CAPÍTULO 4

CONCRETO

4. CONCRETO

4.1 ALCANCE

Este capítulo comprende los requisitos referentes a materiales, preparación, formaletas, transporte, colocación, fraguado, curado, juntas, acabados y reparación del concreto, los sellos, llenantes y sellantes para juntas que se van a utilizar en la construcción de las estructuras permanentes de la obra. Serán por cuenta del CONTRATISTA la consecución de permisos, adquisición de terrenos, pago de derechos o costos de explotación de materiales que se requieran para la fabricación de los diferentes tipos de concretos especificados.

Este trabajo deberá incluir el suministro de todos los materiales, toda la mano de obra, instalaciones y equipos necesarios para preparar las superficies que habrán de recibir el concreto; para la producción de agregados, dosificación, mezcla, transporte, aplicación, formaletas y consolidación del concreto en obra según lo especificado; para el suministro y colocación de sellos, llenantes y sellantes para juntas, de acuerdo con los planos, las especificaciones o lo que ordene y acepte la UPES.

4.2 GENERALIDADES

4.2.1 Códigos

Los materiales y las mezclas para el concreto y los métodos de construcción deben cumplir con los requisitos establecidos en la Ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1998, “Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes”, las normas técnicas colombianas NTC (ICONTEC), las normas del "American Concrete Institute" (ACI), de la "American Society for Testing and Materials" (ASTM), y del "Concrete Manual" publicado por el "United States Bureau of Reclamation".

Tienen especial pertinencia las siguientes normas del ACI: ACI 214, ACI 318, ACI 325, ACI 347, ACI 211, ACI 304, ACI 316 y ACI 315, en sus últimas revisiones. Donde haya discrepancia entre las normas y códigos mencionados anteriormente y las especificaciones contenidas en este capítulo, regirán estas últimas.

4.2.2 Muestras y ensayos

Tanto los materiales como los métodos de preparación y colocación del concreto estarán sujetos a la aprobación de la UPES. Antes de iniciar la construcción de cualquier parte de la obra, o cuando así lo exijan las especificaciones o lo ordene la UPES, EL CONTRATISTA deberá presentar para la aprobación de la UPES las muestras, el diseño de las mezclas, los certificados sobre productos elaborados, los detalles y toda la información relacionada con la elaboración y colocación del concreto que solicite la UPES. EL CONTRATISTA deberá llevar a cabo ensayos para control de materiales, y suministrará todas las muestras que la UPES requiera.

4.2.3 Diseño de mezclas de concreto

La responsabilidad del diseño de las mezclas de concreto que se usen en la obra dependerá por completo del CONTRATISTA, y se hará para cada clase de concreto solicitado en estas especificaciones y con los materiales que haya aceptado la UPES, con base en ensayos previos de laboratorio. Sin embargo, todos los diseños de mezclas, sus modificaciones y revisiones deberán ser sometidos a la aprobación previa de la UPES, indicando la estructura o parte de la obra donde la mezcla va a utilizarse. Para cada diseño de mezcla que se someta a aprobación, EL CONTRATISTA deberá suministrar y transportar por cuenta suya, y cuando la UPES lo requiera, muestras de las mezclas diseñadas que representen tan aproximadamente como sea posible la calidad del concreto que habrá de utilizarse en la obra para la ejecución de los ensayos de laboratorio que se requieran para determinar la calidad de dicho concreto. La aprobación de las mezclas por parte de la UPES no exonerará al CONTRATISTA de la responsabilidad que tiene de preparar y colocar el concreto de acuerdo con las normas especificadas.

La UPES suministrará al CONTRATISTA copias de los resultados de los ensayos realizados, si éste los solicita.

4.2.4 Ensayos de resistencia a la compresión

Los ensayos de resistencia a la compresión a que se sometan las muestras suministradas por EL CONTRATISTA, serán realizados por la UPES con los siguientes propósitos:

- Evaluar la calidad de las mezclas de concreto diseñadas por EL CONTRATISTA, para aprobarlas o indicar las modificaciones que se requieran. Los ensayos para esta evaluación se realizarán en 12 cilindros estándar de ensayo elaborados de acuerdo con los requisitos de la norma ASTM C-31; dichos ensayos se harán para cada mezcla que se

someta a aprobación. Los cilindros se ensayarán a los 7 y a los 28 días, y/o de acuerdo con las instrucciones de la UPES.

- Establecer un criterio que permita la aceptación del concreto colocado en la obra. Para este propósito EL CONTRATISTA deberá suministrar un mínimo de 12 cilindros estándar de ensayo, similares a los descritos anteriormente, de cada clase de concreto colocado en la obra, o por el volumen del concreto de cada clase colocado en cada estructura por día, si tal volumen es menor de 40 m^3. Estos cilindros se ensayarán a los 7 y 28 días y si la UPES lo solicita, a edades diferentes.

4.2.5 Características de las mezclas de concreto

4.2.5.1 Composición y clases

El concreto estará compuesto por cemento Portland tipo I, agregado fino, agregado grueso, agua y aditivos especificados, bien mezclados, hasta obtener la consistencia especificada. En general, las proporciones de los componentes del concreto se establecerán con el criterio de producir un concreto que tenga adecuada plasticidad, resistencia, densidad, impermeabilidad, durabilidad, textura superficial, apariencia y buen acabado.

EL CONTRATISTA preparará las diferentes clases de concreto que se requieran, de acuerdo con lo especificado en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1
Clases de Concreto

Resistencia de diseño del concreto a 28 días, f'c			Tamaño máximo de agregados	
Clase	**MPa**	**kg/cm²**	**mm**	**plg**
A	21	210	19	¾
B	21	210	38	1½
C	28	280	19	¾
D	17	175	38	1½
E (pobre)	10	105	19	¾
F	Ciclópeo			

El concreto ciclópeo (Clase F) consistirá en una mezcla de piedras grandes y concreto clase D y se usará donde lo indiquen los planos o lo ordene la UPES. Las piedras para este

concreto ciclópeo deberán ser de 15 cm a 30 cm de tamaño, de calidad aprobada, sólidas y libres de segregaciones, fracturas, grietas y otros defectos estructurales o imperfecciones. Las piedras deberán ser angulares, exentas de superficies redondeadas o meteorizadas. Todas las piedras meteorizadas serán rechazadas. Las piedras deberán mantenerse y colocarse limpias, libres de polvo, aceite o cualquier otra impureza que pueda afectar su adherencia con el concreto.

Las piedras se colocarán sin dejarlas caer ni arrojarlas para evitar que se ocasionen daños a las formaletas o a la obra adyacente. Todas las piedras deberán lavarse y saturarse con agua antes de su colocación. El volumen total de piedras no deberá ser mayor de un tercio del volumen total de la parte de la obra en que sean colocadas. Deberán tomarse las precauciones necesarias para asegurar que cada piedra quede rodeada de una capa de concreto clase D de 15 cm de espesor mínimo.

El concreto pobre (Clase E) tendrá una resistencia de 10 MPa (105 kg/cm^2) y se usará para nivelación de las fundaciones, antes de colocar los concretos estructurales, y/o como se indique en los planos o lo ordene la UPES.

4.2.5.2 Resistencia

El criterio de resistencia para el concreto a los 28 días se basará en lo descrito en el Decreto 33 de 1998, "Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes", capítulo C-5.

4.2.5.3 Tamaño máximo del agregado

Sin limitar en ninguna forma el derecho que tiene la UPES de especificar el tamaño máximo del agregado que deberá utilizarse en los diferentes concretos, se estima que los tamaños máximos del agregado no excederán los estipulados en la tabla 4.1.

4.2.5.4 Consistencia

La cantidad de agua que se use en el concreto deberá ser la mínima necesaria para que el concreto pueda colocarse fácilmente en la posición que se requiera, y que cuando se someta a vibrado fluya alrededor del acero de refuerzo. La cantidad de agua libre que se añada a la mezcla será regulada por EL CONTRATISTA, con el fin de compensar cualquier variación en el contenido de humedad de los agregados a medida que estos entran a la mezcladora. En ningún caso podrá aumentarse la relación agua-cemento (A/C) aprobada por la UPES. No se permitirá la adición de agua para contrarrestar el endurecimiento del concreto que

hubiera podido presentarse antes de su colocación; este concreto endurecido no deberá utilizarse en ninguna parte de las obras aquí contempladas y deberá ser removido y transportado a las zonas de desecho aprobadas por la UPES, por y a cuenta y riesgo del CONTRATISTA.

La consistencia del concreto será determinada por medio de ensayos de asentamiento y de acuerdo con los requisitos establecidos en la norma ASTM C-143, previo a la colocación del concreto en la formaleta correspondiente, y deberá contar con la aprobación de la UPES.

El asentamiento del concreto que sale de la mezcladora no deberá exceder de 7,5 cm. La relación A/C permisible para la elaboración de los concretos no podrá exceder de 0,57 o, en su defecto, será la que sea aprobada por la UPES.

4.2.5.5 Fraguado

El tiempo de fraguado se establecerá de acuerdo con los requisitos de la norma ASTM C-403.

4.2.6 Seguridad industrial

EL CONTRATISTA será responsable en todo momento por la Seguridad Industrial derivada de la ejecución de todas las labores relacionadas con la fabricación del concreto, y con la construcción de estructuras de concreto para la obra. Para tal fin, con 15 días de anticipación a la iniciación de cualquier trabajo relacionado con la fabricación y colocación del concreto requerido para la obra, EL CONTRATISTA remitirá a la UPES para su aprobación un plan detallado de Seguridad Industrial. Dicho plan deberá incluir, sin limitarse a lo descrito, una relación de procedimientos de ejecución de los trabajos, los equipos y dotaciones que deberá usar el personal involucrado en dichas labores, las señalizaciones y demás normas preventivas, los procedimientos a seguir en caso de ocurrencia de accidentes y cualquier otro aspecto de importancia para el mantenimiento de un nivel máximo de Seguridad Industrial.

EL CONTRATISTA demostrará a satisfacción de la UPES, que ha capacitado al personal empleado en los trabajos, de acuerdo con las normas de Seguridad de dicho plan. La UPES velará en todo momento por su cumplimiento, y se reserva el derecho de imponer los correctivos necesarios para el cumplimiento del plan de Seguridad Industrial.

La UPES podrá ordenar en cualquier momento que se suspenda la construcción de una obra o de las obras en general, si existe por parte del CONTRATISTA un incumplimiento de los

requisitos generales de seguridad o de las instrucciones de la UPES a este respecto, sin que EL CONTRATISTA tenga derecho a reclamo o ampliación en los plazos de construcción.

EL CONTRATISTA será responsable por todos los accidentes que pueda sufrir su personal, el personal de la UPES, de su representante, visitantes autorizados o terceros, como resultado de negligencia o descuido en tomar las precauciones y medidas de seguridad necesarias. Por consiguiente, todas las indemnizaciones correspondientes serán por cuenta del CONTRATISTA.

4.2.7 Concretos premezclados

EL CONTRATISTA podrá utilizar concretos premezclados, para lo cual deberá presentar con una anticipación no menor a 15 días para la aprobación por parte de la UPES, el nombre del (los) proveedor(es), junto con las certificaciones correspondientes de las propiedades de los materiales (agregados, aditivos, cementos y concretos), así como la autorización expedida por el (los) proveedor(es) para que un representante de la UPES, realice visitas a la(s) central(es) de mezclas y solicite los ensayos y pruebas previstos en este capítulo. Dicha aprobación no eximirá al CONTRATISTA de la responsabilidad de cumplir en todo con lo establecido en estas especificaciones en cuanto a las propiedades y calidad de los materiales.

EL CONTRATISTA deberá contar con todos los recursos para descargar y colocar el concreto en un tiempo no mayor a una y media (1½) horas, contadas a partir de la llegada del camión mezclador del concreto al sitio de la obra, lugar en el cual se deberá iniciar el proceso de saturación de la mezcla seca.

Al inicio del descargue del concreto se tomará una muestra para determinar la consistencia de la mezcla; si ésta no cumple con lo especificado, el concreto podrá ser rechazado a juicio de la UPES. Asimismo, del concreto colocado se tomarán muestras para ejecución de los ensayos estipulados en el numeral 4.2.4. El costo de los ensayos y pruebas solicitadas por la UPES serán en su totalidad asumidos por EL CONTRATISTA. También serán por cuenta y a cargo del CONTRATISTA los costos en que éste incurra, sí al inicio del descargue del concreto del respectivo camión, la muestra tomada no cumple con las especificaciones y es rechazada. No habrá medida ni pago por separado para estas actividades, ni derecho a reclamación alguna o ampliación de los plazos de construcción debido a demoras causadas por los concretos rechazados.

4.3 ESPECIFICACIONES DE OBRA

4.3.1 Materiales

4.3.1.1 Generalidades

EL CONTRATISTA suministrará todos los materiales que se requieran para la elaboración del concreto, según se especifica más adelante, y notificará a la UPES, con la suficiente anticipación, en cuanto al uso de cualquier material en las mezclas de concreto. No deberá efectuarse ningún cambio respecto de la fuente de los materiales o de las características de los mismos, sin que medie la aprobación previa y por escrito de la UPES.

Cuando cualquier material, por cualquier razón, se haya deteriorado, dañado o contaminado y, en opinión de la UPES no deba usarse en la elaboración del concreto, ese material deberá ser rechazado, removido, retirado, transportado a las zonas de desecho aprobadas por la UPES y reemplazado por material satisfactorio, a cuenta del CONTRATISTA, sin derecho a reclamación alguna o ampliación de los plazos de construcción.

4.3.1.2 Cemento

Para la elaboración de todos los concretos de la obra se utilizará cemento Portland tipo I. Todo el cemento Portland que se use en la preparación de concreto será de buena calidad, procedente de una fábrica aprobada por la UPES. EL CONTRATISTA deberá informar a la UPES por escrito, con no menos de ocho 8 días antes de empezar la producción, el nombre del fabricante que suministrará el cemento que utilizará en la obra, e indicará si el cemento será suministrado en sacos o a granel. Asimismo, suministrará todas las especificaciones y características físicas y químicas del cemento que se propone utilizar.

El cemento deberá cumplir con los requisitos para cemento Portland tipo I, según las designaciones ASTM C-150 e ICONTEC 121 y 321, o con los requisitos para cementos adicionados, según lo especificado en la norma ASTM C-595.

La utilización de cemento Portland Tipo I o de cementos adicionados estará condicionada al tipo de estructura u obra en que se vaya a utilizar, y deberá someterse previamente a la autorización de la UPES. Únicamente se permitirá la adición de escoria de alto horno y/o puzolana, hecha conjuntamente en la molienda del clínker, en las proporciones aprobadas por la UPES.

La máxima temperatura del cemento al momento de entrar a las mezcladoras no deberá exceder de 60 grados centígrados.

Una vez que el suministro de cemento por un fabricante particular haya sido aprobado por la UPES, EL CONTRATISTA deberá obtener de dicho fabricante un certificado en el cual conste que el cemento que se suministra a la obra cumple con las especificaciones de este capítulo, incluyendo aquella en la cual determine que está excento de falso fraguado. Dicho certificado deberá contener, además, los resultados de los análisis físico-químicos (composición potencial), incluyendo análisis total de óxido y de compuestos sobre los cuales se basa el criterio de aceptabilidad. Dos copias del certificado deberán entregarse directamente a la UPES junto con el primer envío procedente de cada nuevo depósito de almacenamiento de cemento.

El cemento a granel deberá transportarse hasta el sitio de la obra en recipientes protegidos contra la intemperie, y deberá ser almacenado en sitios igualmente protegidos contra la absorción de humedad, los cuales serán construidos por EL CONTRATISTA. El cemento proveniente de distintas fábricas deberá almacenarse separadamente en silos o recipientes limpios igualmente protegidos. Para el vaciado de una misma estructura se deberá utilizar cemento de una sola marca. No se aceptará el cemento a granel que tenga más de 30 días de almacenamiento, el cual deberá ser rechazado y reemplazado por y a cuenta del CONTRATISTA.

El cemento podrá ser suministrado en sacos, para lo cual EL CONTRATISTA deberá protegerlo durante el transporte con cubiertas impermeables, y deberá almacenarlo en bodegas protegidas contra la intemperie y la humedad. En estas bodegas, construidas por EL CONTRATISTA, los sacos de cemento deberán ser almacenados de tal forma que no queden en contacto directo con el suelo, y deberán permanecer protegidos contra la absorción de humedad. Los sacos de cemento deben ser colocados en pilas cuya altura no sea mayor de 14 sacos para períodos de almacenamiento inferiores a 30 días, y pilas de hasta 7 sacos para períodos de almacenamiento superiores a 30 días; las pilas se colocarán sobre estibas de madera que permitan una altura mínima de 15 cm del suelo. Los sacos de cemento se deben distribuir en el lugar de almacenamiento de tal manera que permitan libre acceso para las labores de inspección e identificación de cada lote. El cemento deberá usarse tan pronto como sea posible y deberá tomarse de su lugar de almacenamiento aproximadamente en el mismo orden cronológico en el que haya sido suministrado, para evitar que queden sacos almacenados por un período demasiado largo. El cemento que la UPES considere que se ha deteriorado debido a la absorción de humedad o a cualquier otra causa, será sometido a ensayo por la UPES, y si se encuentra en mal estado será rechazado y retirado del sitio por y a cuenta del CONTRATISTA.

4.3.1.3 Agua

El agua que se vaya a usar en las mezclas de concreto deberá someterse a la aprobación de la UPES y deberá ser limpia, fresca y estar exenta de impurezas tales como aceite, ácido, álcalis, sales, sedimentos, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales.

Cuando la UPES lo requiera, EL CONTRATISTA deberá efectuar análisis sobre la calidad del agua, la cual deberá cumplir con los requisitos de la sección C.3.4 del Decreto 33 de 1998. El agua potable podrá usarse para las mezclas de concretos, sin que sea necesaria la ejecución de ensayos.

4.3.1.4 Agregados

Los agregados para la elaboración de concretos y mortero serán suministrados por EL CONTRATISTA, y deberán ser de la calidad especificada en este numeral.

EL CONTRATISTA obtendrá los agregados de un proveedor o, en su defecto, de cualquier otra fuente seleccionada por EL CONTRATISTA; en cualquier caso, EL CONTRATISTA deberá someter a aprobación de la UPES el proveedor y/o la fuente de suministro, para lo cual deberá certificar la calidad de los materiales que pretende utilizar.

En caso de utilizarse concretos premezclados, los agregados que la planta de concretos emplee para la elaboración de dichos concretos, deberán cumplir lo aquí especificado.

- **Agregado fino**: Por agregado fino deberá entenderse aquel cuyo tamaño máximo sea igual a 4,8 mm (pasa tamiz # 4) y su módulo de finura no deberá ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1. El agregado fino deberá ser arena natural, arena elaborada, o una combinación de arenas naturales y elaboradas.

  La arena consistirá en partículas duras, fuertes, durables y limpias; deberá estar bien lavada, tamizada, clasificada y mezclada, según se requiera para producir un agregado fino aceptable que cumpla con los requisitos establecidos en la norma ASTM C-33, según los límites de gradación dados en la Tabla 4.2.

  Las partículas deberán tener, por lo general, forma cúbica, y el agregado deberá estar razonablemente exento de partículas de forma plana o alargada. Las rocas que se desintegren formando partículas delgadas, planas y alargadas, sea cual fuere el tipo de equipo de procesamiento, no serán aprobadas para uso en la producción del agregado fino. Se considerará como partícula delgada, plana y alargada aquella cuya dimensión máxima sea cinco veces mayor que su dimensión mínima.

Tabla 4.2
Gradación del Agregado Fino

Tamiz U. S. Standard (Malla cuadrada)	Porcentaje en peso que pasa por los tamices individuales
3/8"	100
# 4	95 - 100
# 8	80 - 100
# 16	50 - 85
# 30	25 - 60
# 50	10 - 30
# 100	2 - 10

La arena procesada deberá manejarse y apilarse en tal forma que se evite su segregación y contaminación y que su contenido de humedad no varíe apreciablemente. Las áreas en las cuales se almacene la arena deberán tener un suelo firme, limpio y bien drenado. La preparación de las áreas para las pilas de arena, el almacenamiento de los materiales procesados, el desecho de cualquier material rechazado y el manejo y disposición final de las aguas de drenaje, estarán en todo tiempo sujetos a la aprobación de la UPES.

- **Agregado grueso**: Por agregado grueso deberá entenderse aquel agregado bien gradado compuesto de partículas con tamaños entre 38 mm (tamiz de 1½") y 4,8 mm (tamiz # 4). El agregado grueso consistirá en partículas duras, fuertes, durables y limpias, obtenidas de roca o grava natural, de la trituración de estos materiales, o de una combinación de ambas; deberá estar exento de partículas alargadas o blandas, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales.

  El agregado grueso deberá ser tamizado, lavado, clasificado y sometido a los procesos que se requieran para obtener un material aceptable; este agregado se suministrará en 2 grupos de tamaños, los cuales deberán estar dentro de los límites especificados en la Tabla 4.3.

  Los agregados gruesos deberán tener una pérdida máxima del 10% en peso a 100 revoluciones, y de no más de 40% en peso a 500 revoluciones, al ser sometidos al ensayo de abrasión en la máquina de Los Ángeles, de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM C 131, usando la granulometría A de dicha norma.

Tabla 4.3
Gradación del Agregado Grueso

Tamiz U. S. Standard (Malla cuadrada)	Grupos por tamaños (Porcentaje en peso que pasa por los tamices individuales)	
	4,8 mm a 19,0 mm	19 mm a 38 mm
2”	-	100
1½”	-	90 - 100
1”	100	20 - 55
¾”	90 - 100	0 - 15
3/8”	20 - 55	0- 5
# 4	0 - 10	-

Los diferentes tipos de agregado grueso, en cuanto a tamaño, deberán almacenarse en sitios separados o amontonarse en pilas separadas una de otra.

Las áreas en las cuales se apilen los agregados deben tener un suelo firme, limpio y bien drenado y el método de manejo y apilamiento de los diferentes tipos de agregado deberá realizarse en tal forma que éstos no se entremezclen antes de que se efectúe la dosificación, no sufran rotura o segregación y no se mezclen con impurezas y sustancias extrañas, para lo cual deberán instalarse elementos divisorios para separar los diferentes tipos de agregados y adoptar cualquier otro tipo de medida que se requiera para lograr los propósitos mencionados. La preparación de las áreas de almacenamiento para agregados, el almacenamiento de los agregados que ya hayan sido procesados, el desecho del material que se haya rechazado y el manejo y disposición final de las aguas de drenaje, estarán en todo tiempo sujetos a la aprobación de la UPES.

Si los agregados gruesos se depositan en pilas, éstas se deberán extender en capas horizontales por medio de un vehículo apropiado, con el fin de evitar la segregación. Dicho vehículo deberá ser lavado completamente y a satisfacción de la UPES, inmediatamente antes de internarse en las pilas del agregado. Los métodos para extender los agregados gruesos en las pilas deberán contar con la aprobación de la UPES.

EL CONTRATISTA deberá tomar las precauciones adecuadas para controlar la presencia de polvo en las áreas de almacenamiento del agregado grueso y evitar que éste se contamine.

El contenido de humedad de los agregados deberá controlarse para garantizar que no varíe apreciablemente dentro de la masa de los mismos.

4.3.1.5 Aditivos

EL CONTRATISTA podrá usar cualquier producto aprobado, siempre y cuando cumpla con los requisitos de estas especificaciones. A menos que el producto propuesto tenga antecedentes de reconocida eficacia a juicio de la UPES, EL CONTRATISTA deberá suministrar una muestra de 5 kilogramos para ensayos.

EL CONTRATISTA deberá suministrar también datos certificados sobre ensayos en los que se indiquen los resultados del uso de los aditivos y su efecto en la resistencia y características del concreto con edades hasta de 1 año, y con gamas de temperatura inicial entre 10 y 32 grados Celsius (ºC). Adicionalmente, deberá demostrar que no alteran las características del concreto, especialmente en cuanto al incremento en el calor de hidratación y la retracción del fraguado.

La aceptación previa de los aditivos no eximirá al CONTRATISTA de la responsabilidad de suministrar productos que cumplan con los requisitos especificados. Los aditivos que se suministren durante la construcción deberán tener las mismas características que aquellos que se suministraron con las muestras.

El costo de la operación de medida, mezcla y aplicación de aditivos deberá incluirse en el precio cotizado para el concreto. Cuando la UPES ordene utilizar algún aditivo particular, su costo será reembolsado al CONTRATISTA al precio real de suministro en el sitio de obra, para lo cual EL CONTRATISTA deberá presentar en original y una copia la factura de venta correspondiente del fabricante que suministre el aditivo. No se hará ningún pago por separado por aditivos que EL CONTRATISTA use para su propia conveniencia, sin que hayan sido requeridos por la UPES, aunque ésta haya aprobado el uso de tales aditivos.

- **Aditivos reductores de agua y para control de fraguado**: Los aditivos reductores de agua y para control de fraguado deberán cumplir con los requisitos de la norma ASTM C-494 (Tipos D y E) y deberán manejarse y almacenarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las instrucciones de la UPES.

- **Agentes incorporadores de aire**: Los agentes incorporadores de aire deberán cumplir con las requisitos de la norma ASTM C-260, y deberán ser manejados y almacenados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las instrucciones de la UPES.

  La cantidad de agente incorporador de aire que se utilice en la elaboración del concreto deberá ser tal que la cantidad total de aire incorporado al concreto, cuando salga de la mezcladora, no exceda el porcentaje de aire que se muestra en el cuadro siguiente.

Tamaño máximo del agregado (mm)	Porcentaje Máximo Total de Aire en el Concreto, en Volumen
19	5
38	4

El suministro y empleo de agentes incorporadores de aire, aprobados por la UPES, serán por cuenta del CONTRATISTA y, por tanto, no se hará ningún pago adicional por este concepto.

4.3.2 Instalaciones y equipos

Por lo menos ocho días antes de que se inicie la producción de concretos (procesamiento, manejo, transporte, almacenamiento, enfriamiento, dosificación, mezcla, colocación y compactación de concreto), EL CONTRATISTA deberá presentar a la UPES, para su aprobación, el nombre del proveedor y las certificaciones de las propiedades de los materiales, pero dicha aprobación no eximirá al CONTRATISTA de la responsabilidad de cumplir con lo establecido en estas especificaciones. El equipo deberá mantenerse en condiciones óptimas de servicio y, por lo tanto, limpio y libre, en todo tiempo, de concreto o mortero endurecido o de cualquier otra sustancia extraña.

Cuando en estas especificaciones se indiquen equipos de determinada clase o procedimientos operativos específicos, esto no deberá interpretarse como una manifiesta prohibición en cuanto a que EL CONTRATISTA no pueda utilizar otros equipos o procedimientos, siempre y cuando pueda demostrar a satisfacción de la UPES, que con dichos equipos es posible obtener los mismos resultados.

EL CONTRATISTA deberá suministrar a la UPES registros completos de las operaciones pertinentes a las diferentes fases de la producción del concreto, así como también de las condiciones, materiales usados y otros datos referentes a cada clase de concreto que se coloque según lo requiera la UPES.

4.3.3 Dosificación

4.3.3.1 Generalidades

Los sistemas de dosificación suministrados para la Obra deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento en el momento de su operación y durante la construcción, y

deberán tener capacidad para dosificar automática y exactamente los suministros continuos de las distintas clases y cantidades de concreto requeridas en la obra, según lo especificado. El sistema de dosificación deberá acondicionarse en tal forma que permita la selección de un mínimo de dos mezclas preestablecidas.

Las cantidades de cemento a granel o en sacos, arena, agregado de cada uno de los diferentes tamaños y de los aditivos en polvo que se requieran para cada una de las dosificaciones del concreto, se determinarán por peso, y la cantidad de agua y de aditivos líquidos se determinarán por peso o en medidas volumétricas. EL CONTRATISTA deberá regular los pesos de las dosificaciones según se requiera para mantener el asentamiento y peso unitario del concreto dentro de los límites requeridos. Las variaciones permisibles en los pesos de los materiales se especifican en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4
Variación Permisible en los Pesos de los Materiales

Material	Variación permisible
Agua, cemento y aditivos	± 1%
Agregado fino	± 2%
Agregado grueso hasta 38 mm	± 2%

4.3.3.2 Procedimientos para la dosificación

Los equipos para el transporte de los materiales deberán ser construidos, mantenidos y operados en forma tal que no se derrame el material, ni se entremezclen las cochadas durante su funcionamiento.

Si se usan aditivos incorporadores de aire, reductores de agua o controladores de fraguado, éstos deberán descargarse en la mezcladora de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las instrucciones de la UPES. Para aditivos disueltos que requieran mezcla o agitación antes de, o durante su uso, deberán utilizarse mezcladores y agitadores mecánicos aprobados por la UPES, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Los tanques para depósito de aditivos y mezclas deberán estar provistos de drenajes para desechos y construidos en forma tal que cada tanque pueda limpiarse completamente. EL CONTRATISTA deberá mantener dichos tanques completamente drenados, lavados y libres de concentraciones de sólidos y de impurezas. El intervalo entre limpiezas no será mayor de siete días.

Todas las compuertas y mecanismos de cierre del equipo de dosificación deberán mantenerse en buenas condiciones de operación y deberán impedir el escape de los materiales cuando estén cerrados. El equipo de dosificación deberá estar sincronizado en forma tal que:

- No se pueda iniciar un nuevo ciclo de pesaje mientras no se hayan vaciado completamente todas las tolvas de pesaje y no se hayan cerrado las compuertas de descargue.

- Las compuertas de descargue de la tolva de pesaje no puedan abrirse mientras no se hayan depositado en las mismas los pesos correctos de los materiales y las básculas estén en equilibrio.

- Las compuertas de descargue no puedan cerrarse hasta tanto todos los materiales se hayan descargado por completo de la tolva de pesaje y las básculas estén de nuevo en equilibrio.

- El mecanismo de operación del aparato medidor del agua no permita escapes cuando las válvulas estén cerradas, y la válvula de descargue no se pueda abrir mientras no se haya cerrado la válvula de llenado.

- El dispositivo para el suministro de los aditivos esté sincronizado con la operación de dosificación y descargue del agua, de tal manera que la dosificación y descargue del aditivo se realice en forma automática. Dicho aparato deberá permitir el ajuste de la cantidad de aditivo dosificado, cuando tal operación se considere necesaria.

Cuando el cemento a granel y los agregados se transporten desde una planta central de dosificación hasta las mezcladoras, el cemento para cada cochada deberá colocarse en un compartimiento individual para evitar que se mezcle con el agregado y que haya pérdida de cemento.

Los tanques de los camiones de dosificación deberán estar provistos de cubiertas adecuadas para proteger el material del viento y de la humedad. Cada compartimiento de dosificación deberá tener una capacidad suficiente para evitar que haya pérdida de materiales durante el transporte, o que éstos se derramen o entremezclen cuando se abran los compartimientos.

Si el cemento se transporta mezclado con agregados que contengan humedad y llegan a ocasionar demoras en el llenado y vaciado de los compartimientos, EL CONTRATISTA deberá, por su cuenta, agregar cemento adicional a cada cochada de acuerdo con la Tabla 4.5.

Tabla 4.5
Adición de Cemento

Horas de contacto entre el cemento y el agregado húmedo	Cemento adicional requerido
0 a 2	0%
2 a 3	5%
3 a 4	10%
Por encima de 4	Se rechazará la cochada

La UPES se reserva el derecho de exigir adición de cemento para períodos de contacto más cortos que los anteriores durante épocas de clima cálido, y EL CONTRATISTA no recibirá compensación adicional por las erogaciones que esto ocasione.

4.3.3.3 Registros

El equipo de dosificación deberá incluir un dispositivo exacto de registro visual y continuo, que muestre la medición de cada ingrediente del concreto, incluyendo el agua para la mezcla y los aditivos que se agreguen en cada dosificación. El dispositivo de registro, así como cualquier mecanismo que se requiera para transferir las lecturas a dicho dispositivo, deberá estar encerrado en cajas herméticas a prueba de polvo que puedan cerrarse con llave y que sean además a prueba de vibraciones cuando la planta de dosificación esté funcionando.

El dispositivo de registro deberá registrar automáticamente la hora y el día en que se efectúa una cochada, y deberá estar construido y localizado de tal manera que el operador y el representante de la UPES puedan observar dicho gráfico y tomar notas del mismo, sin interferencias con otros operarios. El equipo de registro y su localización estarán sujetos a la aprobación de la UPES. Todos los registros relacionados con el equipo y las operaciones descritas en este artículo quedarán de propiedad de la UPES al final de cada turno.

4.3.3.4 Comunicaciones

EL CONTRATISTA deberá mantener comunicaciones ágiles y eficientes por teléfono o radio entre la planta de dosificación o mezclado, el lugar de colocación del concreto y el laboratorio de concreto de la UPES en el lugar de la obra. El sistema de comunicaciones estará equipado con campanillas de llamada, bocinas o luces intermitentes de colores que

puedan distinguirse fácilmente de otros dispositivos de señales localizadas en las inmediaciones.

4.3.4 Mezcla

4.3.4.1 Equipo

El equipo para la mezcla comprende la central de mezclas, mezcladoras, vibradores para concreto, equipo de bombeo con sus accesorios y vehículos para el transporte y colocación de los agregados y del concreto mismo, etc. EL CONTRATISTA debe proveer el equipo requerido para cumplir con sus plazos contractuales y para producir concretos de la calidad requerida.

Las mezcladoras serán del tipo y tamaño adecuados para producir un concreto que tenga composición y consistencia uniformes al final de cada ciclo de mezclado. Cada mezcladora deberá estar diseñada en forma tal que los materiales de cada cochada entren sin que haya pérdida y que el descargue del concreto ya mezclado se realice perfecta y libremente en tolvas húmedas o en cualesquiera otros recipientes aprobados por la UPES.

A menos que la UPES permita algo diferente, el concreto debe mezclarse por medios mecánicos en plantas centrales y/o en mezcladoras diseñadas para cochadas mínimas de 0,75 metros cúbicos de capacidad.

Las mezcladoras no deberán sobrecargarse. Deberán ser de un tipo adecuado para obtener una mezcla uniforme, deberán tener depósito de agua y dispositivos que permitan medir con precisión y controlar automáticamente, tanto la aplicación de agua como el tiempo de mezclado.

Todos los equipos deberán estar en perfectas condiciones de servicio. Cualquier elemento que funcione deficientemente deberá ser reparado o reemplazado. Para la construcción de estructuras que requieran un vaciado ininterrumpido, EL CONTRATISTA deberá proveer capacidad adicional o de reserva para garantizar la continuidad de operación.

4.3.4.2 Muestreo y ensayos

El concreto no se considerará de composición y consistencia uniformes y aceptables a menos que los resultados de los ensayos realizados en dos muestras tomadas en los puntos correspondientes a ¼ y ¾ de una cochada en el momento en que ésta sale de la mezcladora, se encuentren dentro de los siguientes límites:

- El peso unitario del mortero de cada muestra no deberá variar en más de 0,8% del promedio del peso del mortero en las dos muestras.

- El porcentaje en peso del agregado retenido en el tamiz # 4, para cada muestra, no deberá variar en más del 5% con respecto al promedio de los porcentajes en peso del agregado en las dos muestras.

- La diferencia en el asentamiento de las muestras no deberá exceder de 2,5 cm.

4.3.4.3 Operación de mezclado

Los materiales para cada cochada del concreto deberán depositarse simultáneamente en la mezcladora, a excepción del agua, que se verterá primero y que se dejará fluir continuamente mientras los materiales sólidos entren en la mezcladora, y que continuará fluyendo por un corto período adicional después que los últimos materiales sólidos hayan entrado en la mezcladora. Todos los materiales, incluyendo el agua, deberán entrar en la mezcladora durante un período que no sea superior al 25% del tiempo total de mezclado. La UPES se reserva el derecho de aumentar el tiempo de mezcla, si las operaciones de mezclado no permiten producir un concreto que tenga una composición y consistencia uniformes, de acuerdo con estas especificaciones.

En ningún caso el tiempo de mezcla deberá ser superior a tres veces el tiempo mínimo de mezcla especificado y no se permitirá mezclado excesivo que requiera la adición de agua para mantener la consistencia requerida. Las mezcladoras deberán estar diseñadas en tal forma que la operación de mezclado pueda interrumpirse y reanudarse con capacidad completa de materiales. Cada cochada deberá descargarse completamente de la mezcladora antes de proceder al mezclado de la siguiente. Cada mezcladora deberá estar equipada con un dispositivo mecánico de regulación de tiempo que indique la finalización del período de tiempo necesario para efectuar la mezcla y cuente el número de mezclas preparadas; además, deberá estar provista de un sistema de sincronización que evite que se pueda descargar la cochada antes de que haya transcurrido el tiempo especificado de mezcla.

La primera cochada de los materiales colocados en la mezcladora al iniciar cada operación de mezclado, deberá contener un exceso de cemento, arena y agua para revestir el interior del tambor sin que se reduzca el contenido del mortero requerido para la mezcla.

Cada mezcladora deberá limpiarse después de cada período de operación continua y deberá mantenerse en condiciones que no perjudiquen la operación de mezclado. Asimismo, deberá limpiarse si la operación de mezclado se suspende por más de una hora.

4.3.4.4 Temperatura del concreto

Con el propósito de controlar fisuras y agrietamientos del concreto la temperatura del mismo, en el momento de su colocación no deberá ser mayor de 25°C para los concretos de la obra.

La temperatura del concreto durante el fraguado y el curado deberá mantenerse en los límites especificados.

4.3.5 Formaletas

4.3.5.1 Generalidades

EL CONTRATISTA suministrará e instalará todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por la UPES. Las formaletas deberán instalarse y mantenerse dentro de los límites especificados en el numeral 4.3.12 con el fin de asegurar que el concreto permanezca dentro de dichos límites. El concreto que exceda los límites establecidos deberá ser corregido o demolido y reemplazado por y a cuenta y riesgo del CONTRATISTA, según se especifica en el numeral 4.3.14.

Por lo menos con 15 días de anticipación antes de iniciar la construcción de las formaletas para cualquier estructura, EL CONTRATISTA deberá someter a la aprobación de la UPES, planos que muestren los detalles de las formaletas propuestas y los métodos de soporte de las mismas. La aprobación por parte de la UPES no eximirá al CONTRATISTA de su responsabilidad respecto de la seguridad y calidad de la obra.

Las formaletas y la obra falsa deberán ser lo suficientemente fuertes para soportar todas las cargas a que vayan a estar sujetas, incluyendo las cargas producidas por la colocación y vibración del concreto. Todas las formaletas y obra falsa deberán ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas del mortero de concreto. Dichas formaletas y andamios deberán permanecer rígidamente en sus posiciones desde el momento en que se comience el vaciado del concreto hasta cuando éste se haya endurecido lo suficiente para sostenerse por sí mismo.

Las formaletas se construirán en tal forma que las superficies del concreto terminado sean de textura y color uniformes, y de acuerdo con la clase de acabado que se especifica en el numeral 4.3.13.

Los límites de tolerancia para el concreto, especificados en el numeral 4.3.12 y las irregularidades de las superficies permitidas en el numeral 4.3.13 no constituyen límites

para la construcción de formaletas o límites dentro de los cuales se puedan utilizar formaletas defectuosas. Dichos límites se establecen únicamente para tener en cuenta irregularidades que pasen inadvertidas o que sean poco frecuentes. Se prohibirán los procedimientos y materiales que, en opinión de la UPES den origen a irregularidades que puedan evitarse, aunque dichas irregularidades estén dentro de los límites especificados.

Las formaletas deberán diseñarse de tal manera que permitan depositar el concreto en su posición final y que la inspección, revisión y limpieza del concreto puedan cumplirse sin demora.

Los elementos metálicos que se utilicen para sostener las formaletas, deberán permanecer embebidos y estar localizados a una distancia no menor de 10 cm de cualquier superficie que esté expuesta al agua y de 2,5 cm de cualquiera otra superficie, pero dicha separación no deberá ser menor de 2 veces el diámetro del amarre. Los huecos que dejen los sujetadores removibles embebidos en los extremos de los amarres, deberán ser regulares y de tal forma que permitan el escariado; estos huecos deberán llenarse como se especifica en el numeral 4.3.14. No se permitirá el uso de alambres o sujetadores de resorte y si se usan travesaños de madera, éstos no deberán estropear o deformar la formaleta y deberán removerse antes de que los cubra la superficie libre del concreto.

En el momento de la colocación del concreto, las superficies de las formaletas deberán estar libres de mortero, lechada o cualesquiera otras sustancias extrañas que puedan contaminar el concreto o que no permitan obtener los acabados especificados para las superficies.

Antes de colocar el concreto, las superficies de las formaletas deberán cubrirse con una capa de aceite comercial, o de un producto especial que evite la adherencia y que no manche la superficie del concreto. Deberá tenerse especial cuidado en no dejar que el aceite o el producto especial penetre en el concreto que vaya a estar en contacto con una nueva fundida.

A menos que se indique algo diferente, una misma formaleta sólo podrá usarse de nuevo después de que haya sido sometida a limpieza y reparación adecuadas, y siempre y cuando la UPES considere que dicha formaleta permitirá obtener los acabados requeridos para el concreto. No se permitirá reparar con láminas metálicas las formaletas de madera. EL CONTRATISTA deberá suministrar y colocar elementos adicionales que permitan que la superficie lateral del concreto sea siempre vertical, durante la colocación, de tal modo que se obtengan juntas de construcción verticales. Las juntas de construcción entre la losa de cimentación y las paredes de las estructuras se harán en la forma mostrada en los planos o aprobada por la UPES.

Para los concretos que se especifiquen en los planos como concretos a la vista, la apariencia será de fundamental importancia. Para proporcionar un acabado adecuado, EL

CONTRATISTA suministrará formaletas de madera, construidas por carpinteros expertos, únicamente en listón machihembrado bien ajustados y cuidando del sentido de los mismos, debidamente marqueteadas y reforzadas para producir superficies lisas y de buena apariencia. No se aceptarán salientes, rebabas ni desviaciones visibles.

Los bloques, sardineles, pedestales y otros aditamentos que se utilicen para soportar las formaletas, deberán ser sometidos a la aprobación de la UPES, quien basada en las repercusiones que dichos aditamentos puedan ocasionar sobre las propiedades estructurales de los componentes de la obra y el acabado requerido, aceptará o rechazará el empleo de tales aditamentos. Ninguna parte o sección de los soportes embebidos deberá quedar a menos de 10 cm de la superficie del revestimiento y las superficies de dichos soportes se considerarán como juntas de construcción y se tratarán según lo indicado en el numeral 4.3.6.5.

4.3.5.2 Materiales para formaletas

Los materiales empleados para fabricar las formaletas de madera y las formaletas metálicas deberán ser como se especifica en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6
Materiales para Formaletas

Acabado superficie encofrada	Formaleta de madera	Formaleta metálica
F1	Cualquier calidad de entablado de madera común.	Se permitirán láminas o recubrimiento de acero.
F2	Entablado para construcción de superficie o madera laminada.	Se permitirán láminas de acero. No se permitirá recubrimiento de acero a menos que se apruebe.
F3	Madera de listón machihembrado.	No se permitirán láminas de acero, ni recubrimiento de acero, a menos que con éstos se obtengan acabados con apariencia y textura uniformes.
F4	Para superficies planas las formaletas deberán ser de listón machihembrado comercial seleccionado o madera laminada de calidad sólida. Para superficies de doble curvatura, las formaletas deberán construirse con fajas flexibles laminadas de buena calidad.	Se permitirán láminas de acero. No se permitirán recubrimientos de acero.

Las láminas de acero indicadas en la Tabla 4.6 se refieren a platinas de acero que no tengan soportes de madera. El recubrimiento de acero indicado en la Tabla 4.6 se refiere a láminas delgadas de acero soportadas por un respaldo de tablas de madera.

4.3.6 Juntas en el concreto

4.3.6.1 Generalidades

Se dejarán juntas de construcción, contracción y dilatación en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique la UPES. EL CONTRATISTA no deberá introducir juntas adicionales o modificar el diseño o la localización de las juntas mostradas en los planos o aprobadas por la UPES, sin la previa aprobación por escrito de esta última. En las superficies expuestas, las juntas serán horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique algo diferente.

El concreto en las superficies de las juntas deberá permanecer inalterado durante los primeros días después de su colocación, y no se permitirá el tráfico de equipos sobre el nuevo concreto hasta tanto éste haya endurecido lo suficiente para que dicho tráfico pueda realizarse sin causar daño alguno, según lo apruebe la UPES

No se permitirán en ningún caso juntas frías. En el caso de que el equipo sufra daños o que, por cualquiera otra razón, se interrumpa la colocación continua de la mezcla, EL CONTRATISTA deberá consolidar el concreto mientras se encuentre en estado plástico y conformar una superficie con pendiente uniforme y estable.

Si las operaciones no se reanudan dentro de un período de una hora después de dicha interrupción, se deberá suspender la colocación de concreto a menos que la UPES indique algo diferente, hasta cuando el concreto haya fraguado lo suficiente para que su superficie pueda convertirse en una junta de construcción, según se indica en el numeral 4.3.6.2. Antes de reanudar la colocación de la mezcla, la superficie del concreto deberá prepararse y tratarse según se especifica para juntas de construcción en el numeral 4.3.6.5.

4.3.6.2 Juntas de construcción

Se denominan juntas de construcción a las superficies sobre o contra las cuales se va a colocar concreto y a las cuales debe adherirse el nuevo concreto y que han llegado a adquirir un grado de rigidez tal que el nuevo concreto no puede incorporarse monolíticamente al concreto anterior.

EL CONTRATISTA podrá proponer a la UPES que la localización de las juntas de construcción se efectúe en sitios distintos de los que se muestran en los planos. Sin embargo, la UPES aceptará las modificaciones planteadas por EL CONTRATISTA únicamente cuando las considere convenientes y se reservará el derecho de rechazar los cambios propuestos.

En caso que la UPES acepte la relocalización de juntas de construcción en cualquier parte de una estructura luego que se le hayan suministrado al CONTRATISTA los correspondientes planos de refuerzo, este último deberá revisar dichos planos por su cuenta y someter las respectivas revisiones a la aprobación de la UPES; cualquier demora u obra adicional que de este cambio se desprenda, no será motivo de reclamo por parte del CONTRATISTA, en cuanto a extensiones en el plazo o compensación adicional.

Antes de colocar concreto nuevo sobre o contra una junta de construcción, la superficie de la junta deberá limpiarse y tratarse de acuerdo con lo especificado en el numeral 4.3.6.5.

4.3.6.3 Juntas de contracción y juntas de dilatación

- **Juntas de contracción**: Las juntas de contracción se construirán encofrando el concreto en uno de los lados de la junta y permitiendo que éste fragüe antes de colocar el concreto en el lado adyacente de la misma junta. A menos que las juntas de contracción vayan a ser inyectadas con lechada, la superficie del concreto en uno de los lados de la junta deberá recibir una capa de material adecuado que evite la adherencia antes de colocar el concreto en el lado adyacente de la junta.

- **Juntas de dilatación**: Cuando las juntas de dilatación se construyan para obtener superficies que se deslicen una contra otra, se deberá aplicar a una de dichas superficies una capa de material plástico que evite la adherencia. Las juntas de dilatación podrán llevar materiales sellantes y llenantes, según se especifica en el numeral 4.3.16 con sellos de PVC o metálicos

  Las juntas de dilatación con llenante deberán construirse de acuerdo con lo indicado en los planos o lo ordenado por la UPES.

4.3.6.4 Tratamiento de juntas de construcción

- **Juntas de construcción horizontales**: La**s** juntas de construcción horizontales que tengan superficies relativamente abiertas y accesibles, deberán prepararse para recibir la fundida siguiente por medio de chorros de arena húmeda o corte de chorro de aire-agua a presión (corte verde), como se especifica más adelante.

  Si la superficie de la junta está congestionada con refuerzo o es relativamente inaccesible, o si la UPES considera que esta superficie no deba disturbarse antes de obtenerse el fraguado final, no se permitirá el "corte verde" y se exigirá el tratamiento con chorro de arena húmeda o con buzarda. No se permitirá el uso de retardantes de fraguado superficial.

  - El "corte verde" deberá hacerse después del fraguado inicial pero antes que el concreto haya obtenido el fraguado final. La superficie deberá cortarse con un chorro de aire-agua a alta presión para remover la lechada superficial y para que quede expuesto un agregado limpio y sano. Después del corte, la superficie deberá lavarse hasta que desaparezca toda turbiedad del agua de lavado.

  - La limpieza con chorro de arena húmeda deberá efectuarse inmediatamente antes de la colocación de la siguiente fundida. La operación deberá continuarse hasta remover todo el concreto no aceptable, toda la lechada superficial y cualquier otro material extraño. Finalmente, la superficie de concreto deberá lavarse para remover todo el material suelto.

- **Juntas de construcción verticales**: Deberán limpiarse con chorro de arena húmeda o con buzarda según lo apruebe la UPES.

4.3.7 Preparación para la colocación del concreto

Por lo menos cuarenta y ocho horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, EL CONTRATISTA deberá notificar por escrito a la UPES el sitio donde proyecta realizar la colocación del concreto, con el fin de darle suficiente tiempo para verificar y aprobar dicha colocación. No se podrá colocar concreto en ningún sitio hasta tanto la UPES no haya inspeccionado y aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que quedarán en contacto con el concreto que se vaya a colocar en dicho sitio. La UPES establecerá procedimientos para revisar y aprobar cada sitio antes de la colocación del concreto, y EL CONTRATISTA deberá acatar dichos procedimientos.

No se permitirá la instalación de encofrados, ni la colocación de concreto en ninguna sección de una estructura, mientras no se haya terminado en su totalidad la excavación para dicha sección, incluyendo la limpieza final y remoción de soportes hasta mas allá de los límites de la sección, de manera que las excavaciones posteriores no interfieran, disturben o afecten el encofrado, el concreto o fundaciones sobre las cuales el concreto vaya a estar colocado o en contacto. No deberá colocarse concreto en áreas donde, a juicio de la UPES, las operaciones de voladura que lleve a cabo EL CONTRATISTA puedan afectar el concreto o las fundaciones sobre las cuales vaya a estar colocado. La UPES hará cumplir estrictamente las estipulaciones sobre el empleo de explosivos en sitios vecinos a las estructuras de concreto. Sin la previa autorización de la UPES no se podrá colocar concreto bajo agua. Se evitará por todos los medios que el agua lave, se mezcle o se infiltre dentro del concreto.

Todas las superficies sobre o contra las cuales se coloque el concreto, incluyendo las superficies de las juntas de construcción entre colocaciones sucesivas de concreto, así como el refuerzo, las partes embebidas y las superficies de roca, deberán estar completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, mortero o lechada, partículas sueltas u otras sustancias perjudiciales. La limpieza incluirá el lavado por medio de chorros de agua y aire a presión, excepto para superficies del suelo o excavaciones en las que este método no será obligatorio. Las fundaciones en suelo contra las cuales se coloque el concreto, se deberán recubrir con una capa de concreto pobre.

4.3.8 Transporte del concreto

El concreto deberá transportarse de las mezcladoras al sitio de colocación final utilizando medios que eviten la segregación, pérdida o adición de materiales. El concreto deberá protegerse contra la intemperie durante su transporte, y los recipientes del concreto o bandas transportadoras deberán cubrirse cuando así lo requiera la UPES.

La utilización de cualquier sistema de transporte o conducción del concreto estará sujeto a la aprobación de la UPES. Dicha aprobación no deberá ser considerada como definitiva por EL CONTRATISTA, y se dará bajo la condición de que el uso del sistema se suspenderá inmediatamente si el asentamiento o la segregación exceden los límites especificados.

Sin la aprobación previa de la UPES, EL CONTRATISTA no podrá transportar el concreto por medio de sistemas de bombeo cuando la distancia de acarreo desde la planta dosificadora hasta el sitio de disposición final sea mayor de 300 m. Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias mayores de 300 m, el transporte se hará en camiones mezcladores. Cuando se usen camiones mezcladores para el transporte del concreto, cada mezcladora deberá tener en un lugar visible una placa metálica en la que se indiquen los diferentes usos para los cuales se ha diseñado, la capacidad del tambor en

términos de volumen del concreto mezclado, y la velocidad de rotación del tambor o de las cuchillas. Cada mezcladora deberá estar provista de un instrumento que marque el número de revoluciones del tambor o de las cuchillas.

4.3.9 Colocación del concreto

4.3.9.1 Generalidades

La colocación del concreto deberá realizarse solamente en presencia del representante de la UPES. El concreto no se colocará bajo la lluvia sin permiso de la UPES. Dicho permiso se dará solamente cuando EL CONTRATISTA suministre cubiertas que, en opinión de la UPES sean adecuadas para la protección del concreto durante su colocación y hasta cuando éste haya fraguado.

El concreto se depositará lo más cerca posible de su posición final y no deberá hacerse fluir por medio de los vibradores. Los métodos y equipos que se utilicen para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la cantidad de concreto que se deposite, para evitar así que este salpique, o que se produzca segregación cuando el concreto caiga con demasiada presión, o que choque o golpee contra los encofrados o el refuerzo.

No se permitirá que el concreto caiga libremente desde alturas mayores a 1,5 m, sin la previa aprobación de la UPES. A menos que se especifique algo diferente, el concreto deberá colocarse en capas continuas horizontales cuya profundidad no exceda de 0,5 m. La UPES podrá exigir profundidades aún menores cuando lo estime conveniente, si las considera necesarias para la adecuada realización del trabajo.

Cada capa de concreto deberá consolidarse hasta obtener la mayor densidad posible, deberá quedar exenta de huecos y cavidades causadas por el agregado grueso, y deberá llenar completamente todos los espacios de los encofrados y adherirse completamente a la superficie de los elementos embebidos.

No se colocarán nuevas capas de concreto mientras las anteriores no se hayan consolidado completamente según lo especificado, ni tampoco deberán colocarse después que la capa anterior haya empezado a fraguar con el fin de evitar daños al concreto recién colocado y la formación de juntas frías.

No deberá utilizarse concreto al que se le haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Todo concreto que haya endurecido hasta el punto en que no se pueda colocar adecuadamente, será desechado.

EL CONTRATISTA deberá tener especial cuidado de no mover los extremos del refuerzo que sobresalga del concreto por lo menos durante veinticuatro horas después de colocado el concreto.

Cuando sea posible, se cubrirán las juntas de construcción encofradas con una capa de lechada de cemento antes de colocar el concreto; para tal efecto, se repasarán dichas juntas con cepillos de cerdas fuertes y saturadas de lechada fresca. En los sitios donde no sea posible aplicar la lechada de cemento se tomarán precauciones especiales para que el concreto se adhiera íntimamente a la superficie de las juntas, extendiendo el concreto cuidadosamente con herramientas apropiadas.

4.3.9.2 Consolidación del concreto

El concreto se consolidará mediante vibración hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra completamente las superficies de los encofrados y materiales embebidos. Durante la consolidación de cada capa de concreto, el vibrador deberá operarse a intervalos regulares y frecuentes, y en posición casi vertical. La cabeza del vibrador deberá penetrar profundamente dentro del concreto para someter de nuevo a vibración las capas subyacentes. La capa superior de cada colocación deberá someterse de nuevo a vibraciones sistemáticas para que el concreto mantenga su plasticidad. No se deben colocar nuevas capas de concreto mientras las capas anteriores no hayan sido sometidas a las operaciones especificadas.

Deberá tenerse cuidado que la cabeza vibradora no quede en contacto con los encofrados o con los elementos metálicos embebidos para evitar que éstos puedan dañarse o desplazarse.

La consolidación del concreto deberá llevarse a cabo con vibradores eléctricos de inmersión o de tipo neumático, que tengan suficiente potencia y capacidad para consolidar el concreto en forma efectiva y rápida. Los vibradores de inmersión deben operarse a velocidades de por lo menos 7000 r.p.m.

Al compactar la superficie de un vaciado de concreto, las partículas mas gruesas del agregado que vayan quedando localizadas en la superficie deberán embeberse completamente dentro del concreto. Se evitará la aplicación de vibración excesiva en la parte superficial del concreto.

Siempre que sea posible, deben evitarse juntas frías. En el caso que se haga necesario hacer alguna junta fría por una interrupción inevitable en la colocación del concreto, EL CONTRATISTA consolidará completamente el concreto mientras dure la plasticidad del mismo, hasta obtener una uniformidad aceptable y una superficie estable de la junta. El

concreto en la superficie de las juntas frías deberá limpiarse y humedecerse tal como se requiere en juntas de construcción, antes de cubrirse con mortero fresco y concreto.

4.3.10 Remoción de encofrados

Los encofrados no deberán removerse sin previa autorización de la UPES. Para que el curado y la reparación de las imperfecciones de la superficie se realicen a la mayor brevedad posible, los encofrados generalmente deberán removerse tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente para soportar las cargas a que esté sometido en ese momento, con lo cual se evitará cualquier daño al quitarlos. En ningún caso estos tiempos serán inferiores a los establecidos en la norma ACI 347 (sección 3.7.2.3).

Los encofrados deberán removerse en tal forma que no se ocasionen roturas, desgarraduras, peladuras, o cualquier otro daño al concreto. Si se hace necesario acuñar los encofrados del concreto que se hayan aflojado, deberán usarse solamente cuñas de madera. Los encofrados y la obra falsa sólo se podrán retirar cuando el concreto haya obtenido la resistencia suficiente para sostener su propio peso y el peso de cualquier carga superpuesta, y siempre y cuando la remoción no cause al concreto ningún daño. Previa aprobación de la UPES, EL CONTRATISTA podrá dejar permanentemente en su sitio los encofrados para superficies de concreto que no queden expuestas a la vista después de terminada la obra y que estén tan cerca de superficies excavadas en la roca que sean difíciles de remover.

La aprobación dada por la UPES para la remoción de los encofrados no exime en ninguna forma al CONTRATISTA de la obligación que tiene de llevar a cabo dicha operación únicamente cuando el concreto se haya endurecido lo suficiente para evitar así toda clase de daños; EL CONTRATISTA deberá reparar por su propia cuenta, y a satisfacción de la UPES cualquier daño causado al remover los encofrados.

4.3.11 Curado del concreto

4.3.11.1 Generalidades

A menos que se especifique lo contrario, el concreto deberá curarse manteniendo sus superficies permanentemente húmedas. El curado con agua se hará durante un período de por lo menos catorce días después de la colocación del concreto o hasta que la superficie se cubra con más concreto. la UPES podrá aprobar métodos alternativos propuestos por EL CONTRATISTA, como curado con vapor o con membrana, pero en ningún caso se permitirá el curado con membrana en las superficies para las cuales se hayan especificado los acabados U3 y F4, en las superficies de juntas de construcción o en las superficies que se vayan a pañetar o pintar.

Por lo menos cinco días antes de usar métodos de curado diferentes al curado con agua, EL CONTRATISTA deberá notificar e informar a la UPES al respecto.

El equipo y los materiales para curado deberán estar disponibles en el sitio de la obra antes de iniciar la colocación del concreto.

4.3.11.2 Curado con agua

Cuando se emplee agua para curar superficies de concreto para las cuales se hayan especificado los acabados F1, F2, F3, U1 y U2, el curado se hará cubriendo dichas superficies con un tejido de yute saturado de agua, o mediante el empleo de cualquier otro sistema efectivo aprobado por la UPES que conserve húmedas continuamente, y no periódicamente, las superficies que se vayan a curar, desde el momento en que el concreto haya fraguado lo suficiente hasta el final del período de curado especificado. El agua que se use para el curado del concreto deberá cumplir con lo especificado para el agua para mezclas de concreto.

Cuando se utilice agua para curar superficies para las cuales se especifican los acabados F4 y U3, el curado se hará por medio de un rociador de acción continua.

4.3.11.3 Curado con membrana

Cuando la UPES autorice el curado del concreto con membrana, éste se hará aplicando un compuesto sellante que al secarse forme una membrana impermeable en la superficie del concreto. El compuesto sellante deberá cumplir con los requisitos establecidos en la norma ASTM C 309 para compuestos líquidos del Tipo 2, de acuerdo con lo aprobado por la UPES y deberá tener consistencia y calidad uniformes en todos los recipientes y envíos.

El equipo y métodos de aplicación del compuesto sellante, así como la frecuencia de su aplicación, deberán corresponder a las recomendaciones del fabricante, aprobadas por la UPES.

El compuesto sellante se esparcirá en una sola capa sobre la superficie del concreto con el fin de obtener una membrana uniforme y continua. En las superficies rugosas la tasa de aplicación del compuesto deberá aumentarse en la medida en que esto sea necesario para obtener una membrana continua. El compuesto sellante que se vaya a usar en superficies no encofradas se aplicará inmediatamente después de concluir el tratamiento para los respectivos acabados.

Cuando el compuesto se vaya a usar en superficies encofradas, éstas deberán humedecerse aplicando un chorro suave de agua inmediatamente después de retirar las formaletas y deberán mantenerse húmedas hasta cuando cese la absorción de agua. Tan pronto como desaparezca la película superficial de humedad, pero mientras la superficie tenga aún una apariencia húmeda, se aplicará el compuesto sellante. Se deberá tener especial cuidado en que el compuesto cubra completamente los bordes, esquinas y rugosidades de las superficies encofradas. Todo compuesto que se aplique a superficies de concreto a las cuales se les vaya a reparar las imperfecciones, deberá removerse completamente por medio de chorros de arena húmeda. Una vez que estas superficies se hayan reparado a satisfacción de la UPES, deberán cubrirse de nuevo con compuesto sellante y de acuerdo con lo especificado.

La membrana deberá protegerse permanentemente, de acuerdo con las instrucciones de la UPES. Cuando sea inevitable el tráfico sobre la superficie de concreto, ésta deberá cubrirse con una capa de arena o de otro material aprobado como capa protectora.

No se empleará el curado con membrana en superficies con acabados F4 y U3, en juntas de construcción ni en superficies que se vayan a pañetar o a pintar.

4.3.12 Tolerancias

Las tolerancias se definen como las variaciones permisibles en el concreto con respecto a las líneas, pendientes y dimensiones mostradas en los planos u ordenadas por la UPES. El objeto de esta sección es establecer tolerancias consistentes con la práctica constructiva actual, pero determinadas con base en el efecto que las desviaciones permisibles puedan tener sobre las funciones estructurales u operativas de las construcciones.

EL CONTRATISTA deberá instalar y mantener los encofrados en forma adecuada para que la obra terminada cumpla con las tolerancias especificadas.

A menos que los planos o la UPES indiquen algo diferente, las desviaciones de las líneas de las estructuras de concreto con respecto a las líneas, pendientes y dimensiones mostradas en los planos serán las que se establecen enseguida.

Desviaciones máximas en las dimensiones, líneas y cotas indicadas en los planos

Dimensiones laterales	Tolerancias
Placas, columnas, vigas y estructuras similares de concreto reforzado	- 1 cm a + 2 cm
Muros cabezales y cimientos	- 2 cm a + 5 cm

El desplazamiento de las mismas obras con respecto a la localización indicada en los planos no deberá ser mayor que la desviación máxima establecida anteriormente.

Ítem	Tolerancias
Espesores de placas	- 0,1 cm a + 1,5 cm
Cotas superiores de placas, vigas	± 1 cm
Variación en alineamiento de elementos embebidos	± 0,1 cm
Desviaciones en la localización de sellos	± 2 cm

Regularidad de la superficie (determinada con regla patrón de 3 m)	Tolerancias
Placas	+ 0,4 cm
Otras superficies de concreto reforzado o simple	+ 1 cm
Muros cabezales y cimientos	+ 2 cm

4.3.13 Acabados

4.3.13.1 Generalidades

Las tolerancias admisibles para el concreto, indicadas en los planos o especificadas en el numeral 4.3.12 se diferenciarán de las irregularidades superficiales, de acuerdo con lo que se describe a continuación:

- A menos que se indique algo diferente, las superficies acabadas deberán ser lisas, sólidas, suaves y estar libres de escamas, depresiones, huecos, manchas y cualesquiera otros defectos o irregularidades, y deberán así mismo cumplir con todos los requisitos establecidos para el acabado correspondiente especificado en esta sección o indicado en los planos.

- Los acabados de las superficies de concreto deberán ser ejecutados por personal especializado en este trabajo, en presencia del representante de la UPES.

  Las irregularidades superficiales se denominan bruscas y suaves. Las irregularidades bruscas incluyen las salientes causadas por desplazamiento, mala colocación o cualquier defecto de las formaletas; estas irregularidades se determinarán por medición directa. Las irregularidades suaves se medirán con una regla patrón de 3 m de largo, o su equivalente para superficies curvas, suministrada por la UPES. Estas irregularidades se

medirán en términos de la desviación de la superficie del concreto respecto del borde de la regla patrón cuando ésta se mantiene firmemente en contacto con dicha superficie.

- A menos que los planos o la UPES indiquen algo diferente, todas las superficies expuestas a la lluvia o al agua, y que en los planos se muestran como horizontales, deberán tener pendientes de aproximadamente un centímetro por cada metro. Las superficies extensas deberán tener pendientes en más de una dirección con el fin de facilitar la escorrentía, según lo determine la UPES.

4.3.13.2 Acabados de superficies encofradas

Los acabados de las superficies del concreto encofrado se designan como F1, F2, F3 y F4, según se indica a continuación:

- **Acabado F1**: Se aplica a las superficies encofradas sobre o junto a las cuales se colocará material de relleno. Para estas superficies no se requiere tratamiento especial después de retiradas las formaletas, aparte de la reparación del concreto defectuoso y el llenado de los huecos de los sujetadores.

- **Acabado F2**: Se aplica a las superficies encofradas que no queden permanentemente ocultas por material de relleno, para las cuales no se especifiquen los acabados F3 y F4.

  Este acabado será de apariencia uniforme y no requiere tratamiento especial aparte de la reparación del concreto defectuoso, el llenado de huecos, y la remoción de irregularidades bruscas que excedan de 5 milímetros y la reducción de las irregularidades suaves para que éstas no excedan de 10 mm.

- **Acabado F3**: Se aplica a las superficies encofradas expuestas a la vista del público y cuya apariencia y textura exterior son de especial importancia a juicio de la UPES. Una vez terminada la reparación del concreto defectuoso y el llenado de los huecos, las superficies tratadas con este acabado deberán ser de apariencia y textura uniformes.

  Las irregularidades superficiales no deberán exceder de 5 mm en el caso de irregularidades suaves y de 3 mm en el caso de irregularidades bruscas. No se permitirán irregularidades bruscas en las juntas de construcción.

  Además de la reparación del concreto defectuoso y de la remoción de rebabas, salientes y de otras irregularidades, este acabado incluirá, si la UPES lo considera necesario, el frotamiento con tela de fique con el fin de rellenar los agujeros de aire.

- **Acabado F4**: Este acabado se aplicará a las superficies encofradas para las cuales son importantes el alineamiento, la densidad y el emparejamiento de la superficie, como prevención contra los efectos destructivos de la acción del agua. Son esenciales las superficies duras, lisas, densas y libres de depresiones, escamas, huecos e irregularidades, por lo tanto, se deberá tener especial cuidado al montar los encofrados y al colocar el concreto para asegurar así un acabado de alta calidad. Las rugosidades bruscas paralelas a la dirección del flujo, no deberán exceder de 5 mm, y las que no sean paralelas de 1,5 mm. Las irregularidades suaves no deberán exceder de 5 mm, ni deberán tener una pendiente o relación de altura a longitud mayor de 1 a 50. Las rugosidades bruscas que excedan estos límites serán eliminadas y las irregularidades suaves se reducirán por lijado hasta que se obtengan los límites especificados, para lo cual se usará, un equipo de lijado cuya cabeza tenga suministro de agua a presión. Las superficies con huecos que tengan una dimensión mayor de 10 mm deberán frotarse con tela de fique, tan pronto como sea posible, y una vez que los encofrados se hayan removido; pero esta operación no se realizará antes de hacer en la superficie los resanes correspondientes. Las superficies que se sometan a frotamientos con tela de fique deberán humedecerse con agua y dejarse secar, y una vez que el concreto esté casi seco, se aplicará a la superficie una capa de mortero formado de una parte de cemento y dos partes por volumen, de arena bien gradada que pase por el tamiz # 30 todo mezclado con agua hasta obtener una consistencia de pintura gruesa. Posteriormente, la superficie se frotará vigorosamente con tela de fique. El mortero después de este tratamiento deberá tener una apariencia uniforme y deberá haber llenado todas las picaduras, burbujas y huecos. EL CONTRATISTA sustituirá, si lo requiere la UPES, una porción de cemento en el mortero mencionado por cemento blanco para obtener un color que coincida con el del concreto adyacente; mientras que la superficie esté todavía plástica, deberá frotarse con tela de fique y con una mezcla de los mismos materiales y proporciones de mortero aplicado anteriormente. El mortero que no se use como relleno deberá removerse de la superficie.

4.3.13.3 Acabados de superficies no encofradas

Los acabados de las superficies no encofradas se designan por U1, U2, U3 y U4 según se especifica mas adelante. Las superficies no encofradas que no se designen por uno de estos símbolos, no requerirán tratamiento especial aparte de la consolidación hasta las líneas regulares, para obtener drenaje adecuado de acuerdo con lo especificado.

- **Acabado U1 (acabado con regla emparejadora)**: Se aplica a las superficies no encofradas que se vayan a cubrir con otros materiales, o que no requieran una superficie uniforme. Las operaciones correspondientes a este acabado consistirán en nivelar y

emparejar el concreto para obtener una superficie uniforme. Las irregularidades superficiales no deberán exceder de 10 mm.

- **Acabado U2 (acabado con llana de madera)**: Se aplica a las superficies no encofradas permanentemente expuestas, que no requieran los acabados U3 y U4. Las operaciones correspondientes a este acabado consistirán en el emparejamiento y nivelación adecuados para obtener superficies uniformes en las cuales las irregularidades de las superficies no excedan de 5 mm como en el alisado con llana de madera. El alisado deberá iniciarse tan pronto como la superficie haya endurecido suficientemente, y deberá aplicarse hasta obtener una superficie libre de marcas de regla y uniforme en color y textura.

- **Acabado U3 (acabado con palustre metálico)**: Se aplica a las superficies no encofradas, donde requiere un alineamiento exacto. Las superficies deberán ser densas, uniformes, libres de manchas y marcas, para prevenir los efectos destructivos de la acción del agua, o en cualquier otro sitio según lo indiquen los planos o lo requiera la UPES. La superficie deberá recibir inicialmente un tratamiento igual al que se especifica para el acabado U2, seguido por un alisado con palustre tan pronto como la superficie haya endurecido lo suficiente, para prevenir que el material fino salga a la superficie. La nivelación con palustre metálico deberá hacerse aplicando presión, de manera que se empareje la textura arenosa de la superficie alisada y se produzca una superficie densa, uniforme, libre de manchas y de marcas. No se permitirán rugosidades bruscas y las irregularidades suaves no deberán exceder de 5 mm, o de una relación de altura a longitud de 1 a 50. Las irregularidades bruscas deberán eliminarse y las irregularidades suaves se reducirán por lijamiento a los limites especificados, tal como se especifica en el numeral 4.3.13.2 “Acabado F4”.

- **Acabado U4 (acabado con cepillo)**: Se aplica a las superficies no encofradas de concreto colocado en andenes o pisos. La superficie deberá pulirse inicialmente como se especifica para el acabados U2 y cepillarse después en ángulo recto a la pendiente de la superficie, con un cepillo de cerdas rígidas, o según lo requiera la UPES.

4.3.14 Reparación del concreto deteriorado o defectuoso

4.3.14.1 Generalidades

EL CONTRATISTA deberá reparar, remover y reemplazar el concreto deteriorado o defectuoso, agrietado o fisurado, según lo requiera la UPES y deberá corregir todas las imperfecciones del concreto, en la medida que sea necesario, para obtener superficies que cumplan con lo especificado en los numerales 4.3.12 y 4.3.13.

Siempre y cuando la UPES no especifique, requiera o apruebe lo contrario, todos los materiales y métodos usados en la reparación del concreto serán a costa del CONTRATISTA y deberán estar de acuerdo con los procedimientos recomendados por el "U.S. Bureau of Reclamation - Concrete Manual" y el código ACI-201, y la reparación deberá ser hecha por trabajadores calificados, ante un representante de la UPES.

En caso que las reparaciones del concreto incluyan fisuraciones que exijan inyecciones de lechada o de productos epóxicos, EL CONTRATISTA deberá llevar a cabo tales trabajos a su costa y a satisfacción de la UPES, aunque ésta haya aprobado las mezclas y métodos de colocación y control de temperatura del concreto.

A menos que la UPES indique lo contrario, la reparación del concreto deberá hacerse dentro de las 72 horas siguientes al retiro de la formaleta, pero no deberán llevarse a cabo reparaciones mientras la UPES no haya inspeccionado la localización de las reparaciones propuestas. Cualquier reparación que EL CONTRATISTA ejecute sin la previa inspección y aprobación de los procedimientos particulares por parte de la UPES deberá ser removida y ejecutada de nuevo a satisfacción de la UPES y a costa del CONTRATISTA.

4.3.14.2 Materiales para la reparación del concreto

El concreto defectuoso, así como el concreto que por exceso de irregularidades superficiales deba ser demolido y reconstruido adecuadamente, se retirará del sitio de la obra y se reemplazará con relleno seco, concreto, mortero o resinas epóxicas, según lo exija la UPES, todo por y a cuenta del CONTRATISTA quien no tendrá derecho a reclamación ni a compensación alguna por la ejecución de tales trabajos de reparación. Todos los rellenos deben quedar firmemente adheridos a las superficies del concreto.

En general, los rellenos se usarán en la siguiente forma:

- **Relleno Seco (drypack)**: Se usará para llenar los orificios que tienen en la superficie un diámetro menor que su profundidad, tales como los huecos de los manguitos roscados para pernos, pequeñas ranuras para la reparación de grietas y los huecos dejados por tuberías. Este relleno no deberá usarse para llenar depresiones poco profundas detrás del refuerzo, o para llenar hoyos que atraviesen totalmente la sección del concreto.

- **Concreto**: Deberá usarse para llenar los huecos que atraviesan totalmente las secciones del concreto, sin encontrar refuerzo, donde el área de tales huecos sea mayor de 0,1 m² y su profundidad mayor de 10 cm.

También se usará para huecos en sitios reforzados, cuya área sea mayor de 0,05 m² y su profundidad se extienda mas allá del refuerzo; los huecos cuya área sea menor de 0,05 m² y que se extiendan mas allá del refuerzo, deberán ensancharse para facilitar la colocación del relleno de concreto.

- **Mortero**: Se usará para llenar huecos que son muy anchos para el uso de relleno seco y poco profundos para el uso de relleno de concreto, y para depresiones poco profundas que no lleguen mas allá de la cara exterior del refuerzo más cercano a la superficie.

- **Resinas epóxicas**: Se usarán cuando se requiera colocar capas delgadas en superficies para las cuales se hayan especificado los acabados F4 ó U3. También se podrán usar resinas epóxicas de alta penetración y baja viscosidad para inyección en las grietas que se presenten en las estructuras de concreto, previa aprobación de la UPES.

4.3.14.3 Procedimiento de reparación

Todo concreto defectuoso o dañado deberá retirarse. Así mismo, deberá removerse una capa de concreto sano de por lo menos 3 cm de espesor de la superficie de las paredes del hueco, con el fin de obtener bordes de aristas afiladas que sirvan de llave para el material de relleno.

En las superficies donde se requieran los acabados F3, F4 ó U3, los cortes se harán con sierra de diamante. Los huecos causados por la remoción de tuberías, uniones u otros accesorios, deberán ser ensanchados con un escarificador dentado. Estos huecos se limpiarán con un chorro de arena, si así lo requiere la UPES y se humedecerán antes del relleno. Las proporciones de las mezclas de materiales del relleno estarán sujetas a la aprobación de la UPES y deberán estar diseñadas para que el material de reemplazo sea fuerte y denso, y quede bien adherido. En los lugares donde estas reparaciones sean en concreto expuesto a la vista, el material de reemplazo deberá ser de color igual al del concreto adyacente.

EL CONTRATISTA deberá suministrar cemento blanco en suficiente cantidad para que al mezclarse con el concreto normalmente usado, se obtenga un acabado de color y apariencia similares al concreto adyacente. Si la UPES lo exige, se deberán utilizar aditivos que eviten la contracción.

Las reparaciones y aplicaciones con resinas epóxicas deberán hacerse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las instrucciones de la UPES.

En los casos en los cuales, en opinión de la UPES, las grietas que se presenten no afecten la función estructural del concreto, éstas podrán ser tratadas con materiales similares a los usados para rellenar juntas.

En los casos en los cuales las grietas afecten la función estructural del concreto, y en opinión de la UPES esta función estructural pueda ser restablecida, EL CONTRATISTA deberá proceder a inyectar las grietas con resinas epóxicas. Los materiales y procedimientos para este efecto deberán ser de reconocida eficacia y ser previamente aprobados por la UPES.

Toda la mano de obra, planta y materiales requeridos en la reparación del concreto serán suministrados por EL CONTRATISTA, todo a su costa incluidos los aditivos que deba emplear.

4.3.15 Prefabricados de concreto

Los elementos prefabricados que se muestran en los planos y los demás que la UPES ordene construir, se fabricarán de acuerdo con las normas aplicables del presente capítulo. Los cilindros de muestras se curarán en las mismas condiciones que los elementos fabricados con el concreto que representan. El concreto utilizado para los prefabricados será clase C a menos que se indique otra cosa en los planos. Los elementos prefabricados de concreto deberán ser fabricados, curados y almacenados en soportes adecuados que impidan su deformación. No deberán moverse antes que el concreto haya alcanzado la resistencia que permita manejar los prefabricados sin dañarlos.

El concreto deberá tener una resistencia mínima de 7,14 MPa (73 kg/cm^2) para remover la formaleta y de 17,96 MPa (183 kg/cm^2), al despacharlo al sitio de almacenamiento.

Los elementos deberán ser colocados cuidadosamente en su posición final sin sobreesforzarlos, ni someterlos a esfuerzos de naturaleza distinta a la prevista en su diseño o similar.

4.3.16 Sellos y llenante para juntas

4.3.16.1 Generalidades

Esta sección cubre los requisitos referentes al suministro e instalación de sellos de cloruro de polivinilo para las juntas de contracción y de construcción y al suministro y colocación de los materiales sellantes y llenantes en las juntas de dilatación, para las diferentes

estructuras de concreto, de acuerdo con lo mostrado en los planos o según lo indique la UPES.

4.3.16.2 Sellos de cloruro de polivinilo (PVC)

EL CONTRATISTA suministrará e instalará sellos de cloruro de polivinilo en las juntas de contracción y de construcción de las estructuras de concreto, según lo indiquen los planos o lo ordene la UPES.

Los sellos tipo A serán de 15 cm más o menos 1 cm de ancho, los cuales se emplearán en las juntas de contracción parciales y en las juntas de construcción; los sellos tipo B serán de 22 cm más o menos 1 cm de ancho, con bulbo central y serán utilizados en las juntas de contracción totales.

Las uniones y empalmes de los sellos se harán con las piezas de conexión correspondientes, soldando o pegando los sellos de acuerdo con las instrucciones que los fabricantes especifican.

Antes de colocarse en su posición final, los sellos deberán estar libres de suciedad, aceite o cualquier otra materia extraña. Los sellos deberán asegurarse firmemente en las posiciones indicadas en los planos, por medio de sujetadores u otros soportes embebidos en el concreto. No se permitirá que los sujetadores o soportes penetren dentro del sello una distancia superior a 15 mm, medida desde los bordes exteriores.

Antes y después de la colocación, los sellos de PVC o similares se deberán proteger de cualquier fuente de calor que pueda deteriorar el material, especialmente cuando se efectúen soldaduras en cercanía de ellos.

4.3.16.3 Sellos para juntas de dilatación

EL CONTRATISTA suministrará todos los componentes necesarios para instalar las juntas tipo Jeene para las juntas de dilatación en las estructuras de concreto, como se muestra en los planos o lo ordene la UPES.

El sello a emplear es una junta Jeene cuyo código de identificación es JJ2027M, el cual se pegará a las paredes de concreto de la junta de dilatación con un epóxico tipo ADE 52 de Toxement o similar aprobado. El material llenante será icopor denso de 20 mm de espesor. La colocación se hará de acuerdo con las instrucciones del fabricante del producto y/o aprobadas por la UPES. Estas juntas llevarán adicionalmente, pasadores en varilla lisa de diámetro 5/8” de L = 0,60 m, separadas 0,30 m, la mitad de la cual deberá ir engrasada.

4.3.17 Reducción de precios

Cuando la resistencia especificada a los 28 días, no fuera alcanzada por una parte del concreto colocado en la obra, la UPES ordenará su demolición y reemplazo por cuenta y riesgo del CONTRATISTA. Dependiendo del tipo de estructura, la UPES podrá, si lo considera conveniente, aceptar el concreto defectuoso, siempre y cuando la disminución de la resistencia no sea mayor al 5%, de la especificada, pagándolo a un precio reducido según la siguiente tabla.

Porcentaje de la resistencia especificada	Porcentaje de reducción en el precio del concreto
81 - 95	25
75 - 80	40
≤ 75	No se aceptará bajo ninguna circunstancia

La reducción de los precios será descontada de las actas de pago correspondientes.

4.4 MEDIDA Y PAGO

4.4.1 Generalidades

La parte de la obra por llevar a cabo según los ítems descritos en este capítulo, consiste en la construcción de las estructuras permanentes de concreto requeridas, el suministro y colocación de sellos y sellantes de juntas, en los sitios mostrados en los planos o indicados por la UPES.

Los precios cotizados deberán incluir: el suministro de todos los materiales, mano de obra, instalaciones y equipos, preparación de superficies, producción de agregados, dosificación, mezclas, transporte, aplicación y consolidación, y todas las demás actividades necesarias para concluir esta parte de la obra.

4.4.2 Trabajos que no tendrán medida ni pago por separado

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos, los cuales deberán estar incluidos en el precio cotizado para los concretos:

- Suministro, transporte, almacenamiento y utilización de materiales y equipos para la producción de concretos.

- Manejo y disposición final de las aguas de drenaje en las áreas de almacenamiento y disposición de agregados.

- Suministro, mezcla y aplicación de aditivos utilizados por EL CONTRATISTA para su propia conveniencia.

- Obtención de permisos para explotación de agregados.

- Suministro, transporte e instalación de formaletas y/u obra falsa.

- Remoción de formaletas y/u obra falsa.

- Morteros o lechadas necesarias para preparación de superficies en juntas de construcción.

- Equipo, materiales y mano de obra necesarios para el transporte, la colocación y el curado del concreto.

- Volúmenes de concreto colocado por fuera de las líneas, mostradas en los planos.

- Retiro y transporte, reparación o reemplazo de concretos deteriorados o defectuosos, de concretos rechazados antes de su colocación en la obra o aquellos que no alcancen la resistencia especificada a los 28 días.

4.4.3 Medida

La medida para el pago del concreto será el volumen teórico en m³ de concreto colocado y aceptado por la UPES con aproximación a la unidad más cercana después del cálculo del volumen. Este volumen teórico será calculado según los contornos netos mostrados en los planos u ordenados por la UPES.

Los sellos de cloruro de polivinilo se medirán para su pago, por metro lineal instalado y aceptado por la UPES. Las juntas de dilatación se medirán por metro lineal para su pago, y en el precio estará incluido el suministro e instalación de la junta tipo Jeene, el pegante epóxico ADE 52 necesario y los pasadores en varilla lisa, todo según lo anteriormente especificado.

Las cajas de concreto se medirán para su pago por unidad construida y en su precio estará incluido el concreto clase A para la estructura de la misma, el concreto clase C para las tapas, el acero de refuerzo y los perfiles metálicos necesarios.

Las cantidades de obra podrán variar durante la construcción, tanto por exceso, como por defecto, sin que ello de lugar a modificación de los precios contratados.

4.4.4 Pago

La parte de la obra por ejecutar a los precios unitarios de la Lista de Cantidades y Precios consistirá en llevar a cabo el diseño y la elaboración de mezclas de concreto y el tratamiento de juntas, y deberá incluir el suministro de todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para realizar todos los trabajos requeridos para completar esta parte de la obra.

4.4.5 Ítemes de pago

Todo el costo de los trabajos especificados deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados por EL CONTRATISTA para los siguientes ítems:

Ítem	Descripción	Unidad de medida
4.1	Concreto Clase A	m^3
4.2	Concreto Clase B	m^3
4.3	Concreto Clase C	m^3
4.4	Concreto Clase D	m^3
4.5	Concreto Clase E	m^3
4.6	Concreto Clase F	m^3
4.7	Sellos	
4.7.1	Sello PVC tipo A	m
4.7.2	Sello PVC tipo B	m
4.8	Junta de Dilatación	m
4.9	Cajas en Concreto	u

TABLA DE CONTENIDO

4. CONCRETO 1
4.1 ALCANCE 1
4.2 GENERALIDADES 1
4.2.1 Códigos 1
4.2.2 Muestras y ensayos 2
4.2.3 Diseño de mezclas de concreto 2
4.2.4 Ensayos de resistencia a la compresión 2
4.2.5 Características de las mezclas de concreto 3
4.2.6 Seguridad industrial 5
4.2.7 Concretos premezclados 6
4.3 ESPECIFICACIONES DE OBRA 7
4.3.1 Materiales 7
4.3.2 Instalaciones y equipos 13
4.3.3 Dosificación 13
4.3.4 Mezcla 17
4.3.5 Formaletas 19
4.3.6 Juntas en el concreto 22
4.3.7 Preparación para la colocación del concreto 24
4.3.8 Transporte del concreto 25
4.3.9 Colocación del concreto 26
4.3.10 Remoción de encofrados 28
4.3.11 Curado del concreto 28
4.3.12 Tolerancias 30
4.3.13 Acabados 31
4.3.14 Reparación del concreto deteriorado o defectuoso 34
4.3.15 Prefabricados de concreto 37
4.3.16 Sellos y llenante para juntas 37
4.3.17 Reducción de precios 39
4.4 MEDIDA Y PAGO 39
4.4.1 Generalidades 39
4.4.2 Trabajos que no tendrán medida ni pago por separado 39
4.4.3 Medida 40
4.4.4 Pago 41
4.4.5 Ítemes de pago 41