CAPITULO 2

RELLENOS

2. RELLENOS

2.1 ALCANCE

La parte de la obra especificada en este capítulo consistirá en el suministro de toda la mano de obra, equipo, materiales y la ejecución de todos los trabajos necesarios para conformar los rellenos requeridos en la obra e indicados en los planos de construcción, incluyendo, pero no limitándose a lo siguiente:

- Relleno para muros en suelo reforzado con geomalla
- Relleno para el lecho o la fundación de canales y tuberías
- Relleno alrededor de canales, tuberías y estructuras
- Relleno para filtros
- Relleno para terraplenes
- Relleno para afirmado

2.2 GENERALIDADES

A menos que se especifique algo diferente, EL CONTRATISTA suministrará todos los materiales requeridos para la conformación de los rellenos. Para el fin previsto, EL CONTRATISTA adquirirá los derechos de explotación (si es el caso), transportará, procesará los materiales y ejecutará a su cargo todas las actividades relacionadas con el suministro de los materiales de relleno especificados en este capítulo, cuyo costo deberá estar incluido en los precios unitarios aplicables de la Lista de Cantidades y Precios.

Para fines de utilización de los distintos materiales contemplados para la obra, EL CONTRATISTA deberá someter a aprobación escrita de la UPES las fuentes de materiales que se propone utilizar para los rellenos previstos, para lo cual deberá suministrar a ésta, por lo menos un mes antes de iniciar la explotación, una memoria técnica que justifique su utilización, incluyendo resultados de ensayos y análisis ejecutados por su cuenta para su evaluación, así como los procedimientos y equipos que se propone emplear en cada caso para la conformación de los rellenos.

2.3 ESPECIFICACIONES DE OBRA

2.3.1 Preparación de la fundación para rellenos

En general, todas las superficies que sirvan de base para los rellenos deberán estar libres de vegetación, tierra u otro material objetable y deberán prepararse mediante escarificación y compactación, según se estipule en cada caso; tales superficies deberán ser aprobadas por la UPES antes de la conformación de los rellenos respectivos.

2.3.2 Materiales

2.3.2.1 Generalidades

Los materiales para los rellenos se obtendrán, según el caso, de las excavaciones o de las fuentes seleccionadas por EL CONTRATISTA y aprobadas por la UPES.

Por lo menos 30 días antes de que EL CONTRATISTA se proponga iniciar la construcción de los rellenos deberá someter a la consideración de la UPES las fuentes de materiales para rellenos y deberá presentar muestras representativas y los resultados de ensayos de laboratorio solicitados por la UPES, para evaluar la calidad de cada uno de los materiales que se propone suministrar. El suministro de estas muestras y la ejecución de los ensayos no serán objeto de pago por separado; tampoco se hará pago por separado por la explotación, procesamiento, selección, apilamiento o transporte de cualquier material de construcción. El costo de dichas operaciones deberá estar incluido en los precios unitarios aplicables de la Lista de Cantidades y Precios.

EL CONTRATISTA deberá proveer las instalaciones que sean necesarias para proteger los materiales de relleno del medio ambiente y de contaminación con otros materiales. La UPES hará todos los ensayos que sean necesarios para el control de la calidad de los materiales.

El equipo y método que EL CONTRATISTA utilice para la colocación de los rellenos deberá ser aprobado por la UPES. Los materiales de relleno deberán estar totalmente exentos de vegetación y materia orgánica.

La UPES podrá rechazar cualquier material que no cumpla las Especificaciones en la zona de préstamo, en el sitio de cargue, durante el transporte al sitio de colocación o almacenamiento o una vez colocados; todos los costos que implique el reemplazo de los materiales rechazados serán por cuenta del CONTRATISTA.

2.3.2.2 Relleno Tipo 1

Este relleno se usará para el lecho o fundación de los canales y tuberías según se muestra en los planos o lo ordene la UPES.

El relleno Tipo 1 estará constituido por materiales provenientes de las zonas de préstamo y/o de las excavaciones aprobadas previamente por la UPES.

El relleno Tipo 1 podrá ser triturado o sin triturar y deberá cumplir la siguiente gradación:

TAMIZ	TAMAÑO mm	% PASA (PESO)
1 1/2”	37,500	100
1”	25,000	70 - 100
3/4”	19,000	60 - 90
3/8”	9,500	45 - 75
No. 4	4,750	30 - 60
No. 10	2,000	20 - 45
No. 40	0,425	10 - 30
No. 200	0,075	5 - 15

Adicionalmente el material deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- El desgaste en la máquina de Los Ángeles para la gradación A de la norma del ensayo a 500 revoluciones deberá ser menor de 40%.

- El límite líquido sobre la fracción que pasa por el tamiz No. 40 (0,425 mm) deberá ser menor de 30; así mismo el índice de plasticidad para esta fracción deberá ser menor de 6.

- El material debe contener materia orgánica ni otras sustancias deletéreas.

El relleno Tipo 1 se colocará en capas uniformes que no excedan 0,15 m de espesor en estado denso y deberá compactarse al 100% de la densidad seca máxima determinada según se especifica más adelante. Antes de la colocación del relleno Tipo 1, la UPES podrá ordenar la construcción de obras de drenaje cuando así lo considere conveniente.

2.3.2.3 Relleno Tipo 2

El relleno Tipo 2 se usará en conjunto con el geosintético en la construcción de muros en suelo reforzado con geomalla y alrededor de los canales, tuberías y estructuras, según se muestra en los Planos o lo requiera la UPES.

El material deberá estar libre de raíces, y de materia orgánica. Tampoco tendrá partículas mayores de 75 mm. El contenido de finos correspondiente a la fracción menor de 0,075 mm (tamiz No. 200) deberá ser inferior al 25% y el índice de plasticidad de la fracción menor de 0,425 mm (tamiz No. 40) no deberá ser mayor de 12%.

El material para los rellenos Tipo 2 se deberá compactar en capas uniformes que no excedan de 0,20 m de espesor compactado hasta lograr una densidad no inferior al 90% de la densidad seca máxima determinada en el ensayo Proctor modificado, con excepción de la última capa que se compactará al 95% de dicha densidad.

Para lograr la densidad especificada es necesario que el contenido de humedad del material en el momento de compactarlo sea adecuado; en el caso del relleno para muros en suelo reforzado con geomalla, deberá ser igual o menor a la humedad óptima. En consecuencia, y si así se requiere, EL CONTRATISTA deberá llevar a cabo las operaciones necesarias para ajustar el contenido de humedad del material antes de extenderlo y compactarlo. Estas especificaciones no tienen pago por separado.

2.3.2.4 Relleno Tipo 3

El relleno Tipo 3 se usará en las zanjas de las tuberías y en los terraplenes para protección de los taludes, según se muestra en los planos o lo requiera la UPES.

El relleno Tipo 3 estará constituido por materiales provenientes de las excavaciones o de las zonas de préstamo aprobadas previamente por la UPES, de tamaño máximo de 75 mm y deberá estar libre de raíces y cualquier traza de material orgánico.

El material deberá colocarse en capas que no pasen de 0,20 m de espesor en estado denso y compactarse hasta el 90% de la densidad seca máxima, calculada según lo estipulado en estas Especificaciones.

2.3.2.5 Relleno Tipo 4

El relleno Tipo 4 se usará como relleno filtrante en subdrenes y filtros de estructuras y en los demás sitios mostrados en los Planos o indicados por la UPES.

El material especificado para la conformación del relleno Tipo 4 consistirá de grava o arena, o de una mezcla de arena y grava en la proporción especificada para cada parte de la obra o definida por la UPES; los requisitos granulométricos para la arena y la grava son los siguientes:

TAMIZ	TAMAÑO	% PASA (PESO)	
	mm	Arena	Grava
1”	25,000	-	100
3/4”	19,000	-	90-100
3/8”	9,500	100	20-55
No. 4	4,750	95-100	0-10
No. 16	1,180	45-80	-
No. 50	0,300	10-30	-
No. 100	0,150	2-10	-
No. 200	0,075	0-5	0-5

Tanto la arena como la grava deberán cumplir con los requisitos exigidos para los agregados para concreto, estipulados en estas Especificaciones y establecidos en la Norma ASTM C33.

Como alternativa para subdrenes, se podrá utilizar material filtrante en conjunto con geotextil no tejido. El material filtrante consistirá en grava o triturado de gradación uniforme, con tamaños comprendidos entre 25 mm y 75 mm. El geotextil filtrante deberá cumplir con lo especificado en el Capítulo 3, Protección de Superficies y Taludes.

En general, los materiales consistirán en partículas duras, fuertes, durables y limpias, exentas de partículas alargadas, aplanadas, blandas, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales.

Excepto donde se estipula algo diferente, el relleno Tipo 4 deberá compactarse con equipo vibratorio aprobado por la UPES para cada parte de la obra, hasta alcanzar una densidad relativa no inferior al 80%.

2.3.2.6 Relleno Tipo 5

El relleno Tipo 5 se usará como afirmado de vías. Los agregados para la construcción del afirmado podrán ser naturales clasificados, provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias. Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o deleznables y sin materia orgánica u otras sustancias perjudiciales. Además, deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas:

TAMIZ	TAMAÑO	% PASA (PESO)	
	mm	A-1	A-2
1 1/2"	37,500	100	-
1"	25,000	-	100
3/4"	19,000	65-100	-
3/8"	9,500	45-80	65-100
No. 4	4,750	30-65	50-85
No. 10	2,000	22-52	33-67
No. 40	0,425	15-35	20-45
No. 200	0,075	10-25	10-25

Adicionalmente el material deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- El desgaste en la máquina de los Ángeles, para la gradación A de la norma del ensayo a 500 revoluciones, deberá ser menor de 50%.

- El límite líquido sobre la fracción menor de 0,425 mm (tamiz No. 40) deberá ser menor de 30; asimismo el índice de plasticidad para esta fracción deberá estar entre 4 y 9.

- El material no contendrá materia orgánica ni otras substancias deletéreas.

- El relleno Tipo 5 se colocará en capas uniformes que no excedan 0,15 m de espesor compactado y deberá clasificarse al 95% de la densidad seca máxima, obtenida en el ensayo Proctor Modificado.

2.3.3 Colocación y compactación de los rellenos de los muros en suelo reforzado con geomalla

EL CONTRATISTA deberá excavar el terreno hasta los límites y con las pendientes mostradas en los planos o indicados por la UPES, de acuerdo con lo especificado en el Capítulo 1 de estas Especificaciones. EL CONTRATISTA deberá tomar todas las precauciones para reducir al mínimo las sobreexcavaciones, porque deberán ser rellenadas a su costa con material seleccionado, de acuerdo con las instrucciones de la UPES en el sitio. La superficie final de excavación deberá ser inspeccionada cuidadosamente para su aprobación por parte de la UPES, antes de colocar sobre ella la primera capa de geomalla.

Esta superficie deberá quedar nivelada y uniforme, libre de raíces, troncos, rocas o palos. La superficie final deberá ser sometida al paso de un compactador vibratorio con el fin de comprobar su consistencia y detectar cualquier material blando o suelto. Todo el material

blando o suelto existente en el área de fundación deberá reemplazarse o compactarse de acuerdo con las instrucciones de la UPES. EL CONTRATISTA deberá mantener el área de fundación libre de agua, para lo cual deberá realizar los trabajos y operaciones necesarios para dirigir las aguas superficiales hacia fuera del área de los trabajos.

La construcción del relleno deberá iniciarse desde la parte más baja de la fundación, colocando el relleno por capas horizontales, entre los límites y con el espesor mostrado en los planos o indicados por la UPES. Cada capa deberá colocarse en su totalidad, antes de iniciar la colocación de la siguiente.

El relleno deberá colocarse sobre la geomalla de manera que el equipo siempre esté trabajando sobre la capa de relleno que se esté colocando, manteniendo un espesor mínimo de relleno de 0,15 m entre la geomalla y el equipo.

No se permitirá el paso del equipo directamente sobre la geomalla ni giros del equipo sobre el relleno colocado. La UPES podrá autorizar que equipo sobre llantas pueda pasar directamente sobre la geomalla, siempre que se transite a una velocidad menor de 15 km/h y se eviten las frenadas bruscas y los giros muy forzados.

Para la conformación de la cara del muro, EL CONTRATISTA deberá suministrar y colocar una formaleta temporal que le permita la colocación y compactación adecuada del relleno en el área adyacente a la cara del muro, conforme al sistema de protección de esta superficie establecida en los planos u ordenada por la UPES. El sistema de protección de la cara del muro en suelo reforzado deberá cumplir con lo especificado en el Capítulo 3, Protección de Superficies y Taludes.

Una vez colocado y compactado el material de relleno Tipo 2 en el espesor especificado, se procederá a envolver la superficie de la cara del muro con la geomalla, de acuerdo con lo mostrado en los planos o lo indicado por la UPES, después de lo cual se procede a la colocación y compactación del material de relleno restante, hasta conformar la totalidad de la capa de relleno entre dos capas de geomalla sucesivas.

Posteriormente, se retira la formaleta temporal y se coloca sobre la nueva capa de relleno compactada, para continuar con el proceso ya descrito, hasta alcanzar la altura total del muro mostrada en los planos.

La compactación del relleno Tipo 2 se hará por medio de equipos manuales o mecánicos, vibratorios, según el sitio de localización y de acuerdo con lo indicado en los planos y las instrucciones de la UPES, que garanticen que la construcción de los muros en suelo reforzado se ajuste a la calidad exigida en estas especificaciones y permita el correcto cumplimiento del programa de ejecución de los trabajos.

EL CONTRATISTA deberá disponer de formaletas adecuadas y de los equipos para el transporte, cargue, colocación, eventual humedecimiento y compactación del material de relleno.

2.3.4 Colocación y compactación de rellenos alrededor de estructuras y tuberías

Excepto cuando se especifique algo diferente, no se deberá colocar relleno hasta tanto se haya removido todo el encofrado y apuntalamiento del concreto y hasta tanto las estructuras y tuberías hayan obtenido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas por los materiales de relleno, de acuerdo con lo indicado por la UPES.

Los materiales usados para el relleno, la cantidad de éstos y la forma de colocación estarán sujetos a la aprobación de la UPES, pero EL CONTRATISTA será responsable por la integridad de la estructura.

El apisonamiento del relleno se hará por medio de equipos manuales o mecánicos, rodillos apisonadores o compactadores vibratorios, según sea el sitio de localización y tipo de relleno, y de acuerdo con lo indicado en los Planos, lo estipulado en estas Especificaciones o lo ordenado por la UPES. Todo el apisonamiento se debe ejecutar cuidadosamente para evitar que se golpeen las estructuras. En las zanjas de las tuberías y de canales el relleno se debe colocar y compactar simultáneamente en ambos lados de las mismas para prevenir desplazamientos laterales.

Los apisonadores manuales para la compactación de las capas horizontales deberán tener una superficie de apisonamiento no mayor de 0,15 m x 0,15 m y un peso no menor de 100 N.

No se permitirá colocar rellenos alrededor de estructuras de concreto, si éstas no tienen la siguiente edad mínima de fundida:

Muros y caras verticales	: 10 días
Conductos	: 4 días

2.3.5 Control de compactación

En general, el control de compactación de los rellenos se establecerá con base en los ensayos de densidad realizados en el sitio de acuerdo con la norma ASTM D1556 en su versión más reciente; para todos los tipos de relleno, como variación a dicha norma de ensayo, para la determinación de la densidad de campo no se considerarán los tamaños mayores de 19 mm, los cuales se devolverán al hueco del ensayo, antes de la determinación

del volumen y del peso del material efectivamente extraído - menor de 19 mm - fracción ésta sobre la cual se controlará el grado de compactación para tales tipos de relleno. La determinación del contenido de humedad se hará sobre una muestra representativa del material extraído, la cual
se secará al horno a 110º C, durante el siguiente tiempo mínimo:

% menor de 0,075 mm (tamiz No. 200)	Tiempo en el horno (horas)
0 - 5	2
5 - 25	6
25 - 50	12
más de 50	24

El valor de densidad seca así obtenido se comparará con la densidad seca máxima obtenida del ensayo Proctor Modificado o con las densidades máxima y mínima del ensayo de densidad relativa, según el tipo de relleno considerado en cada caso.

2.4 SEGURIDAD INDUSTRIAL

EL CONTRATISTA deberá tomar las medidas que sean necesarias para asegurar la integridad física de las personas y la protección de materiales y equipos en todas las actividades de la obra. Deberá adelantar oportunamente la protección de los taludes, el control de zonas potencialmente inestables, instalar todos los elementos de seguridad que sean necesarios y mantener en forma permanente un programa de seguridad industrial, el cual deberá ser presentado para revisión y aprobación de la UPES en la fecha de iniciación de las obras.

No habrá medida ni pago por separado para todas las medidas que tenga que tomar EL CONTRATISTA para garantizar la seguridad en la obra, cuyos costos deberán estar incluidos en los Ítems de pago correspondientes.

2.5 MEDIDA Y PAGO

2.5.1 Generalidades

La parte de la obra por ejecutar a los precios unitarios de los Ítems 2 de la Lista de Cantidades y Precios consistirá en el suministro de la mano de obra, equipos y materiales y en la ejecución de todas las actividades que se requerirán para llevar a cabo los rellenos requeridos en la obra, de acuerdo con estas Especificaciones, y todos los demás trabajos relacionados con esta parte de la obra que no tendrán medida ni 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:

- Manejo del agua en todas las excavaciones, incluyendo el suministro, instalación y mantenimiento de todos los sistemas de bombeo y drenaje, según lo especificado en el Capítulo 7, Manejo de Aguas Durante Construcción.

- El suministro y colocación de geomalla y geotextil filtrante, de acuerdo con lo especificado en el Capítulo 3, Protección de Superficies y Taludes.

- Suministro y colocación de tubería para filtros o subdrenes de acuerdo con lo especificado en el Capítulo 3, Protección de Superficies y Taludes.

- El suministro y colocación de concreto para estructuras, de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 4, Concreto.

2.5.2 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, y sus costos deberán ser incluidos en los precios unitarios de los ítems 2 de la Lista de Cantidades y Precios:

- Replanteo de todas las obras.

- Preparación mediante limpieza y compactación de las superficies de fundación de los rellenos según lo estipulado en estas Especificaciones o lo ordenado por la UPES.

- Cargue, descargue, transporte y almacenamiento del material de relleno que así lo requiera y la interferencia que estas actividades o el procesamiento del material puedan crear en el avance de la obra o con las operaciones de explotación de las zonas de préstamo.

- Procesamiento de materiales para el logro de los requisitos de granulometría estipulados para cada uno de los materiales que conforman los rellenos aquí especificados.

- Por todo lo necesario para ajustar el contenido de humedad de los materiales antes del proceso de compactación, con el fin de obtener la humedad óptima de compactación o la que indique la UPES.

- Por derechos de explotación de fuentes de materiales, ni por las actividades de explotación, procesamiento, compra y todas las demás actividades necesarias para la colocación de los rellenos de acuerdo con los Planos y las Especificaciones.

- Por el uso de equipos especiales de compactación en caso de que sean requeridos por la UPES.

- Modificación de los equipos y métodos de construcción que a juicio de la UPES produzcan efectos inadecuados en los materiales de relleno o en cualquier otra parte de la obra.

- Ejecución de ensayos de laboratorio y de campo, de acuerdo con un programa especificado, dirigido y supervisado por la UPES, cuando EL CONTRATISTA se proponga demostrarle 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.

- Por el suministro de muestras y la ejecución de los ensayos de laboratorio requeridos para el control de calidad de los materiales en la fuente y en los sitios de la obra antes y después de su compactación.

- Remoción y sustitución por material compactado de cualquier capa de relleno que no cumpla con los requisitos de humedad especificados, ya sea por causa de lluvias, exposición prolongada al medio ambiente o por cualquier otra razón.

- Por el suministro de material y las operaciones de escarificación, retiro hasta las zonas de botadero autorizadas por la UPES y reconstrucción en los casos en que la UPES rechace partes de la obra de relleno por contaminación o por deficiencias en la ejecución.

- Reparación de cualquier daño causado a las edificaciones vecinas, estructuras y/o fundaciones o cualquier otra parte de la Obra por negligencia del CONTRATISTA o por acción de su equipo o de su personal.

- Suministro e instalación de elementos e implantación del programa para seguridad industrial en las obras.

- Suministro e instalación de los elementos e implantación de las medidas para la protección de las personas, estructuras, viviendas y vehículos en el área adyacente a las obras.

- Por el relleno de excavaciones ejecutadas por EL CONTRATISTA fuera de los límites de excavación indicados en los planos u ordenados por la UPES.

- Por el mantenimiento de las obras de drenaje construidas para la obra.

- 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.

2.5.3 Requisitos para la medida y pago por los rellenos

La UPES no autorizará la medida y el pago por la construcción de los rellenos hasta cuando EL CONTRATISTA complete, en todo de acuerdo con estas Especificaciones y a satisfacción de la UPES, los siguientes trabajos requeridos para esta parte de la obra:

- Limpieza, preparación y tratamiento de las superficies según lo especificado.

- Remoción y reconstrucción, a satisfacción de la UPES, de rellenos contaminados o cuyo control de calidad demuestre que no cumplen con los requisitos mínimos exigidos en estas Especificaciones.

- Limpieza general y retiro de sobrantes y desechos de materiales hasta las zonas de botadero autorizadas por la UPES.

- Desecación adecuada de las superficies de trabajo.

2.5.4 Medida

La medida para el pago por los diferentes tipos de relleno, será el número de metros cúbicos (m^3) de material de relleno compactado, colocado de acuerdo con estas Especificaciones, lo indicado en los Planos y lo ordenado por la UPES. Esta medida se hará con base en las dimensiones, pendientes y cotas teóricas del proyecto, indicadas en los Planos u ordenadas por la UPES.

2.5.5 Pago

Las partes de la obra por llevar a cabo a los respectivos precios unitarios de los Ítems de la Lista de Cantidades y Precios deberán incluir la totalidad de los costos de equipo, mano de obra, suministro de materiales, colocación, compactación, ensayos de laboratorio, instalaciones, y manejo de agua necesarios y todos los demás trabajos relacionados con estas partes de la Obra que no tendrán medida ni pago por separado, necesarios para la correcta ejecución de los rellenos de acuerdo con los Planos, estas Especificaciones y lo ordenado por la UPES.

2.5.6 Ítemes 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
2.1	Relleno tipo 1	m^3
2.2	Relleno tipo 2	m^3
2.3	Relleno tipo 3	m^3
2.4	Relleno tipo 4	m^3
2.5	Relleno tipo 5	m^3

TABLA DE CONTENIDO

2. RELLENOS 1
2.1 ALCANCE 1
2.2 GENERALIDADES 1
2.3 ESPECIFICACIONES DE OBRA 2
2.3.1 Preparación de la fundación para rellenos 2
2.3.2 Materiales 2
2.3.3 Colocación y compactación de los rellenos de los muros en suelo reforzado con geomalla 6
2.3.4 Colocación y compactación de rellenos alrededor de estructuras y tuberías 8
2.3.5 Control de compactación 8
2.4 SEGURIDAD INDUSTRIAL 9
2.5 MEDIDA Y PAGO 9
2.5.1 Generalidades 9
2.5.2 Trabajos que no tendrán medida ni pago por separado 10
2.5.3 Requisitos para la medida y pago por los rellenos 12
2.5.4 Medida 12
2.5.5 Pago 12
2.5.6 Ítemes de pago 13