciado |
| Altura Máxima (desde la cimentación hasta la Cresta) | 83.5 m |
| Elevación de la Cresta (en msnm) | El. 107.50 |
| Longitud de la Cresta | 437 m |
| Elevación más baja de la Cimentación | El. 24 |
| Control de Permeabilidad y sub presiones | Cortina de Inyección y drenaje |
| Vertedero | |
| Tipo | Libre |
| Número de Canales del Vertedero | 1 |
| Longitud de Vertedero | 133.00 m |
| Elevación de la Cresta del Vertedero (en msnm) | El. 105.50 |
| Capacidad del Vertedero a la Cresta de la Presa (El. 111.40) | 3,963 m ³ /s |
| Compuertas de Fondo | |
| Tipo | Compuertas Radiales de Alta Capacidad |
| Numero de Compuertas de Fondo | 6 |
| Tipo de Compuerta y Tamaño (Ancho x Altura) | Compuerta Radial (8.15 X 13.25 m) |
| Cota Inferior (msnm) | El. 48.70 |
| Capacidad Máxima a Nivel Máximo Normal (Compuertas de fondo completamente abiertas) | 2,400 m ³ /s |
| Control de Inundaciones | |
| Capacidad Combinada Vertedero + 6 Compuertas de Fondo en Nivel Máximo Normal (105.50 msnm) | 14,400 m ³ /s |
| Capacidad Combinada Vertedero + 6 Compuertas de Fondo en la Cresta de la Presa (111.40 msnm) | 19,000 m ³ /s |
| Capacidad Combinada Vertedero + 6 Compuertas de Fondo en Nivel Máximo Extremo (114.26 msnm) | 25,000 m ³ /s |
| Desvío durante la Construcción | |
| Tipo de Desvío | Por medio de túnel y de los conductos de las Descargas de Fondo. |
| Crecida de diseño durante la construcción | 3,490 m ³ /s, 10-años periodo de retorno |
| Tipo de Ataguía | Enrocamiento con control de filtraciones |
| Elevación de la Cresta de la Ataguía Aguas Arriba (msnm) | El. 59.0 |
| Elevación de la Cresta de la Ataguía Aguas Abajo (msnm) | El. 58.5 |
| Bocatoma | |
| Número y Tipo | 2 tomas integrales |
| Cota Inferior (msnm) | El. 64.58 |
| Tamaño de las Rejas (ancho x altura) | 2 módulos de rejas 14.4 x 16.29 m, inclinada 14 Grados al vertical |
| Compuertas de Mantenimiento (número x ancho del vano x altura del vano) | 1 x 9.47 x 6.72 m, colocadas con la grúa pórtico |
| Compuerta Principal (número x ancho del vano x altura del vano) | 2 x 8.47 x 6.72 m, colocadas con sistema de izamiento oleohidráulico |

| Conducto de Aducción | |
|--|--|
| Longitud (desde la reja hasta la caja espiral) | 60.67 m |
| Tamaño (ancho x altura; diámetro) | Dos aberturas rectangulares de 13.90 m x 16 m con transición a circular de 6.72 m diámetro |
| Conducto con revestimiento de acero (incluyendo la transición) | Revestimiento de acero de 36.6 m de longitud, 6.72 m de diámetro, y 24 mm de espesor |
| Instalación | Integrado en el cuerpo de la presa |
| Velocidad Máxima del flujo | 5 m/s |
| Casa de Maquinas | |
| General | |
| Tipo | Integrado en el cuerpo de la presa |
| Número de Unidades | 3 (2 principales + 1 auxiliar para caudal ecológico) |
| Potencia Máxima por unidad Kaplan; Francis (en el generador) | 90.812 MW; 16.892 MW |
| Caudal Máximo por unidad Kaplan; Francis | 190 m ³ /s; 36 m ³ /s |
| Caudal Mínimo por unidad Kaplan; Francis | 50 m ³ /s; 19.3 m ³ /s |
| Caída de Diseño Kaplan; Francis | 51 m; 50 m ³ /s |
| Caída Máxima Kaplan; Francis | 53 m; 53 m ³ /s |
| Caída Mínima Kaplan; Francis | 42.7 m; 34.4 m ³ /s |
| Turbinas (Características Preliminares) | |
| Unidades Principales | |
| Tipo de Unidades | Kaplan de Eje Vertical con doble regulación |
| Número de aletas | 6 |
| Velocidad Específica a potencia máxima, Ns | 314.98 |
| Velocidad Rotacional | 150.0 rpm |
| Diámetro del Rodete | 5 m |
| Caída Máxima de Succión | -7.81 m |
| Elevación del eje del distribuidor (en msnm) | El. 44 |
| Eficiencia Máxima | 93.6% |
| Descarga de Diseño | 190 m ³ /s |
| Potencia de Diseño (en la turbina) | 88.9 MW |
| Potencia Máxima (en la turbina) | 92.4 MW |
| Generadores | |
| Frecuencia | 60 Hz |
| No de Polos | 48 |
| Voltaje | 13.8 kV |
| Sistema de Enfriamiento | Aire - Agua (Agua en circuito cerrado) Agua (circuito abierto) |
| Eficiencia | 98.2% |
| Factor de Potencia | 0.8 |
| Potencia Aparente de Diseño | 113.515 MVA |
| Potencia Activa de Diseño | 90.812 MW |
| Unidad Auxiliar | |
| Tipo de Unidad | Francis de Eje Horizontal |
| Velocidad Rotacional | 225 rpm |
| Diámetro del Rodete | 2.15 m |
| Caída Máxima de Succión | -1.83 m |
| Elevación del eje del distribuidor (en msnm) | 46.00 msnm |
| Eficiencia Máxima | 93% |

| | |
|---|-------------------------------------|
| Descarga de Diseño | 36 m ³ /s |
| Potencia de Diseño (en la turbina) | 16.4 MW |
| Potencia Máxima (en la turbina) | 17.3 MW |
| Generadores | |
| Frecuencia | 60 Hz |
| No de Polos | 32 |
| Voltaje | 13.8 kV |
| Sistema de Enfriamiento | Aire - Agua |
| Eficiencia | 97.4% |
| Factor de Potencia | 0.85 |
| Potencia Aparente de Diseño | 19.873 MVA |
| Potencia Activa de Diseño | 16.892 MW |
| Transformadores | |
| Diseño | 118 MVA enfriamiento Aceite - Aire |
| Voltaje | 230 kV / 13.8 kV |
| Camino de Acceso Permanente | |
| Distancia Total desde Villanueva hasta la cresta de la presa | 13 km |
| Villanueva hasta la intersección (carretera existente en buena condición) | 4.7 km |
| Carretera Nueva y mejoramiento de la carretera existente hasta la presa | 7.8 km |
| Acceso a la Casa de maquinas | 0.43 km |
| Línea de Transmisión | |
| Longitud | 24 km |
| Tipo | Un Circuito, Doble-conductor 230 kV |
| Terminación | Subestación San Buena Ventura |

Fuente: Hidroeléctrica El Volcán S. A.

8.5 METODOLOGIA DE CONSTRUCCION DEL PROYECTO

8.5.1. Métodos de Construcción para la Excavación de los Estribos y Fundaciones

8.5.1.1 Excavación y Transporte en Materiales Comunes

Los materiales comunes consisten en depósitos coluviales, derrubios de talud y aluviones. Se anticipa que la excavación de los materiales comunes se realizara, una parte, utilizando cargadoras frontales tipo Cat Novecientos Ochenta y Ocho C de Cuatrocientos Caballos de Fuerza (988C de 400hp) con una capacidad de Seis punto Cincuenta Metros Cúbicos (6.50m³) y otra parte utilizando Retroexcavadoras Cat Trescientos Sesenta y Cinco BL (365BL) con una capacidad de Cuatro Metros Cúbicos (4 m³). El material se depositará en camiones de volteo tipo Setecientos Sesenta y Nueve C (769 C) Caterpillar Cuatrocientos Cincuenta Caballos de Fuerza (450 HP) con una capacidad de 35 toneladas. Los materiales se transportarán a los lugares de desperdicio o directamente a rellenos ubicados dentro de una distancia promedio de 1,000-2000 metros.

8.5.1.2 Excavación y Transporte en Roca de las Fundaciones

Las excavaciones en roca se realizarán en formaciones de calizas.

8.5.1.3 Perforación y Voladuras en la Roca de las Fundaciones

Se anticipa que se deben excavar como mínimo alrededor de Doscientos Diez y Ocho Mil Trescientos Metros Cúbicos (218,300 m³) de roca en los estribos y en las fundaciones de la casa de máquinas y aliviadero. Las excavaciones serán desarrolladas en bancos de Cuatro a Diez Metros (4 a 10 m) utilizando perforaciones para voladuras de Cincuenta Milímetros (50mm) Dos Pulgadas (2") hasta Setenta y Seis Milímetros (76mm) Tres Pulgadas (3") de diámetro en una cuadrícula tributaria de Seis Metros Cuadrados (6m²) por perforación. Las perforaciones se ejecutarán utilizando perforadoras hidráulicas sobre orugas a razón de Quince Metros (15 m) por hora. Las voladuras se realizarán con explosivos de nitrato de amonio y gelatinas iniciadas con cordón detonante y detonadores eléctricos. Las cuadrículas y el uso de explosivos en roca que se encuentra a Dos (2) metros de las rasantes serán controladas para proteger la roca de las fundaciones.

8.5.1.4 Precorte

Para reducir la sobre excavación y preservar las superficies de los taludes en roca, se anticipa que se utilizaran métodos de precorte. El precorte consistirá en la ejecución de perforaciones espaciadas a Cero punto Treinta Metros (0.30 m) a lo largo de la línea del talud. Estas perforaciones se cargarán con

explosivos especiales tipo Gurit y serán detonadas antes de la voladura en la masa de roca para así establecer una línea de corte.

8.5.1.5 Excavación y Transporte

Siguiendo a las operaciones de perforación y voladuras, los materiales fraccionados serán cargados utilizando cargadoras frontales tipo CAT Novecientos Ochenta y Ocho (988C) y Excavadoras CAT Trescientos Sesenta y Cinco (365BL). El material se depositará en camiones de volteo tipo Setecientos Sesenta y Nueve (769C) Caterpillar Cuatrocientos Caballos de Fuerza (450 HP). Los materiales se transportarán a los lugares de desperdicio o directamente a rellenos ubicados dentro de una distancia promedio de Mil a Dos Mil Metros (1000 a 2000 m).

8.5.1.6 Instalación de Pernos en Roca

Se anticipa que para estabilizar la superficie de los taludes se instalaran pernos de anclaje de Treinta y Ocho Milímetros (38mm) Una y Media pulgadas (1-1/2") espaciados a un promedio de Dos Metros (2 m).

8.5.1.7 Concreto Lanzado (Shotcrete)

Se asume que se aplicará una capa de concreto lanzado de Setenta y Seis Milímetros (76mm) Tres Pulgadas (3") sobre los taludes en roca. Para ejecutar los trabajos de concreto lanzado se utilizarán equipos tipo Aliva o similares.

8.5.1.8 Consolidación de las Fundaciones

Después de finalizar las operaciones de excavación en roca y antes de la preparación final de las superficies, la roca de las fundaciones será consolidada mediante perforaciones e inyecciones de lechada de cemento. Se anticipa que las perforaciones para la consolidación estarán espaciadas a Cinco Metros (5 m) y que tendrán una profundidad de Ocho Metros (8 m); la cantidad promedio de lechada de cemento se asume en Ochenta Kilogramos (80 Kg) por metro de perforación.

8.5.1.9 Preparación de las Fundaciones en Roca

Después de finalizar las operaciones relacionadas con la consolidación de las fundaciones, los materiales sueltos serán retirados de la superficie hasta llegar a la roca sana. Antes de la colocación de concreto sobre las fundaciones, dichas superficies serán limpiadas con chorros de agua a presión utilizando sistemas del tipo Aquablast.

8.5.2 Métodos de Construcción para el Desvío del Río

Para ejecutar en seco la construcción de las estructuras, será necesario establecer un sistema de desviación del río en dos etapas. En la primera, el río permanece en su cauce natural en la margen derecha para así permitir la ejecución en seco de los trabajos que se encuentran en la margen izquierda. En la segunda, el esquema de desviación será el manejo de los caudales del río Ulúa durante los meses de verano. Tomando en cuenta que gran parte de las obras se localizan sobre la margen izquierda del río y las características del macizo rocoso, se propuso realizar la desviación del río durante los meses de verano mediante: el túnel localizado sobre la margen derecha del río. El objetivo es adelantar la fundación de la presa durante los meses de menor caudal y así, recortar el tiempo de construcción del proyecto.

8.5.2.1 Túnel de Desvío en la Margen Derecha

El túnel de desvío para verano está proyectado sobre la margen derecha del río Ulúa. El túnel se localizó de tal manera que se asegurara un adecuado confinamiento dentro del macizo rocoso y con una cobertura que permita un apropiado techo de roca. Sobre la margen derecha de este sitio del río Ulúa se tiene un sector escarpado, permitiendo una mayor cobertura y se encuentran condiciones geotécnicas adecuadas para la construcción del túnel, con lo cual se puede plantear un túnel de menor longitud y sin interferencias con las obras del proyecto que principalmente se localizan sobre la margen izquierda del río. El túnel tiene aproximadamente 341 m de longitud y en su alineamiento (en el sentido del flujo) presenta 4 curvas horizontales de 50, 100, 100 y 50 m de radio, con arcos de 27, 43, 41 y 38 m respectivamente. El tramo recto principal orienta el túnel en forma paralela al río Ulúa.

8.5.2.2 Ataguía y Contra Ataguía

Las obras de ataguía y contra-ataguía están planteadas para construcción mediante enrocados con núcleos de suelo impermeables y ninguna de estas estructuras hará parte del cuerpo de la presa, la cual está prevista para construcción en concreto compactado con rodillo.

Dado que el túnel diseñado tiene capacidad para manejar solamente caudales de la época de verano, estas ataguías, deberán ser retiradas durante los períodos húmedos, en los cuales el túnel no tiene la capacidad de manejar los caudales del río y por tanto se debe permitir el paso del flujo a través del cauce natural del río. Es decir que se permitirá el sobrepaso por encima de la presa de RCC parcialmente construida. Lo anterior está concebido para dos periodos consecutivos de verano. Cuando la presa de RCC sobrepase el nivel de las ataguías, se contempla también un avance suficiente en las obras de descarga de fondo, de manera que durante las épocas de invierno los caudales del río Ulúa sean manejados a través de esta última estructura.

8.5.2.3 Pantalla de Concreto Rígido

Alrededor de la excavación del vertedero, desde la Cuarenta y Seis (46) hasta la fundación en roca sana se instalará una ataguía de concreto rígido. Esta ataguía de unos Ciento Cincuenta Metros (150 m) de longitud se construirá utilizando una excavadora de brazo extendido para excavar una zanja de Tres Metros (3 m) de ancho y Trece Metros (13 m) de profundidad soportada con lechada de bentonita. El concreto se colocará con "Tremies" desplazando la bentonita. Este muro deberá ser diseñado para poder soportar las cargas exteriores. Se anticipa que se utilizaran barras de anclaje post-tensadas (Tie-rods) para anclar en la roca.

8.5.2.4 Lechada a Presión para Pantallas (Jet-Grout)

Para reducir las infiltraciones a través del aluvión, se construirá una pantalla con lechada a presión tipo "Jet-grout" debajo de todas las ataguías hasta llegar a la roca.

8.5.2.5 Rellenos para las Ataguías

Se han diseñado ataguías en forma de rellenos de materiales de filtros, de roca volteada, y de materiales impermeables. Los filtros serán procesados en la planta para la manufactura de agregados, los rellenos de roca volteada se extraerán de las excavaciones para los estribos y fundaciones, y los materiales impermeables provendrán de préstamos ubicados a distancias de Quince Kilómetros (15 Km).

8.5.3 Método de Construcción para el Control de las Aguas

8.5.3.1 Desagote y Bombeo

Una vez que se hayan construido las ataguías incluyendo las pantallas de impermeabilización, las infiltraciones de agua a los recintos dentro las ataguías se desagotarán utilizando bombas eléctricas. Se anticipa que durante la excavación de la casa de máquinas y aliviadero el sistema de control de aguas debe tener una capacidad de Cero punto Treinta y Seis, guion, Cero punto Cuarenta Metros Cúbicos (0.36 - 0.40 m³) por segundo Cinco Mil Setecientos guion Seis Mil Trescientos Cincuenta Galones por Minuto (5,700 – 6,350 gpm).

8.5.3.2 Manufactura de Agregados para el Concreto

Se anticipa que los agregados para el concreto y los materiales para los filtros serian procesados por el Contratista en el Sitio del Proyecto. Los materiales provendrán de una cantera de piedra caliza situada en la margen izquierda del río. Se deben procesar las siguientes cantidades de materiales para ejecutar la Obra.

Cuadro No. 26 Cantidades de Materiales por Procesar

| Ítem | Cantidad | Unidad |
|-----------------------|----------------|------------|
| Agregados de Concreto | 733,050 | ton |
| Filtros | 17,820 | ton |
| Capa de Base | 3,600 | ton |
| Desperdicios | 75,447 | ton |
| Total | 829,917 | ton |

Los materiales de la cantera serán transportados a una planta para la manufactura de los agregados la cual estaría situada al margen izquierdo del río.

8.5.4 Modalidad de Procura y Adquisición de Contratos

Se supone que los trabajos del proyecto serán realizados dentro de la siguiente modalidad de procura y adquisición de contratos:

8.5.4.1 Trabajos por Administración - Los siguientes trabajos serán realizados bajo la responsabilidad directa de Hidrovolcán:

1. Trabajos preliminares, caminos de acceso, instalación de las oficinas, campamentos y otras facilidades del Dueño;
2. Movimiento de tierras y excavación para las fundaciones utilizando equipos en alquiler y/o subcontratistas;
3. Obras para el desvío del río, tales como el diseño y la construcción y mantenimiento de las ataguías;
4. Bombeo y control de las aguas durante las excavaciones de las fundaciones;
5. Perforaciones e inyecciones para la consolidación de las fundaciones y cortinas;
6. Construcción de galerías para las perforaciones e inyecciones;
7. Explotación de los bancos de préstamo para los materiales y la manufactura de los agregados para los trabajos de concreto.

8.5.4.2 Suministro de los Equipos Permanentes - El suministro de los siguientes equipos permanentes hidromecánicos y electromecánicos será realizado por Hidrovolcán:

- | | |
|---|---------------------------------------|
| ✓ Guías y compuertas; | ✓ Tuberías forzadas de acero; |
| ✓ Rejas para las tomas; | ✓ Tubos de aspiración y caja espiral; |
| ✓ Blindajes para los conductos de la estructura de descarga de fondo; | ✓ Grúas y pórticos; |
| | ✓ Grúa de la casa de máquinas; |

- ✓ Transformadores;
- ✓ Turbinas, gobernadores, generadores y equipos auxiliares.

8.5.4.3 Construcción de las Obras Civiles Los trabajos de concreto para la construcción de las estructuras del Proyecto, serán ejecutados por un Contratista General de obras Civiles y un contratista encargado de los montajes hidromecánicos bajo un contrato de precio unitario:

- ✓ Trabajos de concreto para las estructuras de la casa de máquinas, descarga de fondo, presas de RCC y "Hardfill",
- ✓ Instalación de las guías, compuertas y rejas,
- ✓ Instalación de las grúas y pórticos,
- ✓ Instalación de la grúa de la casa de máquinas,
- ✓ Instalación de los blindajes de los conductos de la descarga de fondo,
- ✓ Instalación de las tuberías forzada,
- ✓ Instalación de los tubos de aspiración y cajas espirales.

8.5.4.4 Instalación de los Equipos Hidromecánicos, Grúas y Portales - Los trabajos de instalación de los equipos hidromecánicos, grúas y portales serán realizados bajo un Contrato de Instalación de Equipos hidromecánicos.

8.5.4.5 Instalación de los Equipos Electromecánicos (Turbinas y Generadores) - Los trabajos de instalación de los equipos electromecánicos (Turbinas, gobernadores, generadores, transformadores y equipos auxiliares) serán realizados bajo un Contrato de Instalación de Turbinas y Generadores.

8.5.4.6 Diseño e Ingeniería - Los trabajos de ingeniería y diseño y los servicios para el control de calidad serán ejecutados bajo la responsabilidad de consultores independientes externos:

- ✓ Diseño e ingeniería de las obras civiles para los trabajos de excavación y concreto,
- ✓ Diseño e ingeniería de los elementos hidromecánicos,
- ✓ Diseño e ingeniería de los equipos permanentes electromecánicos,
- ✓ Control de la calidad de los trabajos civiles y de suministro e instalación de los equipos permanentes.

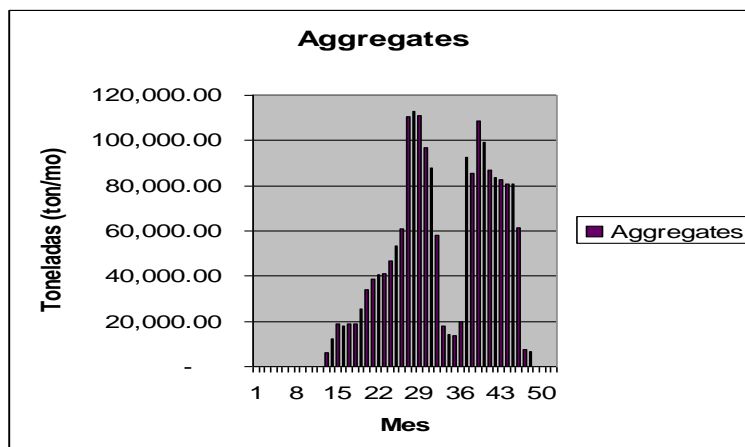
La constructibilidad del proyecto se ha estimado con base a las siguientes condiciones. El propietario adoptara Cuatro (4) paquetes para ejecutar los trabajos del Proyecto:

- ✓ Trabajos bajo la administración directa de Hidrovolcán, tales como los trabajos de movimiento de tierras, desvío, control de aguas, perforaciones e inyecciones, protección de taludes y manufactura de agregados.
- ✓ Trabajos por un Contratista General para las obras civiles relacionados con los trabajos de concreto e instalación de los equipos hidromecánicos, Grúas y Pórticos.
- ✓ El suministro de los equipos permanentes hidromecánicos y electromecánicos que será realizado por Hidrovolcán.
- ✓ Instalación de los Equipos electromecánicos (Turbinas y Generadores) que será realizada dentro de un Contrato para Instalación de Turbinas y Generadores.

8.5.5 Manufactura de Agregados

El estimado de costos se ha basado en los requerimientos para la manufactura de agregados para el concreto que se muestran en el siguiente histograma:

Grafica No. 7 Histograma de Requerimiento de Materiales Agregados



Fuente: Hidroeléctrica El Volcán S.A.

Se anticipa que los agregados para el concreto serán procesados en el Sitio del Proyecto. Los materiales provendrán de bancos de préstamo de los aluviones que contiene el lecho del río.

8.5.5.1 Cantidades

Para ejecutar la Obra se deben procesar aproximadamente un total de Dos Millones de Toneladas (2,000,000 ton) de agregados. Los materiales del préstamo serán transportados a un acopio o directamente a una planta para la manufactura de los agregados la cual estaría situada a unos Mil Seiscientos Metros (1,600 m) de distancia promedio del préstamo.

8.5.5.2 Capacidad de la Planta

Para cubrir el requerimiento máximo mensual de Ciento Doce Mil Toneladas (112,000 ton) de agregados se requiere una planta con una capacidad nominal de Cuatrocientos Cincuenta Toneladas por Hora (450tph) que se puede alcanzar trabajando Dos (2) turnos de Diez (10) horas en Veinte y Cinco (25) días por mes con una eficiencia de Sesenta y Cinco Por Ciento (65%) y un factor de planta de Uno punto Veinte y Cinco (1.25). La manufactura de los agregados gruesos se ha estimado utilizando una planta que tenga los siguientes elementos:

- ✓ Una (1 cu) - Trituradora Primaria de Mandíbula con Alimentador y Tamizador,
- ✓ Una (1 cu) - Trituradora Secundaria de Cono y Tamizador,
- ✓ Una (1 cu) - Trituradora Terciaria de Cono y Tamizador.

La planta de agregados gruesos producirá Tres (3) tamaños de agregados desde Setenta y Seis Milímetros (76mm) Tres Pulgadas (3") hasta Diecinueve Milímetros (19mm) Tres Cuartos de Pulgada (3/4"). Los materiales menores de Diecinueve Milímetros (19mm) Tres Cuartos de Pulgada (3/4") se llevarán a la planta de agregados finos para la manufactura de arena. La manufactura de arena se ha estimado en la operación de una planta con capacidad nominal de Doscientos (200tph) que tenga los siguientes elementos:

- ✓ Dos (2) cu - Trituradoras de cono corto con Tamizador,
- ✓ Dos (2) cu - Sistemas de Lavado con Tornillos Clasificadores,
- ✓ Los desperdicios serán depositados en una laguna de sedimentación.

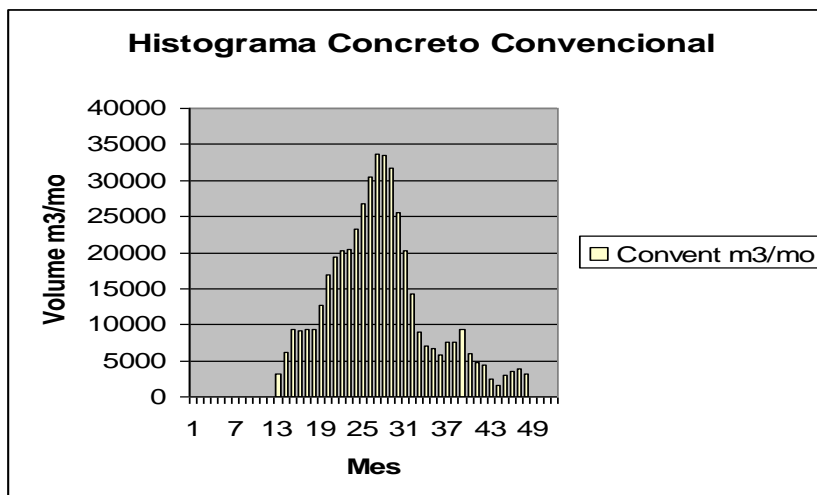
8.5.5.3 Transporte a la Planta de Concreto

Los materiales procesados en la planta de agregados se acopiarán sobre un túnel de recuperación para después ser transportados aproximadamente Mil Metros (1000 m) a la planta de manufactura de concreto utilizando camiones de volteo de Veinte y Cinco Toneladas (25 ton). En el estimado de costos se asume que el costo del mantenimiento del acopio de los agregados será la responsabilidad de El Contratista.

8.5.6 Concreto Convencional

Se anticipa que el concreto convencional que se requiere en el Proyecto será manufacturado en una planta ubicada en la margen izquierda del río a unos Quinientos Metros (500 m) de distancia de acarreo al centro de gravedad de los vaciados. Para cumplir con los requerimientos del programa de construcción se requiere la producción de concreto convencional que se muestra en el siguiente histograma:

Grafica No.8 Histograma de Requerimiento de Concreto Convencional



Fuente: Hidroeléctrica El Volcán S.A

8.5.6.1 Cantidades de Trabajo

Durante la construcción del Proyecto se requieren colocar Trescientos Noventa y Dos Mil Doscientos Cuarenta y Tres Metros Cúbicos (392,243 m³) de concreto convencional:

8.5.6.2 Capacidad de la Planta

Los costos están basados en un requerimiento máximo de alrededor de Treinta y Cinco Mil Metros Cúbicos (35,000 m³) mensuales. Este volumen se puede alcanzar con una planta con capacidad nominal de Ciento Sesenta Metros Cúbicos (160 m³) por hora en Dos (2) turnos de Diez (10) horas trabajando Veinte y Cinco (25) días por mes con una eficiencia de Sesenta y Cinco Por Ciento (65%) y con un factor de planta de Uno punto Treinta y Cinco (1.35). El estimado se basa en el uso de una planta con los siguientes sistemas:

- ✓ Enfriamiento de los Agregados Gruesos,
- ✓ Dosificador y Mezcladoras,
- ✓ Almacenamiento de Cemento, Puzolana, y Aditivos.

8.5.6.3 Enfriamiento

Se asume que el concreto convencional deberá ser colocado dentro de los encofrados con una temperatura máxima de Trece Grados Centígrados (13°). Para enfriar el concreto se han incluido en el estimado los costos de los siguientes sistemas:

- ✓ Una (1) cu - Planta de agua fría,
- ✓ Una (1) - Cinta de 42"x 200' en túnel de pre-enfriamiento de los agregados gruesos,
- ✓ Una (1) cu - Planta de hielo con una capacidad de 150 toneladas diarias,
- ✓ Un (1) cu – Sistema de aire frío en las tolvas de agregado grueso de la dosificadora.

8.5.6.4 Dosificación y Mezclado

El sistema de dosificación tendrá 4 tolvas para contener Tres (3) tamaños de agregados gruesos y Un (1) un tamaño de arena. La planta dosificadora estará provista con un depósito diario para el consumo de cemento. Se estima que la capacidad de las tolvas y depósitos debe ser suficiente para una operación de Veinte y Cuatro Horas (24 h). Las tolvas deben estar insoladas para evitar ganancias de calor. La tolva de arena estará provista con un sistema automático para el control de humedad. Cada ingrediente del concreto debe alimentarse y pesarse individualmente en forma automática en las balanzas dosificadores de donde se descargarán los materiales directamente a las mezcladoras.

El sistema de mezclado consistirá de Tres (3) tambores de volteo (Tilt Drums) con una capacidad de Seis Metros Cúbicos (6 m³) cada uno. El tiempo de mezclado se ha estimado en Cinco punto Cero Segundo (5.0"). El contenido de agua y hielo se dosificarán en sistemas regulados automáticamente y se añadirán a la mezcla juntamente con los áridos. El hielo entrará a las mezcladoras con una temperatura de menos Cuatro Grados Centígrados (4°).

8.5.6.5 Transporte

El concreto convencional será descargado de los tambores mezcladores directamente a una tolva de transferencia (Transfer Hopper) para luego ser depositado en camiones agitadores y/o Silobuses para su transporte a los sistemas de colocación del concreto.

8.5.6.6 Colocación

Para los efectos del estimado de los costos se han seleccionado los siguientes métodos para la colocación del concreto:

- ✓ Una (1) Cu - Grúa Torre Fija con Cinta Transportadora de Veinte y Cuatro Pulgadas (24") Tipo Rotec Beltcrete,
- ✓ Cuatro (4) Cu - Grúas Torre Fijas con Baldes,
- ✓ Dos (2) Cu - Bombas de Concreto de Ocho Pulgadas (8").

8.5.6.7 Numero de Vaciados

Con base al Plano de Juntas de Construcción se ha anticipado que el concreto convencional se colocara en aproximadamente Ochocientos Cincuenta (850) vaciados en Cincuenta y Dos (52) semanas con un promedio de Diez y Seis (16) vaciados por semana. Durante un periodo de dos meses de intensidad máxima se estiman Veinte (20) vaciados por semana. Para alcanzar este número máximo de vaciados en una semana se requieren 800 trabajadores en tres turnos para colocar semanalmente hasta 8,200 m³ de concreto, Novecientos Cincuenta Toneladas (950 ton) de acero de refuerzo y Cuatro Mil Cien Metros Cuadrados (4,100 m²) de encofrados. Esta intensidad de trabajo se puede lograr solamente en condiciones óptimas con obreros calificados bajo una organización competente y utilizando una planta eficiente.

8.5.6.8 Preparación de Juntas

Se anticipa que después de haber completado los vaciados, las superficies horizontales serán preparadas utilizando chorros de agua a presión con equipos tipo Aquablast para remover hasta exponer el agregado grueso.

8.5.7 Concreto Compactado (RCC)

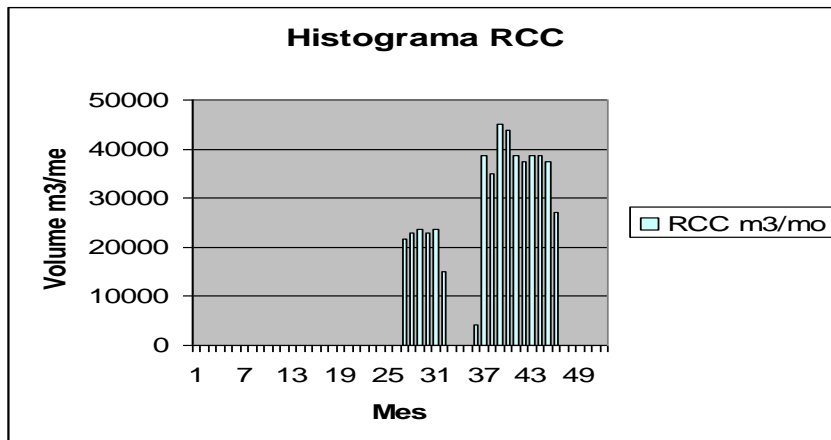
Se anticipa que el concreto compactado con rodillo (RCC) que se requiere en el Proyecto será manufacturado en una planta ubicada en la margen izquierda del río a unos Cuatrocientos Metros (400 m) de distancia de acarreo al centro de gravedad de los vaciados. El estimado se basa en el uso de una planta con los siguientes sistemas:

- ✓ Enfriamiento de los Agregados Gruesos,
- ✓ Dosificador y Mezcladora de Tipo Continuo (Pugmill),
- ✓ Almacenamiento de Cemento, Puzolana, y Aditivos.

8.5.7.1 Cantidades de Trabajo

Los volúmenes de concreto compactado (RCC) que se requieren en la Obra son aproximadamente Seiscientos Sesenta y Tres Mil Seiscientos Metros Cúbicos (663,683 m³). A continuación se muestra el histograma para la colocación del RCC:

Grafica No. 9 Histograma de Requerimiento de Concreto Compactado



Fuente: Hidroeléctrica El Volcán S.A

8.5.7.2 Capacidad de la Planta

Los costos están basados en un requerimiento máximo puntual alcanza a Tres Mil Trescientos Metros Cúbicos (3,300 m³) diarios. Este volumen se puede alcanzar con una planta con capacidad nominal de Trescientos Metros Cúbicos (300 m³) por hora en Tres (3) turnos de Ocho (8) horas trabajando Veinte y Cinco (25) días por mes con una eficiencia de Sesenta y Cinco Por Ciento (65%) con un factor de planta de Uno punto Cuarenta (1.40).

8.5.7.3 Enfriamiento

Se asume que el concreto deberá ser colocado en la presa con una temperatura máxima de Trece Grados Centígrados (13°). Para enfriar el concreto se han incluido los siguientes sistemas:

- Una (1) cu - Planta de agua fría,
- Una (1) cu - Cinta de 42"x 200' en túnel de pre-enfriamiento de los agregados gruesos,
- Una (1) cu - Planta de hielo con una capacidad de 150 toneladas diarias,
- Un (1) cu – Sistema de aire frío en las tolvas de agregado grueso de la dosificadora.

8.5.7.4 Dosificación y Mezclado

El sistema de dosificación tendrá Cuatro (4) tolvas para contener Tres (3) tamaños de agregados gruesos y Uno (1) un tamaño de arena. La planta dosificadora estará provista con un depósito diario para el consumo de cemento. Se estima que la capacidad de las tolvas y depósitos debe ser suficiente para una operación de Veinte y Cuatro (24) horas. Las tolvas deben estar insoladas para evitar ganancias de calor. La tolva de arena estará provista con un sistema automático para el control de humedad. Cada ingrediente del concreto

debe alimentarse y pesarse individualmente en forma automática en las balanzas dosificadores de donde se descargarán los materiales directamente a las mezcladoras. El sistema de mezclado consistirá de Dos (2) mezcladoras continuas de eje horizontal tipo “pugmill” con una capacidad de Trescientas Toneladas (300 ton) por hora. El contenido de agua y hielo se dosificarán en sistemas regulados automáticamente y se añadirán a la mezcla juntamente con los áridos. El hielo entrara a las mezcladoras con una temperatura de menos Cuatro Grados Centígrados (4°).

8.5.7.5 Transporte

El concreto será descargado de las mezcladoras directamente a una tolva de transferencia (Transfer Hopper) para luego ser depositado en una cinta transportadora para su transporte de Cuatrocientos Metros (400 m) al sistema de colocación del concreto.

8.5.7.6 Colocación

Para la colocación del concreto compactado en la presa, se ha considerado una grúa Rotec Tower Belt con cinta de Veinte y Cuatro Pulgadas (24”). El concreto se colocará directamente en la presa para luego ser esparcido mediante tractores tipo Cat D6 con “bulldozers” en capas de Treinta (30) centímetros. Las capas de concreto serán después compactadas con rodillos vibratorios de Doce Toneladas (12 ton).

8.5.7.7 Preparación de Juntas

Se anticipa que las superficies horizontales y juntas frías serán debidamente preparadas utilizando chorros de agua a presión con equipos tipo Aquablast y colocación de mortero ligante.

8.5.8 Acero de Refuerzo

El Contratista será responsable por la preparación de los planos de detalle para el cortado y doblado del acero de refuerzo. El costo para el suministro e instalación de acero de refuerzo se ha estimado basado en el uso de una planta ubicada en el Sitio con una capacidad nominal de cortado y doblado de Dos Mil Quinientas Toneladas (2,500 ton) mensuales trabajando Un (1) turno de Diez (10) horas por día, Seis (6) días por semana.

8.5.8.1 Cantidades de Acero de Refuerzo

La cantidad estimada de acero de refuerzo para el Proyecto, excluyendo desperdicios, es de aproximadamente Treinta y Tres Mil Doscientas Toneladas Métricas (33,200 ton³).

8.5.8.2 Instalación del Acero de Refuerzo

El acero de refuerzo se transportará de la planta de cortado y doblado para ser levantado por grúas-torre al sitio de los vaciados donde se instalará el acero. La instalación será ejecutada mediante métodos que permitan lo siguiente:

- ✓ Los blindajes empotrados deberán llevar el acero de refuerzo instalado en taller (In-shop)
- ✓ Se deberá permitir el uso de empalmes mecánicos.
- ✓ Se deberá permitir el uso de “refuerzos modulares” fabricados en taller (In-Shop)

8.5.9 Encofrados

Los encofrados tanto de metal como de madera para formar las estructuras del Proyecto serán fabricados en Honduras. Los encofrados de madera serán fabricados en el Sitio y los encofrados de metal serán fabricados en San Pedro Sula y después transportados a la Obra.

8.5.9.1 Cantidades de Encofrados

La superficie de contacto estimada para los encofrados es como sigue:

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Encofrados Rectos | 164,982 m ² |
| Encofrados Curvos | 9,100 m ² |
| Encofrados Especiales | <u>6,600 m²</u> |
| Total | 180,582 m² |

8.5.9.2 Fabricación e Instalación de Encofrados

Los encofrados se transportarán del taller de fabricación para ser levantados por grúas-torre en el sitio de los vaciados donde se instalarán los encofrados. La instalación y remoción serán ejecutadas utilizando grúas y mano de obra.

8.5.9.3 Capacidad de la Planta

El costo para la fabricación, instalación y mantenimiento de encofrados se ha estimado basado en el uso de un taller ubicado en el Sitio con una capacidad nominal de fabricación y mantenimiento de Siete Mil Quinientos Metros Cuadrados (7,500 m²) mensuales trabajando Dos (2) turnos de Diez (10) horas por día, Veinte y Cinco (25) días por mes.

8.5.9.4 Encofrados Deslizantes

Para la construcción de la losa del aliviadero se utilizarán encofrados deslizantes (Slipform) especialmente diseñados para este efecto. Los encofrados deslizantes tendrán una luz de 16 metros y serán activados mediante winches de Cuatrocientos Caballos de Fuerza (400Hp).

8.5.10 Instalación de los Equipos Permanentes

En el estimado de costos se supone que los equipos permanentes serán suministrados por Hidrovolcán y serán instalados bajo la responsabilidad de Contratistas quienes coordinarán los trabajos de instalación y empotramientos.

8.5.10.1 Tubo de Aspiración y Caja Espiral

Los tubos de aspiración y la caja espiral serán instalados con la Grúa Torre Fija con capacidad de Veinte y Cuatro Toneladas (24 ton) a una distancia de Cuarenta Metros (40 m) que se está ubicada aguas/debajo de la casa de máquinas.

8.5.10.2 Tuberías Forzadas

En el estimado de costos se supone que las planchas de acero de las tuberías forzadas serán formadas en secciones, luego estas secciones serán transportadas al Sitio donde serán soldadas para formar tubos de hasta Tres Metros (3 m) de longitud.

8.5.10.3 Blindajes

Los blindajes de los Seis (6) conductos de la estructura de descarga de fondo serán fabricados en San Pedro Sula y transportados al Sitio donde una vez terminada la losa de la descarga de fondo hasta la El Cuarenta y Ocho punto Setenta (48.70) serán instalados en secciones de Dos Metros (2 m) de altura como se muestra en el.

8.5.10.4 Compuertas Radiales de la Descarga de Fondo

Se anticipa que los muñones, guías y compuertas radiales de la descarga de fondo se instalaran utilizando la grúa Torre Liebherr Modelo Trescientos Noventa (390) HC-S o similar ubicada, aguas arriba.

8.5.10.5 Compuertas de los Tubos de Aspiración

Las guías y las compuertas de los tubos de aspiración se instalarán utilizando la grúa Torre Liebherr Modelo Trescientos Noventa (390) HC-S o similar.

8.5.10.6 Partes Rotantes de las Turbinas y Generadores

Las partes rotantes de las turbinas y generadores se instalarán dentro de un Contrato de Instalación con la Grúa Puente de la casa de máquinas. La Grúa Puente se instalará en la sala de montajes utilizando la Grúa Torre Liebherr Modelo Trescientos Noventa (390) HC-S o similar se moverá sobre el área de los generadores cuando la viga, los rieles, y el techo de la casa de máquinas estén construidos.

8.5.11 Métodos de Construcción Movimiento de Tierras y Construcción de Ataguías

Los trabajos de movimiento de tierras y construcción de ataguías comprenden: la construcción de caminos de acceso a los estribos y a las fundaciones; excavación en la cantera para la producción de agregados; y, la construcción de ataguías para el desvío del río.

8.5.11.1 Cantidades de Trabajo

Este balance de materiales indica que en el Proyecto se requiere abrir una cantera para la producción de agregados y también se requiere un préstamo para los materiales impermeables y los materiales utilizados en los enrocados de las ataguías.

8.5.12 Cantidades de Agua de Construcción

Se anticipa que durante el periodo de colocación máxima de concreto se requerirán Seiscientas Toneladas (600 ton) de agua por día para las operaciones del mezclado y pre-enfriamiento del concreto. Se estima que para todas las operaciones de la construcción los requerimientos de agua serán superiores. Las operaciones de preparación de las juntas y curado se realizarán utilizando directamente agua del río sin tratamiento.

8.6 CANTERAS Y BANCOS DE PRÉSTAMO DE MATERIALES

Para el proyecto se han identificado por lo menos seis sitios potenciales en el suministro de materiales agregados para el proyecto a continuación se detallan:

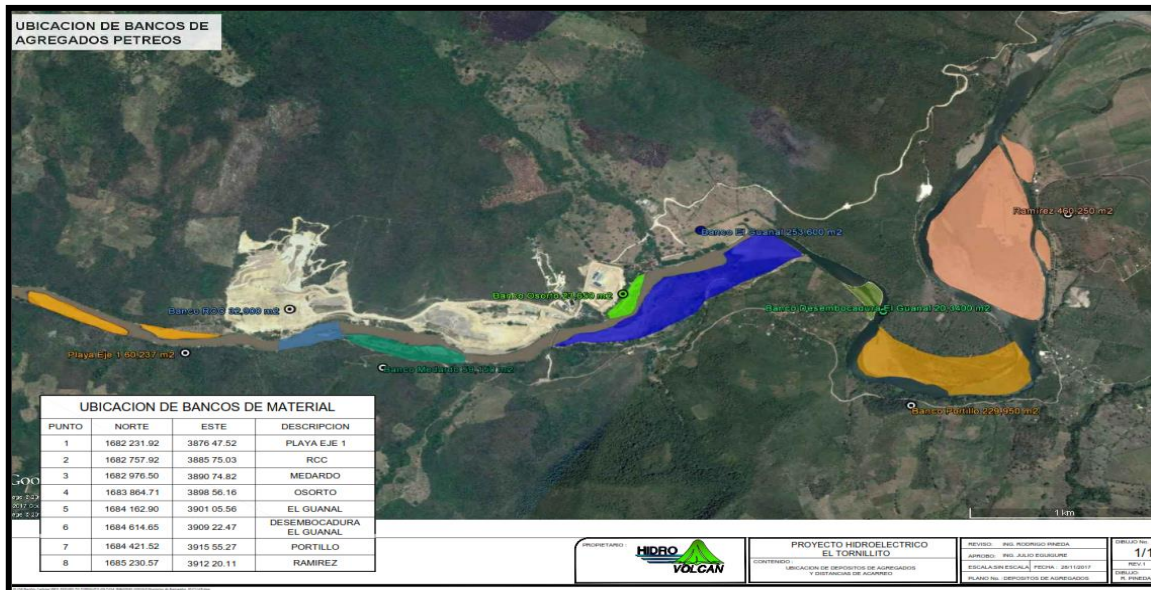
Cuadro No. 27 Sitios de Suministro de Materiales Agregados

| No. | Descripción del Banco | Coordenadas UTM de ubicación | |
|-----|-------------------------------|------------------------------|------------|
| 1 | Banco Eje No. 1 | 387647.52 | 1682231.92 |
| 2 | Banco RCC | 388575.03 | 1682757.92 |
| 3 | Banco Medardo | 389074.82 | 1682946.50 |
| 4 | Banco Osorto | 389856.16 | 1683864.71 |
| 5 | Banco El Guanal | 390105.56 | 1684162.90 |
| 6 | Banco Desembocadura El Guanal | 390922.47 | 1684614.65 |
| 7 | Banco Portillo | 391555.27 | 1684421.52 |
| 8 | Banco Ramírez | 391220.11 | 1685230.57 |

Fuente: Hidroeléctrica El Volcán S. A.

Durante la construcción se hará uso de una ó ambas canteras, donde se extraerán aproximadamente Quinientos Mil Metros Cúbicos (500,000 m³) de agregados para concreto. Pudieran existir sitios alternos ó complementarios de canteras a ser identificados en el futuro.

Fotografía No. 11 Sitios de Bancos y Canteras que serán utilizados en la Construcción del Proyecto



Fuente: Hidroeléctrica El Volcán S. A.

8.6.1 Métodos de Construcción para la Excavación en la Cantera

8.6.1.1 Preparación de la Cantera

Antes de comenzar la operación en la cantera, se debe construir una carretera de acceso desde la carretera de acceso principal, durante el periodo de construcción de los trabajos preliminares. La cantera debe ser descubierta removiendo la capa vegetal y los materiales que cubren la roca.

8.6.1.2 Operación de Perforación y Voladuras

La cantera será desarrollada en bancos de Seis a Diez Metros (6 a 10 m) utilizando perforaciones para voladuras de Cincuenta Milímetros (50mm) Dos Pulgadas (2") a Ciento Dos Milímetros (102 mm) Cuatro Pulgadas (4") de diámetro en una cuadrícula tributaria de Seis Metros Cuadrados (6m²) por perforación. Las perforaciones se ejecutarán utilizando perforadoras hidráulicas sobre orugas a razón de Quince Metros (15 m) por hora. Las voladuras se realizarán con explosivos de nitrato de amonio y gelatinas iniciadas con cordón detonante y detonadores eléctricos.

8.6.1.3 Excavación y Transporte

Siguiendo a las operaciones de perforación y voladuras, los materiales fraccionados serán cargados utilizando excavadoras CAT 330 y realizando el acarreo de material con volquetas tipo CAT 769C. Los materiales se transportarán a una planta trituradora ubicada dentro de una distancia de Mil Quinientos Metros (1500 m).

8.7 ORGANIZACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO

8.7.1 Aspecto de Organización

Una vez finalizada la etapa de Construcción del proyecto hidroeléctrico El Tornillito, se realizarán las labores de Operación y Mantenimiento del proyecto, operando con una estructura básica de operación, compuesta por una Gerencia General, supervisores, personal básico administrativo y personal técnico para el cumplimiento de labores ambientales y sociales, especialmente en lo relacionado con el cumplimiento de la responsabilidad social empresarial. Se constituirá una brigada permanente, para la protección de la zona del embalse, especialmente en el mantenimiento de las zonas de playa cuando baja el embalse. En función de la experiencia en proyectos similares, se establecerá toda una estructura organizacional en el sitio, que se encargará de la operación y el mantenimiento de la central.

8.7.2 Operación

Será este departamento el responsable de todas las actividades de operación y de monitoreo de las variables operativas del proyecto, por otro lado, ejercerá a través de la oficina técnica todo el control del mantenimiento de la central generadora, emitiendo toda las acciones y documentación necesaria para la ejecución adecuada del programa de intervención a todos los equipos electromecánicos. Forma parte de este departamento el personal técnico (operadores y técnicos) responsable de operación, mantenimiento y monitoreo de las unidades generadoras, los asignados a la oficina técnica, así como el personal de ingeniería responsable del análisis y manejo de la información técnica resultante del monitoreo. El departamento de operación es el responsable de coordinar las actividades de operación y velar por la ejecución del mantenimiento, por lo tanto, está en contacto permanente con el Departamento de mantenimiento y específicamente con el personal de supervisión.

8.8 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO

8.8.1 Ejecución del Proyecto

Está contemplada que la primera unidad puede iniciar su operación unos cinco meses antes de la terminación de la construcción de la central.

8.8.2 Mantenimiento del Sistema

Los mantenimientos programados serán realizados preferentemente durante la época de estiaje cuando la planta este operando a filo de agua con una sola unidad. Mantenimientos programados normalmente seguirán los siguientes períodos:

- ✓ Dos Mil (2,000) horas de operación. Inspección visual niveles, fugas, temperaturas, ajustes, etc. Toma usualmente Un (1) día por unidad.
- ✓ Cinco Mil (5,000) horas de operación. Igual que el anterior más revisión de los equipos auxiliares (compresores, bombas, ventilación, etc.). Toma usualmente Dos (2) días por unidad.
- ✓ Ocho (8,000) horas de operación. Igual que el anterior más drenado de las partes sumergidas de las turbinas, ejes, etc. Incluye cambio de piezas cuya vida útil ha concluido. Toma usualmente Una (1) semana por unidad.
- ✓ Todas las partes hidromecánicas como las compuertas radiales del vertedero y de los descargadores de fondo y compuertas de mantenimiento, serán inspeccionadas por lo menos una vez al año. Esto se hará principalmente durante la época húmeda cuando podrán ser probadas en operación.

- ✓ Las grúas serán probadas por lo menos cada Cuatro (4) años con pesos Uno punto Veinte y Cinco (1.25) veces sus pesos de diseño.

8.9 ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO Y PROGRAMA DE EJECUCIÓN

8.9.1. Investigaciones Geológicas (2013-2015)

Se han realizado un total de Sesenta y Dos (62) perforaciones de investigación ejecutadas, instalación de Quince (15) inclinómetros y Siete (7) piezómetros.

8.9.2 Optimizaciones a los Diseños (2014-2017)

- a. Se listan las optimizaciones realizadas por el grupo de ingenieros de Hidrovolcán durante este periodo:
- b. Incremento de potencia de las unidades principales por aumento del nivel del embalse.
- c. Optimización de la sección perfil hidráulico de toma.
- d. Reducción de Tres a Uno (3 a 1) compuerta de bocatoma por cada turbina principal.
- e. Reducción de ancho de la sección transversal de la estructura.
- f. Inclusión de muros parapetos para aumentar capacidad para resistir crecidas hasta Veinte y Cinco Mil Metros Cúbicos por Segundo (25,000m³/s) (CMP).
- g. Disminución de altura en aguas abajo de la Casa de Máquinas por actualización de hidrología.
- h. Localización de transformadores.
- i. Ajuste en simplicidad general de la geometría, para mayor facilidad constructiva.
- j. Disminución de carga hidrostática en muñones de compuertas.
- k. Capacidad de descarga de Catorce Mil Doscientos Metros Cúbicos por Segundo (14,200m³/s) Diez Mil (10,000) años periodo de retorno.
- l. Sustitución de estructuras reticuladas de relleno por concreto CCR.
- m. Disminución de volumen de concreto reforzado.
- n. Desplazamiento hacia aguas abajo de las compuertas para aprovechar la carga hidrostática en estabilidad de estructura.
- o. Cambio en configuración para resistir el paso de Veinte y Cinco Mil Metros Cúbicos por Segundo (25,000m³/s) (CMP).

- p. Optimización de geometría de las compuertas radiales para una mejor distribución de cargas hidrostáticas.
- q. Incremento de potencia en la turbina Francis.

8.9.3 Construcción de Campamentos y Facilidades (2013-2014)

Se finalizó la Construcción de módulos de oficinas, habitaciones para ingenieros, comedor y barracas para obreros, bodegas, talleres y planteles para contratistas.

Fotografía No.12 Vista de Oficinas y Campamentos



Fotografía No. 13 Instalaciones para Talleres, Laboratorio y Oficinas



Fotografía No. 14 Vista Desde Aguas Abajo de Excavaciones Margen Izquierdo



Fotografía No.15 Vista desde Margen Derecha



8.9.4 Excavaciones y protección de taludes en estribo izquierdo (2013-2015)

El Doce (12) de Marzo del año 2014 se firmó un Contrato con INGETEC S. A. para la elaboración de los diseños geotécnicos de la margen izquierda. Una vez elaborados los diseños geotécnicos se da inicio a las excavaciones en la margen izquierda.

Se ha excavado más de Tres Millones de Metros Cúbicos (3, 000,000 m³), quedando por excavar en una segunda etapa aproximadamente Un Millón de Metros Cúbicos (1,000,000 m³) para alcanzar los niveles de fundición de las principales estructuras de la presa. Simultáneamente se realizó protección de superficie de más de Cuarenta Mil Metros Cuadrados (40,000 m²) con concreto lanzado.

8.9.5 Elaboración de Diseños y Documentos para Licitación (2016-2017)

El Uno (1) de Septiembre del año 2015 se firmó contratos con la firma INGETEC S. A. para la elaboración del Diseño Básico y Detallado de las obras civiles. A la fecha el Diseñador ha presentado los siguientes documentos:

Cuadro No. 28 Documentos Presentados por el Diseñador

| Descripción | Cantidad |
|---------------------------|----------|
| Planos para licitación | 198 |
| Memorias de Cálculo | 21 |
| Criterios de Diseño | 4 |
| Especificaciones técnicas | 23 |

8.9.6 Licitación de Obras Civiles

Los términos de referencia para la licitación de las obras civiles se completaron y se abrió el concurso de licitación el día martes Diez y Seis (16) Mayo del año 2017, teniendo los siguientes plazos:

Cuadro No. 29 Plazos para la Licitación de las Obras Civiles

| Licitación para la Construcción de Obras Civiles en Documentos | | | |
|--|------------|-----------------|--------------------------------|
| ACTIVIDAD | Fechas | Días requeridos | Tiempo acumulado desde llamado |
| Llamado a licitación | 16/05/2017 | 0 | 0 |
| Último día para presentar carta de manifestación de interés | 30/05/2017 | 14 | 14 |
| Última fecha para visitar el sitio | 13/06/2017 | 14 | 28 |
| Última fecha de preguntas aclaratorias | 27/06/2017 | 14 | 42 |
| Presentación de la oferta | 15/08/2017 | 49 | 91 |
| Exposición individual de Oferta técnica (Fecha última) | 29/08/2017 | 14 | 105 |
| Selección de firma ganadora | 10/10/2017 | 42 | 147 |
| Firma de contrato | 05/12/2017 | 56 | 203 |
| Inicio de la obra | 02/01/2018 | 28 | 231 |

Fuente: Hidroeléctrica El Volcán S. A.

8.9.7 Investigaciones Geológicas Adicionales (2017)

Para la optimización del diseño básico para licitación se decidió realizar investigaciones geológicas adicionales. Se ha realizado Veinte y Seis (26) perforaciones de investigación adicionales para confirmar los niveles de cimentación, complementando con Cuatro (4) inclinómetros y Dos (2) piezómetros adicionales.

Fotografía No.16 Perforación de Investigación en el Río Ulúa



Fotografía No. 17 Perforaciones de Investigaciones en cercanías al río Ulúa

