

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**  
**CONSTRUCCIÓN PRESA Y OBRAS ANEXAS**

**CAPÍTULO 5**  
**RELLENOS**

**TABLA DE CONTENIDO**

5.	RELLENOS .....	1
5.1	ALCANCE .....	1
5.2	GENERALIDADES .....	1
5.3	ESPECIFICACIONES .....	2
5.3.1	Materiales .....	2
5.3.2	Fuentes para materiales de relleno.....	4
5.3.3	Producción de materiales de relleno .....	5
5.3.4	Preparación de las fundaciones.....	6
5.3.5	Colocación del material de relleno .....	7
5.3.6	Compactación.....	11
5.3.7	Control de calidad .....	14
5.3.8	Protección y mantenimiento .....	15
5.3.9	Programa requerido para la construcción de la presa y la ataguía .....	15
5.4	MEDIDA Y PAGO .....	15
5.4.1	Generalidades .....	15
5.4.2	Trabajos que tendrán medida y pago por separado .....	15
5.4.3	Trabajos que no tendrán medida ni pago por separado .....	16
5.4.4	Requisitos para medida y pago del relleno de la presa y la ataguía.....	17
5.4.5	Medida .....	18
5.4.6	Pago .....	18
5.5	ÍTEMS DE PAGO .....	19

## 5. RELLENOS

### 5.1 ALCANCE

Este capítulo cubre los requisitos referentes a la calidad y suministro de los materiales, el suministro de la mano de obra, instalaciones, equipos y todo lo necesario para preparar las fundaciones y colocar y compactar todos los materiales de relleno de la presa, la ataguía y la obra de toma y establece las normas para su medida y pago, incluyendo:

- Preparación de las fundaciones.
- Adecuación de las áreas de zonas de préstamo necesarias para obtener los materiales de rellenos.
- Explotación y transporte de los materiales de relleno; procesamiento y almacenamiento de estos materiales, cuando sea necesario.
- Colocación, extensión y compactación de los materiales de relleno en las zonas indicadas por LA SUPERVISIÓN.
- Excavación de calcatas y su posterior relleno para la ejecución de ensayos en los materiales que se especifican en este capítulo, tal como lo dispone LA SUPERVISIÓN.

### 5.2 GENERALIDADES

El Contratista deberá preparar la fundación y construir las diferentes zonas que integran el relleno de la presa, ataguía y obra de toma con las líneas y pendientes mostradas en los planos e indicadas por LA SUPERVISIÓN, quien en cualquier momento, antes o durante la construcción, podrá modificar los límites de las zonas de estas estructuras, aumentar o disminuir el ancho de la fundación y los taludes del relleno y efectuar cualquier cambio que considere necesario para lograr una estructura segura y económica.

No se deberá colocar material de relleno sobre ninguna parte de la fundación de la presa, de la ataguía ni sobre ninguna estructura hasta que tales sitios hayan sido inspeccionados y aprobados por escrito por LA SUPERVISIÓN. No serán considerados como aceptables, y por consiguiente no se permitirá colocar en los rellenos, materiales que contengan raíces, troncos, materia orgánica u otros materiales inadecuados o susceptibles de descomponerse.

Un representante del Contratista con autoridad para actuar de acuerdo con las instrucciones de LA SUPERVISIÓN, deberá permanecer en el sitio donde se localiza la presa y la ataguía en todo momento durante su construcción.

Los materiales de relleno no deberán penetrar en las zonas adyacentes más allá de lo permitido por las tolerancias mostradas en los planos, medidas perpendicularmente al eje de las estructuras mencionadas, y en un plano horizontal a partir de la línea divisoria. Se debe tener en cuenta que el espesor de la zona mostrado en los planos es el mínimo permisible.

El Contratista deberá humedecer cuando sea necesario, en el momento de su colocación, el material de las zonas con el fin de facilitar la compactación y la obtención de las compactaciones mínimas exigidas.

La medida para el pago de material de relleno se hará de acuerdo con las líneas mostradas en los planos o cuando éstas fuesen ajustadas por LA SUPERVISIÓN, sin tener en cuenta las variaciones hechas a partir de estas líneas, pero aceptando las tolerancias estipuladas. No se hará medida ni pago por separado por el ajuste en el relleno a causa de cualquier asentamiento de la fundación o por asentamiento interno de la estructura durante la construcción o por cualquier relleno que se erosione o se desperdicie durante la construcción y tenga que ser reemplazado.

El Contratista podrá construir rampas de acceso adicionales en el talud exterior de aguas abajo de la presa, para lo cual deberá someter a la aprobación de LA SUPERVISIÓN la localización de las rampas de acceso que propone construir, de acuerdo con el sistema de vías de acarreo adoptado para construcción de la presa. Los taludes finales para conformación de las rampas de acceso deberán ser construidos en tal forma que se compensen los volúmenes de relleno respecto a las líneas teóricas originales. Los taludes máximos permitidos entre las rampas de acceso serán aquellos indicados en los planos o los aprobados por LA SUPERVISIÓN. La superficie terminada de los taludes de la presa entre rampas, deberá cumplir con las tolerancias estipuladas en los planos.

El desecamiento de la fundación de la presa y los trabajos necesarios para mantener seca la fundación y la superficie del relleno durante la construcción y la excavación para la fundación de la presa deberá ejecutarse tal como se especifica en el Capítulo 1 – Desviación del río, manejo de aguas y desecación de fundaciones. La instrumentación de la presa deberá ser instalada por El Contratista como se especifica en el Capítulo 14 – Instrumentación geotécnica. Las inyecciones en la fundación de la presa deberán llevarse a cabo como se especifica en el Capítulo 10 – Inyecciones a presión y huecos de drenaje.

Para la construcción del relleno de la presa, El Contratista debe tener en cuenta en su programa de construcción las limitaciones temporales que representará la instalación de los instrumentos contemplados dentro del relleno de la presa y su fundación.

### 5.3 ESPECIFICACIONES

#### 5.3.1 Materiales

##### 5.3.1.1 Generalidades

En los planos se presenta un listado de las diferentes zonas que integran el relleno de la presa y la ataguía, su función, las estructuras donde se usan, la fuente de suministro de materiales y la descripción de los materiales que deben constituirlos.

El Contratista deberá explotar, transportar, colocar, extender y compactar todos los materiales de relleno necesarios para las obras mencionadas, tal como se especifica en esta Sección. La aceptabilidad de los materiales explotados será determinada única y exclusivamente por LA SUPERVISIÓN, quien establecerá la disposición final de éstos dentro de las estructuras, sin que esto implique ningún sobre costo para ella.

Los materiales para la construcción del relleno de la presa de la ataguía deberán obtenerse de las fuentes de materiales especificadas en este capítulo, entendiéndose que los materiales provenientes de tales fuentes deberán cumplir con los requisitos para las diferentes zonas del relleno tal como se especifica en esta Sección. La aprobación de una zona de préstamo no significa que todo el material existente en ella sea aceptable para el relleno de las obras. Si por cualquier razón, El Contratista coloca material inadecuado en opinión de LA SUPERVISIÓN en el relleno dentro de cualquier zona de la presa y la ataguía, dicho material inadecuado deberá ser retirado y reemplazado por y a cuenta del Contratista, a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

Los requisitos especificados para los límites de gradación indicados en los planos para todas las zonas de la presa y la ataguía deberán cumplirse en los materiales antes de ser compactados. En caso de presentarse degradación de los materiales con la compactación, LA SUPERVISIÓN con base en los ensayos especificados en este capítulo, decidirá su aceptabilidad.

Los materiales de relleno deberán ser bien gradados dentro de los límites de gradación especificados, con una buena distribución de todos los tamaños de las partículas, desde la más gruesa hasta la más fina, sin que haya deficiencia significativa de cualquier tamaño o grupo de tamaños entre la partícula más gruesa y la más fina. LA SUPERVISIÓN podrá rechazar los materiales que considere inadecuados para la construcción de rellenos en la zona de préstamo, en el sitio de cargue, durante el transporte al sitio de colocación o una vez colocados y compactados y El Contratista estará obligado a no colocar o a retirar dichos materiales. No habrá medida ni pago por los materiales rechazados por LA SUPERVISIÓN. El Contratista deberá cooperar con LA SUPERVISIÓN a fin de que se transporte solamente material aceptable desde las áreas de zonas de préstamo al sitio de colocación apropiado en el relleno de la presa y ataguía.

##### 5.3.1.2 Rellenos de la presa

###### *Zona 1*

El material de la Zona 1 para la construcción de la protección de la cara de hormigón de la presa podrá obtenerse del producto de la excavación del rebosadero y de otras obras. Este material será no seleccionado, pero El Contratista antes de iniciar la excavación deberá acordar con LA SUPERVISIÓN el procedimiento adecuado de excavación con el objeto de obtener los tamaños apropiados para su uso en la Zona 1. El material que deberá quedar en contacto con la cara de hormigón deberá ser una arena fina limosa obtenida de los depósitos aluviales o fluvio-glaciales de los ríos Misicuni o Sivingani.

*Zona 2A*

El material de la Zona 2A se debe utilizar para la construcción del filtro en la zona adyacente a la junta perimetral de la cara de hormigón como se indica en los planos. Se usarán materiales procesados, obtenidos en los depósitos aluviales cercanos a la obra, los cuales deberán cumplir con los requisitos granulométricos especificados en los planos. Las partículas minerales deberán ser duras, durables, libres de materia orgánica, arcilla, partículas blandas, o cualquier otro material susceptible de descomposición o inadecuado por cualquier razón.

Además de los requisitos de granulometría indicados en los planos, en este capítulo y ordenados por LA SUPERVISIÓN, los materiales para la Zona 2A deberán cumplir con los siguientes requisitos cuando se efectúen los ensayos correspondientes de acuerdo con la norma indicada.

**REQUISITOS PARA EL MATERIAL DE LA ZONA 2A Y 2B**

ENSAYO	REQUISITOS
Absorción (ASTM C-127 )	3% máximo
Abrasión en la máquina de los Angeles (ASTM C-535 )	50% máximo después de 1000 revoluciones
Solidez con sulfato de sodio (ASTM C-88 )	12% máximo después de 5 ciclos

*Zona 2B*

El material de la Zona 2B se debe utilizar para construir la base semi-impermeable de la cara de hormigón como se muestra en los planos o como lo ordene LA SUPERVISIÓN; se utilizará una mezcla procesada de grava y arena de baja permeabilidad, procedente de los depósitos aluviales cercanos a la presa; estos materiales deberán cumplir con los requisitos de granulometría y calidad especificados en los planos, en este capítulo o como lo ordene LA SUPERVISIÓN.

Además, en los requisitos mencionados anteriormente, los materiales utilizados para la Zona 2B de la presa deberán cumplir con los mismos requisitos especificados para la Zona 2A.

*Zona 3A*

El material de la zona 3 A conformará la transición entre las Zonas 2A y 3B como se muestra en los planos o lo ordene LA SUPERVISIÓN y deberá provenir del procesamiento de los materiales aluviales cercanos a la presa y deben cumplir con los requisitos de granulometría y calidad especificados en los planos, en este capítulo o como lo ordene LA SUPERVISIÓN. Además deberán cumplir con los requisitos mínimos de absorción, abrasión y solidez indicados para las Zonas 2A y 2B.

No se permitirá en ningún caso que los materiales de las Zonas 2B y 3A se encuentren en elevaciones inferiores a las de la Zona 3B. El Contratista deberá prever las necesidades de producción, almacenamiento, si fuese necesario, y colocación de los materiales de las Zonas 3B y 3C para cumplir con este requisito. Toda paralización de los rellenos ocasionada por la falta de los volúmenes necesarios de los materiales de las Zonas 2B y 3A que impidan cumplir con el requisito anterior, será por cuenta del Contratista y no le dará derecho a ninguna extensión de plazo.

*Zona 3B*

El material de la Zona 3B se utilizará para construir la mayor parte del espaldón de aguas arriba de la presa. Para el material de relleno de la Zona 3B de la presa, se utilizarán gravas naturales provenientes de depósitos aluviales cercanos al sitio de la obra. Todo el material, deberá cumplir los requisitos mínimos de granulometría y calidad exigidos en los planos, en estas especificaciones y lo ordenado por LA SUPERVISIÓN.

*Zona 3C*

El material de la Zona 3C se utilizará para la construcción del relleno de la zona central y aguas abajo del cuerpo de la presa, como se indica en los planos. El material estará compuesto por gravas naturales provenientes de los depósitos aluviales cercanos y deberá cumplir los

requisitos de granulometría y calidad exigidos en los planos, en estas especificaciones, o como lo ordene LA SUPERVISIÓN.

#### *Zona 3D*

El material en la Zona 3D se utilizará para construir el filtro de chimenea de la presa y estará compuesto por gravas naturales procedentes de los depósitos aluviales cercanos al sitio de la obra. El material deberá ser limpio, libre de arcillas, materia orgánica, partículas blandas, material susceptible a la descomposición y cualquier otro material inadecuado. Todo el material deberá cumplir con los requisitos de granulometría y calidad exigidos en los planos en estas especificaciones, o como lo ordene LA SUPERVISIÓN.

#### *Enrocado de protección*

El material de protección del talud de aguas abajo, será una capa constituida por los sobretamaños de las Zonas 3B y 3C. La calidad de los fragmentos deberá ser igual o mejor que la de los enrocados utilizados en la construcción de las Zonas 3B y 3C de la presa.

#### 5.3.1.3 Rellenos de la ataguía

La Ataguía debe conformarse con materiales procedentes de los depósitos aluviales o morrénicos del río Sivingani, con las características y especificaciones indicadas para la Zona 3B de la presa. En el contacto de la fundación con los rellenos del espaldón de aguas arriba y de la trinchera de fundación deberá colocarse una capa de 1,0 m de espesor de material morrénico con tamaño máximo de 25 mm. Además la parte inferior del talud de aguas arriba deberá protegerse con un enrocado de dos metros de ancho, compuesto por fragmentos rocosos superiores a 0,50 m.

#### **5.3.2 Fuentes para materiales de relleno**

Los materiales para construcción del relleno de la presa y de la ataguía deberán obtenerse de los depósitos aluviales y fluvioglaciales de los ríos Misicuni y Sivingani localizados en sitios cercanos a las obras. El Contratista no deberá utilizar ninguna otra fuente, a menos que ésta haya sido aprobada por escrito por LA SUPERVISIÓN. Para tal aprobación será necesario efectuar investigaciones tal como se especifica en esta sección.

Las zonas de préstamo mencionadas han sido seleccionadas con base en la existencia de materiales de la mejor calidad en las cercanías del sitio de las obras; por consiguiente, tales materiales se preferirán para la construcción de la presa y la ataguía.

Los límites de las fuentes mostrados en los planos que se encuentran en el Apéndice de la Información de Referencia, son solamente ilustrativos. Los límites definitivos solo podrán determinarse durante la explotación de las fuentes.

LA SUPERVISIÓN se reserva el derecho de solicitar el cambio de un frente de explotación, dentro de los límites designados en las áreas de zonas de préstamo, si en su opinión el material de relleno que se esté obteniendo en ese frente no cumple con las especificaciones indicadas en los numerales 5.3.1 y 5.3.7.

Se permitirá a El Contratista extender la zona de la fuente mostrada en los planos, sin ningún sobre costo para LA SUPERVISIÓN, siempre y cuando la naturaleza y calidad de los materiales sean las mismas o mejores que las de los materiales existentes dentro de los límites mostrados en los planos. Además, LA SUPERVISIÓN podrá aprobar fuentes alternas que no se muestren en los planos, siempre y cuando la naturaleza y calidad del material existente en tales zonas sean las mismas o mejores que las de los materiales que se encuentran en las zonas mostradas en los Planos y que dicha aprobación no represente ningún sobre costo para EL PROPIETARIO. Las zonas de préstamo propuestas por El Contratista, deberán cumplir con todas las normas de impacto ambiental vigentes, además de las mencionadas en estas especificaciones.

Para la explotación de fuentes alternas El Contratista deberá observar las siguientes limitaciones:

- Las áreas de las fuentes no deberán interferir en forma alguna con las estructuras de la presa, ataguía, rebosadero, conducciones, obras de desviación, o cualquier otra parte del proyecto.

- No se permitirá la explotación de materiales en sitios donde dicha explotación ponga en peligro la estabilidad de las estructuras y taludes permanentes de la obra, o altere condiciones para la futura operación del embalse, el rebosadero y la descarga de fondo.

El Contratista deberá notificar a LA SUPERVISIÓN de sus intenciones de explotar cualquier área o zonas de préstamo con no menos de tres meses de anticipación a la fecha en la cual se propone empezar a explotar tal área, incluyendo aquellas mostradas en los planos. El Contratista deberá ejecutar a su propio costo las investigaciones del subsuelo en las zonas de préstamo alternas que se proponga explotar, y obtener y transportar las muestras que a juicio de LA SUPERVISIÓN permitan hacer una evaluación de la conveniencia de los materiales de esa área para utilizarlos como relleno para la presa y la ataguía, en la forma requerida por LA SUPERVISIÓN.

El Contratista deberá llevar un registro preciso, aprobado por LA SUPERVISIÓN, de las calicatas, trincheras, o perforaciones que se hagan con el propósito de investigar los materiales de relleno provenientes de fuentes alternas y deberá entregar a LA SUPERVISIÓN dentro de la semana siguiente a la terminación de la calicata, trinchera o perforación, una copia de tal registro. Las muestras recuperadas de los apiques, trincheras o perforaciones serán entregadas a LA SUPERVISIÓN para su aprobación y serán ensayadas, bajo la dirección de la misma por cuenta del Contratista.

No menos de 60 días antes de comenzar los trabajos de explotación de cualquier área de cantera o zona de préstamo, El Contratista deberá presentar para información de LA SUPERVISIÓN una descripción del sistema de trabajo que se propone emplear con el fin de que todas las operaciones de explotación efectuadas para obtener materiales de relleno para la presa y ataguía sean conocidas por ella.

Toda la información disponible relacionada con las fuentes de materiales para construcción está incluida en el Apéndice de materiales de la Información de Referencia. La información allí suministrada no es de carácter contractual, por consiguiente, EL PROPIETARIO no se hace responsable por las deducciones o conclusiones que El Contratista derive de la misma.

### **5.3.3 Producción de materiales de relleno**

#### **5.3.3.1 Generalidades**

Las operaciones de explotación de zonas de préstamo deberán ser conocidas de antemano por LA SUPERVISIÓN mediante el informe escrito presentado por El Contratista, quien deberá explotar dichas zonas de tal forma que evite el desperdicio de material adecuado para relleno y disponga del material desechable en sitios que no menoscaben el buen funcionamiento del área de la obra en la operación del embalse, el rebosadero y la descarga de fondo. El Contratista es enteramente responsable por la seguridad y conveniencia de tales operaciones.

Si se encuentran materiales inadecuados en una fuente, tales materiales deberán ser dejados en su sitio o deberán ser excavados y llevados a las zonas de desecho aprobadas por LA SUPERVISIÓN, por cuenta del Contratista. El Contratista deberá proceder de tal forma que reduzca a un mínimo la posibilidad de que el material utilizable para el relleno de las estructuras mencionadas se mezcle con material inadecuado.

Cuando sea necesario mezclar varios materiales, éstos deberán revolverse de una manera tal que se produzca un material homogéneo con la gradación especificada antes de colocar el material en las obras con rellenos del proyecto.

En la explotación de materiales de relleno podrá ser necesario explotar cierta porción de las zonas de préstamo que tenga material de características determinadas, tal como se especifica en este capítulo, el cual deberá ser utilizado en determinada parte de la obra. Tal material deberá ser excavado separado del resto del material en las zonas de préstamo y transportado directamente al relleno o a sitios aprobados de almacenamiento. No se hará medida ni pago por separado por cargue y descargue en las zonas de almacenamiento requeridas, o no, por LA SUPERVISIÓN, ni por la interferencia que estos requisitos puedan crear con el avance de la obra o con las operaciones de explotación de las fuentes de materiales.

#### **5.3.3.2 Limpieza, descapote y adecuación**

El Contratista deberá limpiar y descapotar toda el área de la fuente en la amplitud y a las profundidades necesarias para retirar toda la vegetación, troncos, escombros, materia orgánica y cualquier otro material que, en la opinión de LA SUPERVISIÓN, no sea adecuado para el relleno. La vegetación que crezca en cualquier sitio de una zona de fuente después de que

haya sido adecuada, limpiada y descapotada, deberá ser retirada sin sobre costo para EL PROPIETARIO antes de excavar en ese sitio materiales para el relleno en ese sitio.

No habrá medida ni pago por separado por las operaciones de limpieza, descapote y adecuación en las áreas de fuentes de materiales.

#### 5.3.3.3 Excavación de zonas de préstamo

El material de relleno para las zonas de la presa, deberá ser obtenido de las zonas de préstamo indicadas en los planos o de aquellas propuestas por El Contratista y aprobadas por escrito por LA SUPERVISIÓN. Las operaciones de explotación de las fuentes deberán ser ejecutadas de acuerdo con los requisitos estipulados en el capítulo de excavaciones en corte abierto.

Si El Contratista decide al explotar zonas de préstamo reducir las distancias de acarreo arrojando el material desde gran altura para luego colocarlo en la presa, se aceptará dicho procesamiento siempre y cuando El Contratista lleve a cabo los trabajos necesarios para eliminar la segregación que pueda producir tal sistema de manera que los materiales que se transporten y coloquen en la presa cumplan con los requisitos de granulometría indicados.

#### 5.3.3.4 Procesamiento

El Contratista deberá, como y donde sea necesario, procesar material para producir un material de relleno que satisfaga las Zonas 2A, 2B, 3A y 3D de la presa. Tal procesamiento deberá incluir, donde así se requiera, la separación del material en diferentes tamaños y trituración o mezcla de un material con otro, para ajustarlos a las granulometrías especificadas en este capítulo.

#### 5.3.3.5 Almacenamiento

Los sitios de almacenamiento estarán sujetos a la aprobación previa de LA SUPERVISIÓN. Antes de utilizar cualquier área para almacenamiento, ésta se deberá limpiar y desmontar y quitar todo tipo de vegetación y de capa vegetal para preparar el área de almacenamiento a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

Por lo menos dos meses antes de almacenar cualquier material, El Contratista deberá presentar, para la aprobación de LA SUPERVISIÓN, los detalles de las técnicas de almacenamiento que se propone utilizar.

Cualquier material que se almacene deberá protegerse, por medio de métodos aprobados por LA SUPERVISIÓN, para evitar incrementos en el contenido de humedad a causa de la lluvia o de otras fuentes y contra cualquier tipo de contaminación que altere las características del material.

### 5.3.4 Preparación de las fundaciones

#### 5.3.4.1 Generalidades

El tratamiento de la fundación de la presa y la ataguía incluye todos los trabajos de limpieza, tratamientos de depósitos aluviales, suelos o coluvión y roca, necesarios para proveer un adecuado apoyo de los materiales de relleno de estas obras en toda el área de fundación de estas estructuras, una vez se hayan conformado las excavaciones estipuladas en el Capítulo 2 – Excavaciones en corte abierto. No se permitirá la colocación de material de relleno en ninguna parte de la presa mientras no se haya terminado la excavación en corte abierto que sea necesaria según lo especificado en el Capítulo 2, según lo especificado en este numeral, y mientras no se haya recibido autorización por escrito de LA SUPERVISIÓN para iniciar la colocación de relleno en esa parte de la presa.

Antes de colocar material de relleno contra cualquier superficie de la fundación, deberá limpiarse el lodo, basura, material suelto y cualquier otra sustancia perjudicial que se encuentre en dicha superficie.

#### 5.3.4.2 Preparación de la fundación de la presa y la ataguía

Una vez El Contratista llegue a los límites finales de excavación para la fundación de la presa y la ataguía mostrados en los planos u ordenados por LA SUPERVISIÓN, es necesario llevar a cabo las siguientes actividades que forman parte del tratamiento de la fundación:

Las superficies de depósitos aluviales, coluviales o fluvioglaciales sobre los cuales se colocará relleno deberán compactarse con un mínimo de seis pasadas del compactador vibratorio de 10 tf previo a la colocación de los rellenos.

En el área de fundación de las Zonas 2A, 2B y 3A no se permitirán salientes de roca. Todas las grietas o defectos de la fundación de roca que se presenten en la fundación para estas zonas deberán excavarse hasta una profundidad mínima de tres veces el ancho de la irregularidad de la roca y limpiarse enérgicamente con aire a presión y rellenarse con mortero y hormigón de acuerdo con las instrucciones de LA SUPERVISIÓN. El mortero y el hormigón deberá elaborarse y aplicarse de acuerdo con los requisitos establecidos en los Capítulos 9 – Hormigón y 11 – Hormigón convencional de estas especificaciones.

Todas las superficies de la fundación, una vez preparadas en la forma descrita anteriormente, deben preservarse libres de todo material suelto antes de la colocación de los materiales de relleno. Si por algún evento, el tratamiento aquí descrito una vez ejecutado se altera, El Contratista deberá repetirlo a su costo, a entera satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

#### 5.3.4.3 Relleno con mortero

El relleno con mortero deberá utilizarse para llenar completamente todas las diaclasas abiertas, zonas de falla y de cizalla, los planos de estratificación alterados, grietas e imperfecciones menores que exhiba la superficie de la roca.

El mortero para el relleno deberá consistir en cemento y arena bien mezclados, proporción volumétrica igual a una parte de cemento por cuatro partes de arena. La cantidad de agua por agregar a la mezcla deberá ser la suficiente para producir una mezcla que pueda ser vaciada en las grietas y fracturas. La arena deberá cumplir con los requisitos especificados para arena para hormigones al igual que el cemento.

El mortero para los rellenos deberá mezclarse en una mezcladora mecánica por lo menos durante dos minutos y deberá utilizarse antes de que haya transcurrido una hora después de mezclado. Las superficies de las imperfecciones de la roca que se vayan a rellenar con mortero deberán humedecerse inmediatamente antes de que vayan a ser rellenadas con mortero. El Contratista deberá asegurar mediante métodos apropiados la penetración del relleno de mortero hasta las profundidades requeridas por LA SUPERVISIÓN.

#### 5.3.4.4 Hormigón

Se deberá aplicar hormigón sobre cualquier área de la fundación en roca en contacto con la fundación de la presa, en aquellos sitios donde la roca esté fracturada, alterada o presente defectos estructurales. El hormigón deberá tener un espesor mínimo de 5,0 cm, de acuerdo con las instrucciones de LA SUPERVISIÓN.

El hormigón deberá estar compuesto según lo especificado en el Capítulo 9 – Hormigón - y deberá ser aplicado de acuerdo con las normas pertinentes del mismo capítulo.

Si el hormigón se deteriora antes o mientras se cubre con relleno, el hormigón afectado deberá ser retirado y reemplazado por y a costa del Contratista.

### 5.3.5 Colocación del material de relleno

#### 5.3.5.1 Generalidades

El Contratista deberá programar la ejecución de los rellenos de la presa y de la ataguía, de acuerdo con las etapas de construcción mostradas en los planos y sugeridas por LA SUPERVISIÓN, para lo cual, deberá coordinar la producción y procesamiento de los distintos materiales de modo que estén disponibles oportunamente en el sitio de colocación de los rellenos.

Teniendo en cuenta las condiciones que se presenten durante el transcurso de la obra, LA SUPERVISIÓN podrá introducir cambios en las etapas de construcción de los rellenos, sin que esto signifique aumento del costo o variación en el plazo propuesto por El Contratista.

El Contratista deberá construir las zonas de la presa y ataguía solo con materiales que satisfagan los requisitos estipulados en estas especificaciones y aquellos indicados en los planos o exigidos por LA SUPERVISIÓN.

Durante la iniciación de la construcción de los rellenos, LA SUPERVISIÓN podrá ordenar la colocación de materiales con espesores de capa y un número de pasadas del compactador



diferentes a los especificados para cada una de las zonas, con el objeto de ajustar, si es del caso, los requisitos de compactación. De acuerdo con estos resultados, LA SUPERVISIÓN podrá efectuar los ajustes necesarios a dichos requisitos de compactación, sin que ello de lugar para conceder al Contratista extensiones de plazo ni derecho a extracostos.

No podrá colocarse relleno sobre ninguna parte de la fundación de la presa hasta tanto LA SUPERVISIÓN haya inspeccionado y aprobado por escrito dicha parte de la fundación.

La colocación de los materiales en todo el relleno de la presa y ataguía deberá hacerse en forma tal que el relleno quede libre de lentes, bolsas, franjas y capas de material substancialmente diferente dentro de una misma zona. Especialmente en la fundación del espaldón de aguas arriba de la ataguía no se permitirá la presencia de bolsas o grupos de fragmentos de roca que interfieran con la compactación adecuada del material y que constituyan un sector donde pueda ocurrir una trayectoria preferencial de filtración.

El material de relleno de las distintas zonas deberá ser excavado, transportado, colocado y extendido en tal forma que se evite segregación. Cualquier material que se rechace por no cumplir con los requisitos especificados deberá ser retirado esté o no esté cubierto por otro material de relleno, o reprocesado y trabajado de nuevo por y a costa del Contratista, hasta obtener un material que satisfaga las normas especificadas. Si se forman surcos sobre la superficie del relleno o ésta se torna irregular después de la compactación, el relleno deberá ser nivelado y compactado nuevamente mediante la remoción parcial de material por y a costa del Contratista, antes de colocar la siguiente capa de relleno.

A menos que se especifique algo diferente, El Contratista deberá construir cada zona de la presa y ataguía por medio de la colocación, extensión y compactación del material de relleno, en capas continuas con el espesor especificado en los planos u ordenadas por LA SUPERVISIÓN y aproximadamente horizontales en toda la longitud de la zona desde un estribo hasta el otro y con pendiente suficiente en sentido transversal, normal al eje de la estructura, para asegurar el drenaje adecuado de las aguas de escorrentía.

El relleno deberá ser descargado y extendido de tal manera que no queden espacios vacíos entre cargas sucesivas de materiales descargados. Durante las operaciones de descargue y extensión del material, El Contratista deberá retirar toda la vegetación, escombros, sobretamaños y materiales inapropiados del material de relleno y se deberá disponer de ellos según lo indique LA SUPERVISIÓN transportándolos a los sitios de botadero aprobados por LA SUPERVISIÓN.

El relleno deberá nivelarse antes de la compactación por medio de tractores de oruga u otro equipo apropiado para obtener una superficie libre de depresiones.

Excepto en áreas aprobadas por LA SUPERVISIÓN, donde haya limitaciones de espacios o esté especificado de otra forma, el relleno deberá ser colocado conduciendo las unidades de transporte y de extensión del material en una dirección aproximadamente paralela al eje de las estructuras. Todos los rellenos deberán ser extendidos y nivelados hasta lograr el espesor de capa suelta especificado antes de iniciar las operaciones de compactación que se especifican en este capítulo. Hasta donde sea práctico, las unidades de transporte deberán conducirse en forma tal que no pasen siempre por las mismas rutas dentro de la presa, sino que transiten por toda el área de material extendido o compactado previamente.

Al colocar material adyacente a una rampa, se deberá remover parte del material del talud de dicha rampa, al extender cada capa. La remoción del material del talud de la rampa deberá extenderse horizontalmente en una longitud igual a la altura de la capa para lograr una superficie de contacto adecuada entre el material colocado y el material por colocar. La remoción de material ya extendido deberá hacerse inmediatamente antes de colocar la capa de relleno que quedará en contacto con aquel, permitiendo que la superficie descubierta tenga un talud casi vertical.

Las capas de las Zonas 3 de la presa deberán extenderse en sentido paralelo al eje de la estructura en una secuencia, según se escoja, hacia aguas abajo o a la inversa, siempre antes de extender las correspondientes a las Zonas 2 y al enrocado de protección adyacentes a ellas, con el objeto de garantizar los anchos especificados.

Los viajes de materiales que se coloquen en el relleno de la presa deberán colocarse en el área que a juicio de LA SUPERVISIÓN sea la más apropiada para el buen comportamiento de la estructura. Para este fin, LA SUPERVISIÓN podrá indicar aquellos sitios donde deben depositarse los viajes de material de relleno, según su procedencia o sus características, sin que esto dé origen a ningún reclamo por parte del Contratista.

El Contratista no tendrá derecho a compensación adicional sobre los precios unitarios si se hace necesario, o es requerido por LA SUPERVISIÓN, por cualquier razón, que los materiales

provenientes de las zonas de préstamo y que se usan para la construcción del relleno de la presa se almacenen temporalmente antes de ser colocados.

El Contratista deberá tomar especiales precauciones para evitar la contaminación del filtro de chimenea (Zona 3D) y adecuar láminas metálicas de protección cuando requiera pasar sobre el filtro en su zona inclinada, la cual deberá estar siempre por encima de las zonas adyacentes (Zonas 3B y 3C).

Durante la época de lluvias, El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar que haya un aumento del contenido de humedad en el material de relleno colocado, tales como construcción del relleno con pendientes adecuadas para asegurar el drenaje rápido de las aguas, sellamiento de la superficie mediante compactación con rodillos lisos de las áreas de trabajo en el momento en que sea inminente la ocurrencia de un aguacero, construcción de zanjas o de canales en los estribos para recolectar las aguas y lechadas o desperdicios de las inyecciones que corran por la superficie de los estribos y descargarlas por fuera de los límites del relleno, desviación de cañadas que corran a lo largo del área de fundación y demás medidas necesarias para evitar que se acumule agua sobre la superficie de relleno. Cualquier material previamente colocado y/o compactado en el relleno que sufra un aumento en el contenido de humedad que exceda el máximo permitido deberá retirarse del relleno y reemplazarse por material adecuado, por y a cuenta del Contratista y a satisfacción de LA SUPERVISIÓN. El manejo de aguas debe hacerse según lo establecido en el Capítulo 1 de estas especificaciones.

#### 5.3.5.2 Colocación del material de las Zonas 2A, 2B, 3A y 3D

Los materiales de rellenos de las Zonas 2A, 2B, 3A y 3D de la presa, se deberán colocar en capas con los espesores indicados en los planos u ordenados por LA SUPERVISIÓN y hasta las líneas y cotas mostradas en los planos u ordenadas por LA SUPERVISIÓN.

Los materiales de las Zonas 2A, 2B, 3A y 3D deberán ser colocados y extendidos de manera que la segregación sea evitada o reducida a un mínimo que LA SUPERVISIÓN determinará en el sitio de la obra. El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para que el material de las Zonas 2A y 2B no ruede sobre la cara de aguas arriba de la presa para lo cual tendrá que utilizar implementos retenedores durante los procesos de colocación y compactación.

Se deberá evitar la segregación en la unión de la Zona 3B con las Zonas 2A, 2B, 3A y 3D que pueda afectar la efectividad de estas zonas, así como la acumulación de agua sobre las Zonas 2A y 2B que pueda afectar el acabado del talud de la cara de aguas arriba.

Si durante o después de la colocación y extensión, debido al paso del equipo de construcción o por cualquier otra causa se ha mezclado material objetable con el material de las Zonas 2A, 2B, 3A y 3D, ese material deberá ser retirado completamente y reemplazado por y a costa del Contratista y a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

Los sitios para cruce del equipo de acarreo y construcción sobre la Zona 3D deberán limitarse a un máximo de dos en cada elevación o etapa de construcción, y en estos sitios el material deberá protegerse por medio de láminas metálicas o cualquier otro método aprobado por LA SUPERVISIÓN. Cada sitio de cruce será inspeccionado por LA SUPERVISIÓN inmediatamente antes de colocar material adicional sobre él, con lo cual dará su aprobación para continuar colocando material o, si es el caso, solicitará el retiro del material contaminado, como se estableció anteriormente.

#### 5.3.5.3 Colocación de material de relleno de las Zonas 3B y 3C

El material de relleno de las zonas para la presa 3B y 3C deberá ser colocado en capas con el espesor mostrado en los planos o indicado por LA SUPERVISIÓN y hasta las líneas y cotas mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN.

La construcción de rampas dentro de las Zonas 3B y 3C de la presa será permitida siempre y cuando se cumplan los siguientes requisitos y los que exigirá LA SUPERVISIÓN:

- La construcción de todas las rampas deberá ser aprobada previamente por LA SUPERVISIÓN.
- Todo el material que se coloque en las rampas deberá cumplir con las respectivas especificaciones para material del relleno de la zona donde se construye la rampa.
- Las pendientes de los taludes laterales no deberán ser más inclinadas que las indicadas en los planos para taludes temporales con las tolerancias de construcción para las Zonas 3B y 3C.

- La pendiente máxima en las rampas será de 13%.
- Al colocar material en la zona adyacente a una rampa se deberá remover el material del talud de la rampa a medida que se coloque cada capa. La remoción del material del talud de la rampa deberá extenderse horizontalmente en la longitud necesaria para lograr una superficie de contacto del material colocado con el material por colocar de una altura igual al espesor de la capa. La remoción del material ya colocado deberá hacerse inmediatamente, y antes de colocar la capa de relleno que quedará en contacto con el ya colocado y, por consiguiente, se permitirá que la superficie tenga un talud casi vertical.

Los sobretamaños del material de relleno que se descarguen en las Zonas 3B y 3C deberán ser seleccionados y removidos de estas zonas y llevados a la Zona del enrocado de protección del talud de aguas abajo si cumplen con los requisitos exigidos para dichas zonas, o a las zonas de desecho si no son aceptados por LA SUPERVISIÓN.

Cuando el contenido de finos (fracción que pasa el tamiz No. 200) del material de las Zonas 3B y 3C, sea superior al 6%, el contenido de humedad del material no deberá ser mayor del 10% (determinado en la fracción que pasa el tamiz No. 4) en el momento de su colocación y compactación, con el fin de asegurar que el material se encuentre en condiciones óptimas para lograr una densidad adecuada del mismo, al compactarlo con el equipo y número de pasadas especificados.

Si el contenido de humedad del material es mayor que el especificado, durante el tiempo de su colocación, o si adquiere más humedad por lluvia antes de ser compactado, el material deberá ser retirado por y a cuenta del Contratista y deberá ser reemplazado por material adecuado.

#### 5.3.5.4 Colocación de material de la Zona 1

Los materiales de relleno de la Zona 1 de la presa, deberán ser colocados en capas sueltas con el espesor mostrado en los planos o indicado por LA SUPERVISIÓN, a las líneas y cotas mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN. La humedad máxima será tal que permita el tránsito normal del equipo de compactación. Las capas de material deberán ser horizontales y extendidas en toda la superficie de la zona.

#### 5.3.5.5 Colocación de los materiales del enrocado de protección del talud de aguas abajo de la presa

El procedimiento para la colocación del material del enrocado de protección del talud de aguas abajo de la presa es opcional para El Contratista, con la respectiva aprobación de LA SUPERVISIÓN. En todo caso, se deberá colocar en forma ordenada hasta las líneas y cotas mostradas en los planos u ordenadas por LA SUPERVISIÓN y en forma tal que los espacios entre los bloques sean mínimos y se obtenga una superficie uniforme. Teniendo en cuenta el tamaño de los fragmentos mostrado en los planos o indicado por LA SUPERVISIÓN, El Contratista deberá desarrollar un sistema de construcción, en el cual se coloque bloque por bloque, desplazándolo con equipo adecuado y cuyo operario deberá ser asistido por personal y equipo aptos para asegurar que los bloques sean colocados en el sitio apropiado, perfectamente apoyados, dentro de una superficie uniforme, de acuerdo con lo indicado en los planos.

#### 5.3.5.6 Colocación de material de relleno de la Zona 3B de la ataguía

El material de relleno de la Zona 3B de la ataguía se deberá colocar en capas con el espesor mostrado en los planos o indicado por LA SUPERVISIÓN hasta las líneas y pendientes mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN. El espesor de capa y el número de pasadas del compactador indicados en los Planos podrán variarse durante la construcción después de los primeros resultados de la compactación del material.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar que se aumente el contenido de humedad del material en el sitio de almacenamiento o de préstamo.

No se permitirá la colocación del relleno de la Zona 3B durante las lluvias, ni durante los períodos que siguen a éstas, hasta que se sequen las superficies del relleno, del área de préstamo o de la zona de almacenamiento, a un punto tal que se permitan las operaciones del equipo y la explotación de material con humedad adecuada y su correcta colocación y compactación en la ataguía.

Cuando se vaya a reanudar la colocación del relleno de la Zona 3B después de una suspensión por razón de las lluvias o por cualquier otra razón, El Contratista deberá retirar la capa superficial del relleno que se haya humedecido excesivamente, hasta una profundidad en la

cual la humedad del material permita la colocación y compactación adecuada de los rellenos. Este material deberá ser removido del sitio de las obras y depositado en las zonas de desecho aprobadas por LA SUPERVISIÓN, por y a costa del Contratista.

#### 5.3.5.7 Colocación del material de relleno en la fundación del espaldón de aguas arriba

Este material deberá colocarse en una sola capa del espesor mostrado en los planos con el fin de asegurar una correcta unión entre el material de fundación y el relleno de la ataguía.

### 5.3.6 Compactación

#### 5.3.6.1 Generalidades

Cada capa de material de relleno deberá ser compactada con el número de pasadas especificado o establecido por LA SUPERVISIÓN y en forma sistemática, ordenada y continua, inmediatamente después de extender el material y de humedecerlo cuando sea necesario, todo en tal forma que se asegure que cada porción de toda capa reciba la compactación especificada. Por espesor de cada capa se entiende el espesor de relleno en estado suelto antes de su compactación.

Durante la compactación de los materiales de las Zonas 2 y 3 de la presa y 3B de la ataguía, el equipo deberá recorrer la capa en sentido paralelo al eje de la estructura, exceptuando los sitios donde esto no sea posible, tales como en las áreas donde el compactador de la vuelta, en las áreas adyacentes a las estructuras y fundaciones, en las partes bajas del relleno y en los sitios adyacentes a la instrumentación. En estos sitios, el equipo de compactación deberá recorrer la capa en el sentido en que se pueda lograr la mejor compactación para esa área.

Los materiales que a juicio de LA SUPERVISIÓN no puedan ser compactados adecuadamente con los compactadores especificados, por razón de las limitaciones de espacio o por cualquier otra razón, deberán ser compactados con los compactadores especiales especificados en este capítulo. Donde se requieran tales compactadores especiales, los materiales de relleno deberán colocarse en capas de espesores determinados por LA SUPERVISIÓN y compactarse a la humedad especificada.

El Contratista deberá operar cuidadosamente el equipo de compactación en lugares adyacentes a las estructuras y/o fundaciones con el fin de no dañar o alterar estas estructuras y fundaciones. Cualquier daño a las estructuras y/o fundaciones deberá ser reparado por El Contratista a su costa. Lo mismo se aplica a aquellos sitios adyacentes a los equipos de medida que integran la instrumentación de la presa.

Una pasada significa el recorrido de un compactador sobre la superficie del relleno solamente en una dirección. Para la compactación con compactador vibratorio, deberá mantenerse un traslape de 50 cm entre las superficies recorridas por pasadas adyacentes del compactador y este traslape deberá mantenerse cuando el compactador sea remolcado en un arreglo múltiple detrás de un solo tractor.

Los compactadores vibratorios deberán operarse a una velocidad menor de 70 m por minuto. Dependiendo del tipo de relleno que se esté compactando, LA SUPERVISIÓN indicará la velocidad a la cual debe operarse el equipo.

El método de compactación en las líneas divisorias entre las zonas de relleno o uniones de rampas de construcción deberá ser tal que se efectúe el mayor número de pasadas especificadas para cada una de las zonas adyacentes, a menos que LA SUPERVISIÓN establezca algo diferente.

#### 5.3.6.2 Equipo de compactación

El Contratista deberá suministrar equipo de compactación que cumpla con los requisitos aquí especificados. Este equipo deberá estar disponible en todo momento, ser mantenido en óptimas condiciones de operación y deberá ser reemplazado o reparado oportunamente cuando no se encuentre en condiciones óptimas de operación. Cada compactador deberá ser utilizado en los sitios y en la forma aquí especificada y no se permitirá el uso de equipos grandes y de difícil manejo en áreas reducidas o en esquinas. La demora ocasionada en el avance del relleno por la no disponibilidad del equipo de compactación, o por falta de equipo adecuado, no será motivo para extensión de los plazos para la ejecución de las obras por parte del Contratista, establecidos en el Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar en capacidad de usar los equipos de compactación aquí especificados simultáneamente en cualquier momento durante la colocación del relleno de las diferentes zonas de la presa y ataguía, y el número de equipos de compactación de cada tipo deberá ser suficiente para compactar las cantidades de material requeridas, teniendo en cuenta las épocas de trabajo y los rendimientos requeridos para completar la obra dentro de los plazos y períodos establecidos en el Pliego de Condiciones.

Al Contratista se le permitirá usar equipo diferente al aquí especificado siempre y cuando demuestre a LA SUPERVISIÓN que tal equipo compactará los materiales de relleno a una densidad no menor que aquella que se lograría con el equipo especificado, y también que el material cumpla con los requisitos de granulometría especificados después de la compactación. Si El Contratista desea usar un equipo alternativo de compactación, deberá entregar a LA SUPERVISIÓN para su aprobación las especificaciones técnicas y detalles completos de tal equipo, los métodos propuestos para su utilización, y el uso previo que de él haya hecho en trabajos similares. También deberá establecer qué ventajas se obtendrían al emplear el equipo propuesto.

La aprobación por parte de LA SUPERVISIÓN del uso de un equipo alternativo estará condicionada a la construcción por y a cuenta del Contratista de terraplenes de prueba que simulen las condiciones normales de construcción, usando el equipo y métodos propuestos para la colocación y compactación del material. Dichos terraplenes de prueba se harán de acuerdo con un programa especificado, dirigido y supervisado por LA SUPERVISIÓN. Durante y a continuación de la ejecución de estos terraplenes de prueba, LA SUPERVISIÓN llevará a cabo ensayos, incluyendo la medida del asentamiento de la superficie de la capa compactada, ensayos de densidad "in situ" y en el laboratorio y evaluará la rotura de las partículas del material causada por la compactación.

Los tractores para remolcar el equipo de compactación sobre el relleno deberán tener fuerza suficiente para las condiciones más adversas que se encuentren durante la compactación del relleno y con el equipo de compactación lastrado al peso máximo especificado para la compactación del relleno. Cuando los compactadores se operen en un arreglo múltiple, cada uno de los compactadores deberá ser similar al otro y estar igualmente lastrados para producir una presión uniforme de compactación.

El Contratista deberá suministrar y usar los tipos de compactadores que a continuación se especifican. Los sitios donde se utilizará cada tipo de equipo serán los que se muestran en los planos, los que se indican en esta Sección o los que ordene LA SUPERVISIÓN en el campo, de acuerdo con los tipos y condiciones del material de relleno y con la topografía de la fundación.

#### 5.3.6.3 Compactadores vibratorios

Los compactadores vibratorios deberán ser rodillos lisos de acero, equipados con un artefacto apropiado para limpieza con el fin de evitar la acumulación del material en el rodillo durante la compactación. Cada rodillo de los compactadores vibratorios deberá tener un peso estático total no inferior a 100 kN (10 000 kgf) y por lo menos el noventa por ciento de este peso deberá ser transmitido al terreno a través del rodillo cuando el compactador repose en una superficie nivelada y esté enganchado al equipo que lo hala. El rodillo deberá tener un diámetro entre 150 cm y 170 cm y un ancho entre 210 cm y 250 cm. La frecuencia de vibración del rodillo durante la operación de compactación no deberá ser menor de 1000 vibraciones por minuto, ni mayor de 1500 vibraciones por minuto. La fuerza centrífuga que desarrolle el compactador cuando esté operando con una frecuencia de 1250 vibraciones por minuto no deberá ser menor de 170 kN (17 000 kgf). La fuerza del motor que mueve el vibrador deberá ser suficiente para mantener la frecuencia especificada y la carga dinámica en las condiciones más adversas que puedan ser encontradas durante la compactación del relleno.

Los compactadores vibratorios podrán ser autopropulsados o del tipo que requiere ser halado. El equipo de tracción para los rodillos vibratorios deberá ser del tipo de orugas, a menos que El Contratista demuestre a satisfacción de LA SUPERVISIÓN que se puede obtener una compactación igual o mejor cuando los rodillos son halados por medio de equipos con llantas de caucho.

La frecuencia de vibración de los rodillos vibratorios deberá ser regulable y fácil de ajustar durante las operaciones de compactación. Tal frecuencia será determinada por LA SUPERVISIÓN en el sitio de trabajo. El Contratista deberá tener disponibles todos los instrumentos necesarios para comprobar en cualquier momento la velocidad y frecuencia de vibración de los compactadores vibratorios.

#### 5.3.6.4 Compactadores especiales

Los compactadores podrán ser camiones cargados, pisonos neumáticos manuales de tipo pesado, compactadores vibratorios de operación manual o cualquier otro equipo de compactación aprobado por LA SUPERVISIÓN que no se haya especificado en este capítulo.

Los compactadores especiales deberán ser capaces de producir las densidades especificadas en el material de relleno con un número razonable de pasadas o aplicaciones. Cuando se utilicen camiones cargados para compactar los sitios designados por LA SUPERVISIÓN, estos camiones deberán estar cargados con el peso indicado por LA SUPERVISIÓN y con una presión en las llantas de 0,55 MPa a 0,7 MPa.

Los pisonos neumáticos manuales deberán emplearse en los sitios de difícil acceso y deberán operar con una frecuencia que no desplace ni altere el material ya compactado. La compactación se deberá efectuar hasta alcanzar las densidades especificadas para el material de relleno, después de operar continuamente durante determinado período de tiempo.

Los compactadores vibratorios de operación manual podrán ser de rodillo o de placa. Estos compactadores deberán tener un peso estático total menor de 12,5 kN. La frecuencia de vibración del compactador durante las operaciones de compactación no deberá ser mayor de 3000 vibraciones por minuto.

El Contratista deberá tener disponible el número suficiente de compactadores especiales que le permita compactar las áreas cerca a los estribos, y a las paredes de las trincheras, así como también, los rellenos misceláneos para la instrumentación, sin interferir con el avance del relleno de la presa y la atagüa.

No se hará medida ni pago por separado por la compactación del material de relleno con compactadores especiales, por lo que El Contratista deberá incluir los costos correspondientes dentro de los precios unitarios de los ítems 5 de la Lista de cantidades y precios.

#### 5.3.6.5 Compactación del material de la Zona 1 de la presa

Después de colocar y extender una capa de relleno en la Zona 1, tal como se especifica en este capítulo, dicha capa deberá ser compactada con el equipo y número de pasadas indicado en los planos u ordenado por LA SUPERVISIÓN.

#### 5.3.6.6 Compactación del material de las Zonas 2B, 3A y 3D de la presa

Después de colocar y extender una capa de material de relleno de cualquiera de estas zonas, en la forma indicada en este capítulo, dicha capa deberá ser compactada con el número de pasadas indicado en los planos y con un compactador vibratorio aprobado por LA SUPERVISIÓN.

Los materiales de relleno adyacentes a la fundación de roca y donde lo indique LA SUPERVISIÓN, deberán ser compactados con un compactador especial aprobado por LA SUPERVISIÓN, en forma tal que el compactador penetre en las irregularidades de la superficie de fundación y con el número de pasadas necesarias para producir una densidad igual a la obtenida en el relleno de la zona correspondiente.

#### 5.3.6.7 Compactación de las Zonas 3B y 3C de la presa

Después de colocar, y extender una capa de relleno de cualquiera de las Zonas 3B y 3C según lo indicado en este capítulo, dicha capa deberá ser compactada en toda la superficie horizontal con el número de pasadas especificado. Las zonas adyacentes a la fundación de roca se deberán compactar con este mismo compactador en la forma y con el número de pasadas indicados por LA SUPERVISIÓN.

#### 5.3.6.8 Protección del talud de aguas arriba de la presa

El talud de aguas arriba de la presa no requiere ser compactado. El talud será protegido mediante la construcción de franjas de hormigón de sardinel o hormigón estrudado el cual se va colocando en forma simultánea desde el talón de la presa con las capas de relleno de la Zona 2B en la forma indicada en los planos. Directamente sobre esta protección se construye la cara de hormigón.

#### 5.3.6.9 Compactación del material de la Zona 3B de la ataguía

Después de colocar, extender y controlar la humedad de una capa de material de relleno de la Zona 3B, tal como se especifica en este capítulo, dicha capa deberá ser compactada con el número de pasadas indicado en los planos y con los compactadores vibratorios especificados. LA SUPERVISIÓN determinará durante la construcción la frecuencia de vibración y la velocidad de compactación.

### 5.3.7 Control de calidad

#### 5.3.7.1 Generalidades

LA SUPERVISIÓN realizará ensayos de propiedades, índices, clasificación, gradación, resistencia, compresibilidad, densidad y permeabilidad "in situ" del relleno compactado y cualquier otro ensayo que considere necesario para determinar si el relleno que se está colocando o el ya colocado cumple con los requisitos de estas Especificaciones. El cumplimiento de estas Especificaciones y los resultados de los ensayos hechos por LA SUPERVISIÓN serán finales y concluyentes en la aceptabilidad o rechazo de los materiales. El Contratista está obligado a retirar y transportar a las zonas de botadero el material que a juicio de LA SUPERVISIÓN no cumpla con los requisitos de control de calidad establecidos en estas especificaciones. Basado en los resultados de los ensayos hechos por LA SUPERVISIÓN, El Contratista deberá variar, si es el caso, los métodos de explotación, procesamiento, transporte, colocación y compactación con el fin de obtener un relleno que cumpla con los requisitos especificados en los planos y en este capítulo.

Los ensayos serán realizados con muestras de material de relleno tomadas por LA SUPERVISIÓN o suministradas por El Contratista, de acuerdo con las instrucciones de LA SUPERVISIÓN.

El Contratista deberá colaborar con LA SUPERVISIÓN, en la medida en que ésta lo solicite, para la realización de los ensayos de campo necesarios en los materiales de relleno de las diferentes zonas de la presa y de la ataguía. Para tal fin, deberá distribuir su equipo en forma tal que no interfiera con la ejecución de tales ensayos y deberá proporcionar el personal y el equipo necesario para la ejecución de calicatas, toma de las muestras y ejecución de los ensayos de acuerdo con las indicaciones de LA SUPERVISIÓN. La ejecución de los ensayos por parte de LA SUPERVISIÓN y el tiempo necesario para la interpretación de los resultados no constituirán motivo de reclamo, de compensación adicional o de prórroga para El Contratista. A menos que se especifique lo contrario, no se hará pago por separado por cualquier trabajo relacionado con la ejecución de los ensayos especificados en esta Sección, incluyendo el relleno de las calicatas excavadas para LA SUPERVISIÓN, con excepción del volumen de excavación de las calicatas el cual se pagará bajo las condiciones del ítem correspondiente. Los resultados de los ensayos que El Contratista efectúe por su cuenta para verificar o controlar la explotación de los bancos de las zonas de préstamo, deberán ser sometidos a la aprobación de LA SUPERVISIÓN.

El cumplimiento de estas especificaciones y los resultados de los diferentes ensayos para comprobar la calidad de los rellenos serán concluyentes para la aceptación de los trabajos. El Contratista deberá colocar o reemplazar a su costa el material que no cumpla con la calidad especificada para la presa o para la ataguía.

#### 5.3.7.2 Ensayos de los materiales de relleno antes de transportarlos a la presa

LA SUPERVISIÓN realizará ensayos sobre muestras de material proveniente de las áreas de zonas de préstamo aprobadas, para controlar la calidad del material que se está explotando. El Contratista deberá tomar y transportar las muestras según lo indique LA SUPERVISIÓN sin ningún sobre costo. LA SUPERVISIÓN también hará ensayos en las muestras de las zonas de préstamo propuestas por El Contratista de acuerdo con lo estipulado en este capítulo.

#### 5.3.7.3 Ensayos de los materiales de relleno antes de la compactación

LA SUPERVISIÓN realizará ensayos de gradación y contenido de humedad, si es del caso, sobre muestras de material de relleno tomadas después de haber sido extendido el material en la presa y la ataguía. La frecuencia de los ensayos será la suficiente para asegurar que el relleno se está colocando en total acuerdo con las especificaciones y lo establecido por LA SUPERVISIÓN.

#### 5.3.7.4 Ensayos de los materiales de relleno después de la compactación

LA SUPERVISIÓN ejecutará ensayos de densidad "in situ" y cualquier otro ensayo "in situ" que considere necesario en el relleno después de la compactación. También obtendrá muestras para ensayos de gradación y contenido de humedad y para cualquier otro ensayo, si es del caso, con la frecuencia que considere necesaria para la evaluación adecuada de las características y propiedades de los materiales de relleno y para constatar que éste cumple con las Especificaciones.

El Contratista deberá en cualquier momento durante la construcción y cuando así lo ordene LA SUPERVISIÓN, excavar sin demora calicatas en el relleno, para inspección y ensayos por parte de LA SUPERVISIÓN del material colocado en todas las zonas de la presa, y ataguía.

#### 5.3.8 Protección y mantenimiento

El Contratista deberá mantener todos los rellenos colocados en la presa, y ataguía en una condición satisfactoria hasta la finalización de la obra; deberá tomar todas las medidas necesarias para evitar estancamiento de agua sobre el relleno; deberá evitar la mezcla perjudicial de materiales con el relleno ocasionada por el tráfico u otras causas; y deberá en todo momento conservar la superficie y taludes de la presa y ataguía libres de basura, material de relleno rechazado o inadecuado, y materiales de desecho, a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

Si ocurren derrumbes dentro o sobre cualquier parte del relleno de la presa, y ataguía, El Contratista deberá retirar tales materiales y todos los otros materiales afectados y deberá reconstruir cualquier parte, todo de acuerdo con las Especificaciones. La remoción del material y la reconstrucción del relleno deberán ser ejecutadas por cuenta del Contratista, excepto cuando, en opinión de LA SUPERVISIÓN, el derrumbe no haya sido causado en forma alguna por falta o negligencia del Contratista. Este trabajo se pagará de acuerdo con lo previsto en el Capítulo 2 –Excavaciones en corte abierto - y en este capítulo.

#### 5.3.9 Programa requerido para la construcción de la presa y la ataguía

Por lo menos dos meses antes de desviar el río Misicuni, El Contratista deberá someter a la aprobación de LA SUPERVISIÓN un programa detallado de construcción que indique la manera como se propone cumplir con los plazos límites establecidos en el Pliego de Condiciones. Si LA SUPERVISIÓN considera durante la construcción que el avance del relleno no corresponde a los plazos establecidos, LA SUPERVISIÓN podrá exigir que El Contratista trabaje tiempo extra, aumente el equipo de construcción o tome cualquier otra medida que LA SUPERVISIÓN considere necesaria para contrarrestar el atraso en la construcción. Tales exigencias de LA SUPERVISIÓN no darán al Contratista ningún derecho para pago extra o ajuste en los precios unitarios.

El Contratista deberá seleccionar bajo su completa responsabilidad el equipo y métodos que empleará en la construcción de la presa y ataguía. Tal equipo deberá ser aprobado por LA SUPERVISIÓN y deberá ser mantenido en todo momento en óptimas condiciones de funcionamiento.

### 5.4 MEDIDA Y PAGO

#### 5.4.1 Generalidades

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios y globales de los ítems 5 de la Lista de cantidades y precios consistirá en efectuar todo lo necesario para preparar la fundación y construir el relleno de la presa y ataguía, y deberá incluir el suministro de todos los materiales, instalaciones, equipo y mano de obra necesarios para completar esta parte de la obra y todos los trabajos relacionados con la misma que no tendrán medida ni pago por separado.

#### 5.4.2 Trabajos que tendrán medida y pago por separado

Los siguientes trabajos que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación:

- Desviación del río Misicuni y desecamiento de la fundación de la presa y ataguía y trabajos necesarios para mantener secas dichas fundaciones y la superficie del relleno durante la construcción, según lo especificado en el Capítulo 1 – Desviación del río, manejo de aguas y desecación de fundaciones.



- Excavaciones en corte abierto para la fundación de la presa y ataguía, acondicionamiento de los estribos, explotación de zonas de préstamo, además de las excavaciones necesarias para las estructuras permanentes de la obra, todo según lo especificado en el Capítulo 2 – Excavaciones en corte abierto.
- Preparación de las fundaciones de las zonas de la presa y ataguía, según lo especificado en el Capítulo 2.
- Ejecución de inyecciones en la fundación de la presa, según lo especificado en el Capítulo 10 – Inyecciones a presión y huecos de drenaje.
- Suministro e instalación de la instrumentación, según lo especificado en el Capítulo 14 - Instrumentación geotécnica.
- Suministro de materiales, elaboración y aplicación de hormigón, según lo especificado en el Capítulo 9 – Hormigón.
- Suministro de materiales, elaboración y colocación de hormigón dental para la regularización de los estribos de la presa según lo especificado en los Capítulos 2 y 11 - Hormigón convencional.
- Suministro de arena y de cemento, según lo especificado en el Capítulo 11 para la preparación del mortero a usarse en el tratamiento de la fundación de la presa.
- Remoción del material del relleno cuando ocurran derrumbes dentro o sobre cualquier parte del relleno de la presa o de la ataguía, no imputables a falta o negligencia del Contratista, según lo establecido en el Capítulo 2.

#### **5.4.3 Trabajos que no tendrán medida ni pago por separado**

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Remoción y reemplazo de cualquier material colocado en el relleno de la presa o ataguía, esté o no cubierto por otro material de relleno, que a juicio de LA SUPERVISIÓN sea inadecuado.
- Suministro de equipo y mano de obra necesarios para el logro de los requisitos de granulometría especificados para cada uno de los materiales que conforman el relleno de la presa y ataguía.
- Cargue, descargue, transporte y almacenamiento del material de relleno que así lo requiera y la interferencia que estas actividades puedan crear con el avance de la obra o con las operaciones de explotación de las zonas de préstamo.
- Operaciones de limpieza, descapote y adecuación en las zonas de préstamo.
- Humedecimiento o secado del material para la construcción de las diferentes zonas de la presa cuando lo requiera.
- Compactación de material de relleno que requiera el empleo de compactadores especiales.
- Remoción del material y reconstrucción del relleno cuando ocurran derrumbes dentro o sobre cualquier parte del relleno de la presa o ataguía por falta o negligencia del Contratista.
- Ejecución de ensayos de laboratorio y de campo, de acuerdo con un programa especificado, dirigido y supervisado por LA SUPERVISIÓN, cuando El Contratista se proponga demostrar a LA SUPERVISIÓN que el empleo de un equipo de compactación diferente al especificado produciría un relleno de igual o mejor calidad que el que se lograría con el equipo especificado.
- Ejecución de todos los ensayos que requiera El Contratista para seleccionar los frentes de explotación de materiales para construcción de las obras.
- Excavación y transporte a las zonas de desecho aprobadas por LA SUPERVISIÓN de los materiales inadecuados para el relleno de la presa o ataguía que se encuentren en las zonas de préstamo.
- Modificación de los equipos y métodos de construcción que a juicio de LA SUPERVISIÓN produzcan efectos inadecuados en los materiales de relleno o en cualquier otra parte de la Obra.

- Ajuste en el relleno de la presa y ataguía a causa de cualquier asentamiento en la fundación de dichas estructuras o por asentamiento interno durante la construcción o por cualquier relleno que se erosione o se desperdicie durante la construcción y deba ser reemplazado.
- Cualquier tipo de medida que LA SUPERVISIÓN considere necesaria para contrarrestar atrasos en el programa de construcción, tales como exigir al Contratista trabajar tiempo extra o aumentar la cantidad de equipo de construcción.
- Investigaciones del subsuelo, obtención y transporte de muestras que a juicio de LA SUPERVISIÓN, y como ella lo requiera, permitan hacer una evaluación de la conveniencia de los materiales de fuentes de materiales alternas que El Contratista se proponga explotar.
- Suspensiones que ordene LA SUPERVISIÓN en las operaciones de construcción de los rellenos cuando en su opinión, El Contratista no esté cumpliendo los requisitos establecidos para la operación y conservación de la zona de préstamo.
- Remoción y reemplazo del hormigón y/o mortero que se deteriore antes o mientras se esté cubriendo con relleno.
- Nivelación mediante la remoción parcial de material, antes de colocar la siguiente capa, en el caso en que se formen surcos sobre la superficie o ésta se torne irregular después de la compactación.
- Remoción y sustitución por material compactado de cualquier capa del relleno que se haya humedecido excesivamente a causa de las lluvias o por cualquier otra razón.
- Reparación de cualquier daño causado a las estructuras y/o fundaciones o a cualquiera otra parte de la obra por negligencia del Contratista o por acción de su equipo o de su personal.
- Reemplazo de los instrumentos a los cuales El Contratista cause daño por negligencia o por acción de su equipo o de su personal.
- Suministro de los equipos, implementos y mano de obra requeridos para realizar los ensayos de campo para el control de calidad del relleno de la presa y ataguía, de acuerdo con lo establecido en este capítulo, incluyendo el relleno de las calicatas excavadas para LA SUPERVISIÓN, a menos que se especifique lo contrario.
- Pruebas necesarias para demostrar a satisfacción de LA SUPERVISIÓN que el equipo que se propone utilizar para la colocación y extensión del material de las Zonas 2B, 3A y 3D no produce segregación nociva.
- Todos los demás trabajos que deberá ejecutar El Contratista para cumplir lo especificado en este capítulo y que no son objeto de ítems separados de pago.

#### **5.4.4 Requisitos para medida y pago del relleno de la presa y la ataguía**

Entre los requisitos que se deben considerar para la medida y pago de relleno de la presa y ataguía se encuentran los siguientes:

- Limpieza, preparación y tratamiento de las superficies excavadas en las áreas de fundación de la presa y ataguía.
- Explotación de zonas de préstamo, según lo especificado.
- Cargue, acarreo y disposición adecuada según LA SUPERVISIÓN, en las diferentes zonas de la presa y ataguía, del material obtenido de las zonas de préstamo.
- Cargue, acarreo y disposición en las zonas de desecho del material que por cualquier causa deba ser removido, retirado y reemplazado en el relleno de la presa y ataguía.
- Compactación del material de las diferentes zonas de la presa y ataguía con el número de pasadas, espesor de capas y equipo especificados.
- Colocación de la instrumentación de acuerdo con lo establecido en estas especificaciones y mostrado en los planos, o indicado por LA SUPERVISIÓN.
- Toma de muestras y ejecución de los ensayos establecidos anteriormente o solicitados por LA SUPERVISIÓN para efectuar el control de calidad requerido en el relleno de la presa ataguía.

- Pruebas para demostrar, a satisfacción de LA SUPERVISIÓN, que el equipo que se propone utilizar en la colocación y extensión del material de las Zonas 2B, 3A y 3D de la presa y ataguía no produce segregación nociva.
- Corrección, a satisfacción de LA SUPERVISIÓN, de la segregación resultante de las operaciones de colocación y extensión del material de las Zonas 2A, 2B, 3A y 3D de la presa.

#### 5.4.5 Medida

- Los trabajos correspondientes al relleno de la presa, y ataguía, cubierto en este Capítulo, se medirán para efectos de pago como se especifica a continuación:
- Rellenos de la presa, ataguía y otros rellenos: el número de m<sup>3</sup>, aproximado al décimo de metro cúbico, medidos como lo indique la topografía del terreno entre las superficies de fundación aprobadas y las dimensiones de la zona de la presa y ataguía indicadas en los planos, a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.
- Excavación de calicatas para ensayos en el relleno de la presa y ataguía: el número de m<sup>3</sup> excavados aproximado al décimo de metro cúbico de las calicatas necesarias para la ejecución de los ensayos.
- Relleno de mortero para la preparación de la fundación de la presa y otras estructuras: El número de m<sup>3</sup> aproximado al décimo de metro cúbico, preparado y colocado de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

#### 5.4.6 Pago

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios de los ítems 5 de la Lista de cantidades y precios consistirá en la ejecución de todos los trabajos necesarios para la construcción de los rellenos para la presa y ataguía y deberá incluir el suministro de la mano de obra, administración, imprevistos, utilidades, todos los materiales, instalaciones, equipos y manejo de agua necesarios para completar esta parte de la obra y todos los trabajos relacionados con la misma que no tendrán medida ni pago por separado.

##### 5.4.6.1 Relleno compactado para la Zona 1 de la presa - Ítem 5.1

La parte de la obra por ejecutar al precio unitario del ítem 5.1 de la lista de cantidades y precios, consistirá en el suministro de todos los elementos necesarios y suficientes requeridos para la explotación, producción, almacenamiento, transporte, colocación, compactación y control de calidad de los materiales de relleno para la Zona 1 de la presa.

##### 5.4.6.2 Relleno compactado para la Zona 2A de la presa - Ítem 5.2

La parte de la obra por ejecutar al precio unitario del ítem 5.2 de la lista de cantidades y precios, consistirá en el suministro de todos los elementos necesarios y suficientes requeridos para la explotación, producción, procesamiento, almacenamiento, transporte, colocación, compactación y control de calidad de los materiales de relleno para la Zona 2A de la presa.

##### 5.4.6.3 Relleno compactado para la Zona 2B de la presa - Ítem 5.3

La parte de la obra por ejecutar al precio unitario del ítem 5.3 de la lista de cantidades y precios, consistirá en el suministro de todos los elementos necesarios y suficientes requeridos para la explotación, producción, procesamiento, almacenamiento, transporte, colocación, compactación y control de calidad de los materiales de relleno para la Zona 2B de la presa.

##### 5.4.6.4 Relleno compactado para la Zona 3A de la presa - Ítem 5.4

La parte de la obra por ejecutar al precio unitario del ítem 5.4 de la lista de cantidades y precios, consistirá en el suministro de todos los elementos necesarios y suficientes requeridos para la explotación, producción, procesamiento, almacenamiento, transporte, colocación, compactación y control de calidad de los materiales de relleno para la Zona 3A de la presa.

##### 5.4.6.5 Relleno compactado para la Zona 3B de la presa y de la ataguía - Ítem 5.5

La parte de la obra por ejecutar al precio unitario del ítem 5.5 de la lista de cantidades y precios, consistirá en el suministro de todos los elementos necesarios y suficientes requeridos

para la explotación, producción, almacenamiento, transporte, colocación, compactación y control de calidad de los materiales de relleno para la Zona 3B de la presa.

#### 5.4.6.6 Relleno compactado para la Zona 3C de la presa - Ítem 5.6

La parte de la obra por ejecutar al precio unitario del ítem 5.6 de la lista de cantidades y precios, consistirá en el suministro de todos los elementos necesarios y suficientes requeridos para la explotación, producción, almacenamiento, transporte, colocación, compactación y control de calidad de los materiales de relleno para la Zona 3C de la presa y de la ataguía.

#### 5.4.6.7 Relleno compactado para la Zona 3D de la presa - Ítem 5.7

La parte de la obra por ejecutar al precio unitario del ítem 5.7 de la lista de cantidades y precios, consistirá en el suministro de todos los elementos necesarios y suficientes requeridos para la explotación, producción, procesamiento, almacenamiento, transporte, colocación, compactación y control de calidad de los materiales de relleno para la Zona 3D de la presa.

#### 5.4.6.8 Calicatas para ensayos en el relleno de la presa y la ataguía - Ítem 5.8

La parte de la obra por ejecutar al precio unitario del ítem 5.8 de la lista de cantidades y precios, consistirá en el suministro de todos los elementos necesarios y suficientes requeridos para la excavación, y relleno posterior de las calicatas para ensayos en los rellenos indicados en los planos y ordenados por LA SUPERVISIÓN

#### 5.4.6.9 Relleno con mortero para la fundación de la presa y otras estructuras - Ítem 5.9

La parte de la obra por ejecutar al precio unitario del ítem 5.9 de la lista de cantidades y precios, consistirá en el suministro de todos los elementos necesarios y suficientes requeridos para la preparación, transporte y colocación del relleno con mortero para la fundación de la presa y otras estructuras.

### 5.5 ÍTEMS DE PAGO

Todo el costo de los trabajos especificados en este Capítulo deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados en la propuesta del Contratista para los siguientes ítems:

Ítem	Descripción	Unidad de medida
5.1	Relleno compactado para la Zona 1 de la presa	m <sup>3</sup>
5.2	Relleno compactado para la Zona 2A de la presa	m <sup>3</sup>
5.3	Relleno compactado para la Zona 2B de la presa	m <sup>3</sup>
5.4	Relleno compactado para la Zona 3A de la presa	m <sup>3</sup>
5.5	Relleno compactado para la Zona 3B de la presa y ataguía.	m <sup>3</sup>
5.6	Relleno compactado para la Zona 3C de la presa	m <sup>3</sup>
5.7	Relleno compactado para la Zona 3D de la presa	m <sup>3</sup>
5.8	Calicatas para ensayos en el relleno de la presa y ataguía.	m <sup>3</sup>
5.9	Relleno con mortero para la fundación de la presa y otras estructuras.	m <sup>3</sup>