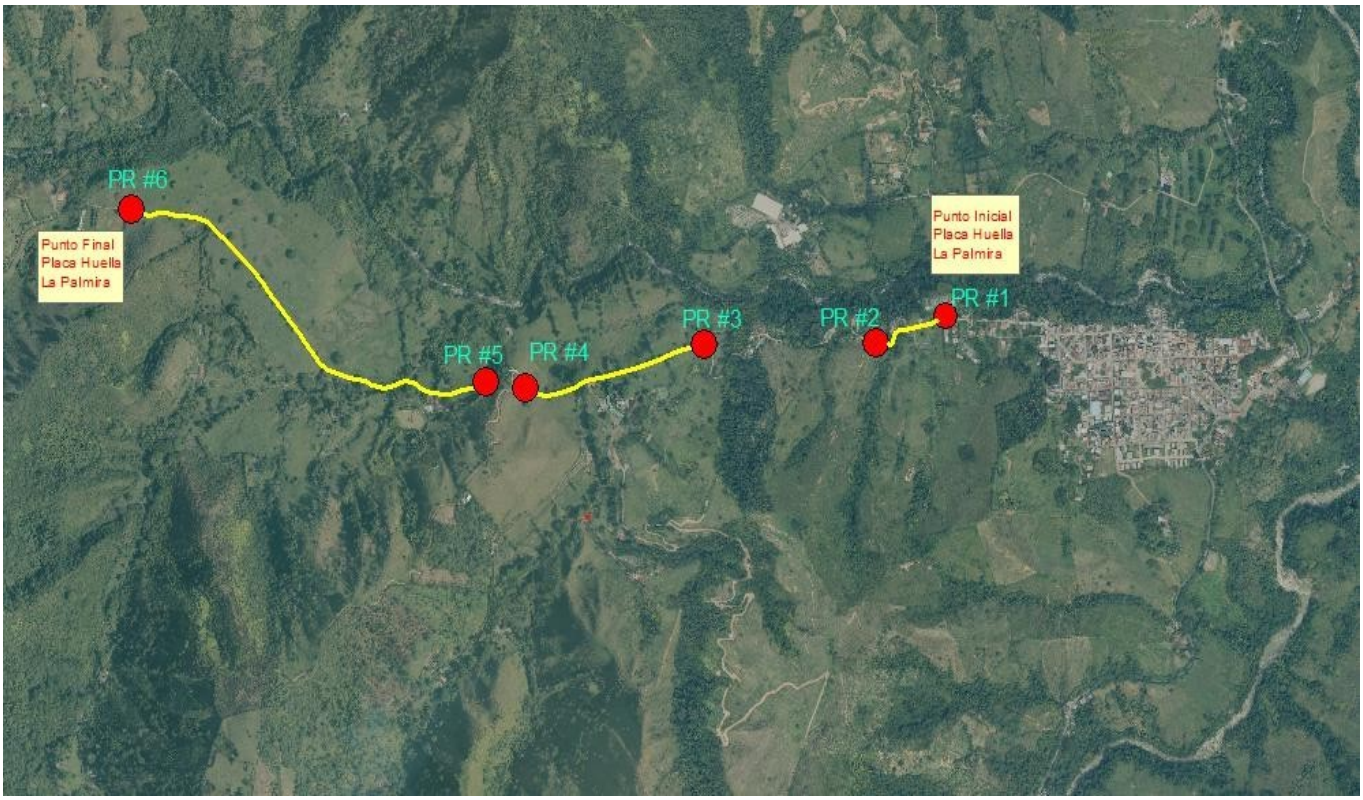
GOBERNACION DE ANTIOQUIA
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA-SIF
MUNICIPIO DE HISPANIA

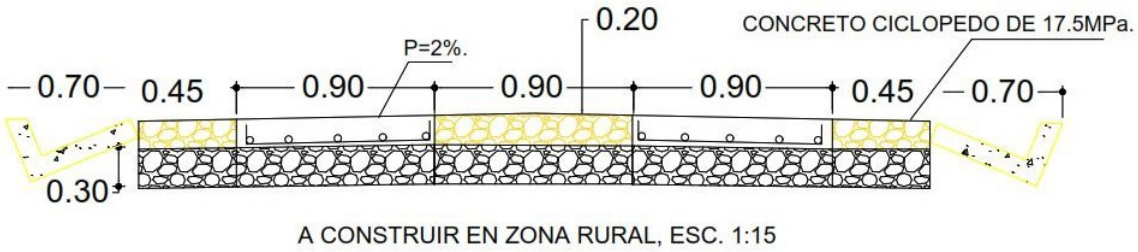
PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PROYECTO

"PAVIMENTACIÓN MEDIANTE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO PLACA HUELLA VÍA TERCIARIA SAN JOAQUIN VEREDA LA PALMIRA DEL MUNICIPIO DE HISPANIA ANTIOQUIA

AGOSTO DEL 2025

Elaboró: Juan David Quiros González	Revisó: Juan David Quiros González	Aprobó: Juan David Quiros González
Fecha: Agosto del 2025		





A CONSTRUIR EN ZONA RURAL, ESC. 1:15

PLANO CONSTRUCTIVO

SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PLACA HUELLA

DESCRIPCIÓN

Una placa huella es un elemento estructural utilizado en las vías terciarias, con el fin de mejorar la superficie de tránsito vehicular en terrenos que presentan mal estado de transpirabilidad y requiere un mejoramiento a mediano plazo.

CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

Los trabajos de esta estructura, se recomienda para pendientes mayores de 10%. Las cintas o placas en concreto reforzado, esta placa huella está conformada por los siguientes componentes.

PLACAS HUELLA EN CONCRETO (RIEL): Es la franja de circulación de los vehículos, la cual se construye en concreto reforzado. Este elemento de la Placa Huella, es el responsable de soportar el mayor porcentaje de la carga que circulará por la vía, canalizándola a través de su superficie, brindando una mayor seguridad y confort para los usuarios. Las dimensiones de este elemento están dadas en función de la sección de vía a construir, para este caso se tiene que el espesor del elemento reforzado es de 15 cm, una longitud de 2,8 m y un ancho de cada huella de 90 cm, separadas con una franja de piedra colocada de 90 cm.

RIOSTRAS: Es una viga transversal de concreto reforzado, apoyada directamente sobre la capa de soporte del pavimento, cuya función es brindar confinamiento transversal y longitudinal a los diferentes elementos del sistema; sus dimensiones son estándar y están definidas según el documento INVÍAS para este tipo de tecnología, teniendo un ancho de 20 cm y una altura de 30 cm. Su longitud es variable y se ajusta de acuerdo con el ancho que se tenga de vía para este caso de 4.1 m.

FRANJA CENTRAL DE PIEDRA PEGADA (ENTRE RIEL): Es una capa de concreto ciclópeo (hormigón de piedras grandes) construida en la franja central de la huella en concreto; tiene la función de reducir costos de construcción al considerarse un material más económico que el concreto convencional, además de favorecer a la canalización del tránsito sobre la huella de concreto, ya que, al tratarse de una superficie irregular, incita a los usuarios a circular sobre la huella; que es el elemento diseñado para soportar este tipo de exigencias. Adicionalmente la piedra pegada, favorece la apariencia estética del sistema y mitiga la entrada de agua al soporte de la estructura. Esta tiene una longitud de 2.8 m, un espesor de 15 cm y un ancho de 91 cm.

CUNETA: Es un elemento de drenaje superficial, construido monolíticamente en concreto reforzado y adosado al sistema mediante las riostras. Dentro de sus funciones están la canalización para posterior recolección de aguas de lluvia y escorrentía, de servir como espacio de estacionamiento temporal, y en algunos casos soportar el flujo del tránsito cuando la bidireccionalidad del tránsito lo exija. Para el caso particular de la Placa Huella según las especificaciones INVÍAS, la cuneta reforzada, hace parte de la estructura, como elemento rigidizador del sistema. Esta tiene una longitud de 2.8 m, un espesor de 15 cm y un ancho de 65 cm.

BORDILLO: El bordillo, cordón, contén o sardinel, es el lugar de unión entre la acera transitable por peatones y la calzada transitable por vehículos. Es un pequeño escalón de 15 centímetros entre ambas superficies, con un ancho de 15 cm. Esto evita que tanto el agua como los vehículos invadan la acera.

ALCANTARILLAS: Ductos que permiten el paso del agua de un lado a otro de la vía. Las alcantarillas deben clasificarse principalmente desde el punto de vista de su ubicación. Capacidad (diseño hidráulico) y resistencia (diseño estructural). Se requiere la ayuda de personal calificado para escoger debidamente la alcantarilla de acuerdo con los factores mencionados. Las alcantarillas pueden tener forma circular, rectangular o elíptica. Las alcantarillas pueden prefabricarse o construirse en el sitio, a criterio del encargado. Por lo general, aquellas construidas en el sitio tienen

forma cuadrada o rectangular, mientras que las prefabricadas son circulares o elípticas. A menudo se construyen pasos de dos o tres ductos en forma cuadrada o rectangular una al lado de la otra, o "baterías de tubos" unos al lado de los otros. (AHM, Mantenimiento de carreteras,2007); en este caso se implementarán alcantarillas con y tubos de concreto de 900 mm.

MATERIALES

- **Concreto**

Para las cintas o huellas o riel, viguetas intermedias, placas de acceso, vigas iniciales y final, cunetas y bordillos, el concreto será clase D con una resistencia a la compresión de 3.000 PSI (21 MPa); y para las placas o franjas centrales y sobre anchos será una placa en concreto ciclópeo clase H, materiales estos que deben cumplir las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, INVIAS.

- **Acero de Refuerzo**

Se usa para reforzar elementos de concreto que estarán sujetos a grandes cargas. El acero actúa en el concreto de manera que él pueda soportar los esfuerzos tanto de tensión, así como de compresión.

- **Afirmado**

No los debes considerar como un pavimento; el afirmado es un material granular con el que típicamente se hacen mantenimientos en carreteras con baja exigencia de tránsito. Sus ventajas radican en el bajo costo inicial que se tiene en las intervenciones; su principal desventaja es la alta sensibilidad a las condiciones climáticas lo que hace que las vías en afirmado sean altamente vulnerables y por ello las intervenciones con afirmado terminan considerándose como un paliativo que no resuelve de fondo las necesidades de infraestructura a largo plazo.

Los materiales para afirmado, las especificaciones de calidad, equipos a usar en la aplicación, proceso constructivo, entre otros, están definidos en el Artículo INV 311.

- **Base Granular**

Capa construida sobre la subbase. Tiene una mejor calidad de materiales que la subbase y unas mayores exigencias en las especificaciones de construcción. Su importancia radica en su capacidad estructural y de protección del resto del pavimento; además, permite la circulación de los vehículos mientras se construye la capa de rodadura. En la actualidad existe gran variedad de materiales empleados para la construcción de la base como son los suelos y materiales pétreos, algunos estabilizantes como el cemento, la cal y otros materiales ligantes aportan a mejorar la calidad de estos materiales.

Los materiales para Base Granular, las especificaciones de calidad, equipos a usar en la aplicación, proceso constructivo, entre otros, están definidos en el Articulo INV 330.

PRODUCTO 1: LOCALIZACIÓN, TRAZADO Y REPLANTEO

1. **Localización, trazado y replanteo por m2**

- **EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS Y CONTROL DE CALIDAD:**

El Constructor ejecutará el replanteo de todos los trabajos de medición requeridos para la construcción de las obras de acuerdo con los planos, a medida que se desarrollen los trabajos de construcción y de acuerdo con las instrucciones de la Interventoría. Las sucesivas mediciones estarán referidas a la topografía básica provista por el Interventor. Todas las mediciones adicionales, tales como perfiles topográficos, puntos de referencia y cotas de nivel, serán ejecutadas por el Contratista.

En caso de líneas rectas largas el Contratista establecerá marcas topográficas que indiquen la ubicación y las cotas, a distancias no mayores de 100 m. En caso de curvas y recodos, estas marcas se colocarán a distancias de 20 m, o según las instrucciones del Interventor. También se señalizarán los cambios de pendientes y de dirección.

Los números en las marcas topográficas y designaciones similares deberán ser durables y se protegerán convenientemente durante todo el período de construcción y en caso de que se pierdan y sean necesarias, serán repuestas por el Contratista.

Los puntos de menor importancia podrán marcarse mediante tubos de acero o con otro tipo de mojón, sujetos siempre a la aprobación del Interventor.

El Contratista no causará ningún daño ni desplazará arbitrariamente las marcas oficiales.

Todo daño que el Contratista cause a las marcas mencionadas deberá ser comunicado de inmediato al Interventor, y este en cada caso decidirá si la marca en cuestión puede ser omitida o si el Contratista deberá:

- Proveer nuevas marcas;
- Reemplazarlas de alguna otra forma;
- Hacer que terceros realicen las mediciones necesarias.
-

El control por parte del Interventor no relevará al Constructor de su responsabilidad por la exactitud en la localización de las obras o sus dimensiones. El método de trabajo será propuesto por el Constructor y sometido a la aprobación del Interventor.
En los trabajos, el Constructor utilizará un número suficiente de instrumentos adecuados, debidamente aprobados por el Interventor.
El Constructor será totalmente responsable de la calidad de los trabajos de medición y de las actividades del personal encargado de éstas.

PRODUCTO 2. CONSTRUCCIÓN DE RIEL - PLACA HUELLA

2. **Excavación en material común de la explanación, canales y préstamos. Incluye cargue y disposición final del material sobrante. No incluye transporte.**

- **EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS Y CONTROL DE CALIDAD:**

La excavación de la explanación se deberá ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto o las modificadas por la Interventoría; Los procedimientos constructivos que implemente el Constructor deben contemplar las medidas necesarias para preservar las condiciones de drenaje y la resistencia y la estabilidad del terreno no excavado. Los taludes provisionales deben ser definidos en estos procedimientos por un ingeniero geotecnista cuando no estén definidos en las especificaciones del proyecto y avalados por la Interventoría.

Se realizará excavación con máquina para reposición en puntos sugeridos en el estudio de suelo.

3. **Conformación de la calzada existente con motoniveladora. Incluye nivelación, compactación, limpieza y reconstrucción de cunetas y todo lo necesario para la correcta ejecución de la actividad.**

La conformación de la calzada se deberá ejecutar de acuerdo con los planos del proyecto.

La conformación o la reconstrucción de cunetas, así como la construcción de ensanches menores, se debe hacer de acuerdo con las secciones, las pendientes transversales y las cotas indicadas en los documentos del proyecto y con lo especificado en los artículos correspondientes a excavaciones y terraplenes

4. **Suministro, colocación, conformación y compactación de Base, no incluye transporte. Compactación hasta obtener una densidad mínima del 98%, de la obtenida en el ensayo del Proctor modificado.**

El material seleccionado para el mejoramiento de la vía no se descargará hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a apoyar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella.
El Constructor deberá acarrear y verter el material de tal modo, que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente. Cualquier contaminación que se presentare, deberá ser subsanada antes de proseguir el trabajo.

La colocación del material sobre la capa subyacente se hará en una longitud que no sobrepase mil quinientos metros (1.500 m) de las operaciones de mezcla, conformación y compactación del material.
A menos que en el proyecto figure algo diferente o el Interventor lo ordene, el material seleccionado para el mejoramiento de la vía deberá ser distribuido en una sola capa y en todo el ancho de la corona, calzada más bermas, de tal manera que, al extenderse, la capa resulte de espesor uniforme, con una pendiente

transversal entre tres y medio por ciento (3.5%) y cinco por ciento (5%), para facilitar el escurrimiento de aguas superficiales.

Una vez que el material tenga la humedad apropiada y esté conformado debidamente, se compactará con el equipo aprobado hasta lograr la densidad especificada. Aquellas zonas en que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio (1/3) del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.
No se extenderá ninguna capa de material, mientras no se haya realizado la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se permitirán los trabajos en instantes en que haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra.
Las determinaciones de la densidad de la capa compactada se realizarán a razón de cuando menos una (1) vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m2) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis
(6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.
La densidad del tramo (Dt) deberá ser, como mínimo, el noventa y ocho por ciento (98%) de la obtenida en el ensayo Proctor modificado (norma de ensayo INV E- 142) de referencia (De), previa la corrección por presencia de partículas gruesas, según norma de ensayo INV E-143, siempre que ella sea necesaria.

$$Dt \geq 0.98\ De$$

Donde Dt es el límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del noventa por ciento (90%), se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje; se calcula según el numeral
107.3.1.3 del Artículo 107 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Invías de 2013.
La densidad de las capas compactadas podrá ser determinada por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E- 164; Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación se determinará el espesor medio de la capa compactada (em), no podrá ser inferior al de diseño (ed).

$$em \geq ed$$

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (ei) deberá ser, cuando menos, igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, admitiéndose un (1) solo valor por debajo de dicho límite, so pena del rechazo del tramo controlado.

$$ei \geq 0.9\ ed$$

Todas las áreas de material seleccionado para el mejoramiento de la corona de terraplén donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de la presente especificación, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la berma no será inferior a la señalada en los planos o la definida por el Interventor. Toda capa terminada deberá ser conservada a partir de la fecha de su terminación en las condiciones en que la recibió el Interventor. El Constructor será responsable por toda alteración y deberá reponer la capa en la condición en la cual le fue recibida, a su costa, antes de que el tramo ejecutado sea entregado en forma definitiva.
Para el caso de bases granulares usadas para Bacheos y cimentación de tubería y lleno de zanjas se deben satisfacer las mismas exigencias de terminado, compactación, espesor y planicidad incluidas en este numeral, pero queda a criterio de la Interventoría la decisión sobre la frecuencia de las pruebas, la cual debe depender del tamaño de las áreas tratadas.

5. Suministro, transporte y colocación de Acero de refuerzo fy=420 Mpa (Grado 60)

Se deberán tener en cuenta las exigencias del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y del Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, en sus versiones vigentes, en todos los aspectos que resulten aplicables. Se adopta el numeral 640.4 Ejecución de los trabajos
Se deben tener en cuenta las exigencias del ACI 318 y de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes, en sus versiones vigentes, en todos los aspectos que resulten aplicables.

Planos y despiece

Antes de cortar el material según las formas indicadas en los documentos del proyecto, el constructor debe verificar además de las dimensiones y longitudes de los elementos en obra, las listas de despiece y los diagramas de doblado. Si los documentos del proyecto no los muestran, las listas y los diagramas deben ser preparados por el constructor para someterlos a la aprobación del interventor, pero tal aprobación no exime a aquel de su responsabilidad por la exactitud de los mismos. En este caso, el constructor debe contemplar el costo de la elaboración de las listas y los diagramas mencionados, dentro de los precios de su oferta.

Si el constructor desea replantear una junta de construcción en cualquier parte de una estructura para la cual el interventor le haya suministrado planos de refuerzo y listas de despiece, y dicho replanteo es aprobado por el interventor, el constructor debe revisar, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), los planos y las listas de despiece que correspondan a la junta propuesta, y someter las modificaciones respectivas para aprobación del interventor, al menos treinta días (30 d) antes de la fecha prevista para el corte y el doblamiento del refuerzo para dicha parte de la obra. Si, por cualquier razón, el constructor no cumple con este replanteo, la junta y el refuerzo correspondientes deben ser dejados sin modificación alguna, según se muestre en los documentos del proyecto.

Suministro y almacenamiento

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, debe estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote o colada correspondiente.

El acero debe almacenarse en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y debe ser protegido contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie, manteniéndolo en un ambiente seco, ventilado y fuera de ambientes corrosivos.

Tabla 640 – 3. Geometría del gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas a tracción

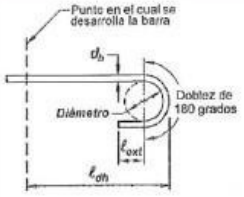
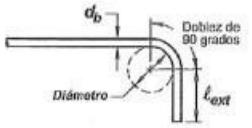
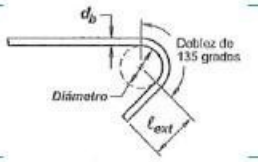
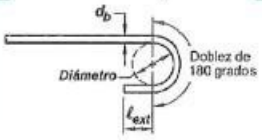
Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado (mm)	Extensión recta [1], ℓ_{ext} (mm)	Tipo de gancho estándar
Gancho de noventa grados (90°)	Nro. 10 a nro. 25	6_{db}	12_{db}	
	Nro. 29 a nro. 36	8_{db}		
	Nro. 43 y nro. 57	10_{db}		
Gancho de ciento ochenta grados (180°)	Nro. 10 a nro. 25	6_{db}	Mayor de 4_{db} y 65 mm	
	Nro. 29 a nro. 36	8_{db}		
	Nro. 43 y nro. 57	10_{db}		

Tabla 640 – 4. Diámetro mínimo interior de doblado y geometría del gancho estándar para estribos y estribos cerrados de confinamiento

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado (mm)	Extensión recta [1], ℓ_{ext} (mm)	Tipo de gancho estándar
Gancho de noventa grados (90°)	Nro. 10 a nro. 16	4_{db}	Mayor de 6_{db} y 75 mm	
	Nro. 19 a nro. 25	6_{db}	12_{db}	
Gancho de ciento treinta y cinco grados (135°)	Nro. 10 a nro. 16	4_{db}	Mayor de 6_{db} y 75 mm	
	Nro. 19 a nro. 25	6_{db}		
Gancho de ciento ochenta grados (180°)	Nro. 10 a nro. 16	4_{db}	Mayor de 4_{db} y 65 mm	
	Nro. 19 a nro. 25	6_{db}		

colocación y el fraguado del concreto. Las tolerancias en la posición de todo tipo de refuerzo deben cumplir con las especificaciones establecidas en ACI 117, Especificación para la tolerancia de estructuras de concreto y materiales. La posición del refuerzo dentro de las formaletas debe ser mantenida por medio de tirantes, bloques, silletas de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado por el interventor.

Los bloques deben ser de mortero de cemento prefabricado o de concreto, de calidad, forma y dimensiones aprobadas, con una resistencia igual a la especificada para el elemento de concreto. Las silletas de metal que entren en contacto con la superficie exterior del concreto, deben ser galvanizadas. No se debe permitir el uso de guijarros, fragmentos de piedra o de ladrillo, tubería de metal o bloques de madera.
Las barras deben amarrarse con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de trescientos milí-metros (300 mm), para lo cual se deben amarrar alternadamente. El alambre usado para el amarre debe ser del tipo negro calibre número dieciocho (nro. 18). No se debe admitir la soldadura en las intersecciones de las barras de refuerzo.
Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para ser usados en superficies planas, la malla debe ser enderezada en láminas planas, antes de su ubicación.
Cuando se coloquen dos (2) o más filas de barras, las barras de las filas superiores deben colocarse directamente encima de las de la fila inferior y la separación libre entre filas no debe ser menor de veinticinco milímetros (25 mm).

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa, debe ser la mayor entre veinticinco milímetros (25 mm), o el diámetro de la barra mayor, o uno coma treinta y tres (1,33) veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso.
Estos requisitos se deben cumplir, también, en la separación libre entre un empalme por traslapo y otros empalmes u otras barras.

Además, se deben cumplir con los recubrimientos mínimos especificados en el ACI 318 y de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes, cumpliendo con las tolerancias máximas exigidas en ACI 117 o del ACI 318.
El interventor debe revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el constructor inicie la colocación del concreto.

Traslapos y uniones

Los traslapos de las barras de refuerzo deben cumplir los requisitos establecidos en el ACI 318 y en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes y se deben efectuar en los sitios mostrados en los documentos del proyecto o donde lo indique el interventor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El constructor puede introducir traslapos y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los documentos del proyecto, siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por el diseñador estructural y el interventor, que los traslapos y uniones en barras adyacentes queden alternados según su exigencia, y que el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido totalmente por el constructor.

En los traslapos, las barras deben quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de manera que mantengan la alineación y su espaciamiento dentro de las distancias libres mínimas especificadas en relación con las demás varillas y las superficies del concreto.

El constructor puede reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society (AWS) D1.4. En tal caso, los soldadores deben estar certificados y calificados para el tipo de unión especificada, los procedimientos deben precalificarse por el interventor de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deben ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo que esté contemplado por la práctica. El costo de este reemplazo y el de las pruebas de revisión del trabajo así ejecutado, debe correr por cuenta del constructor.

Las láminas de malla o parrillas de varillas se deben traslapar suficientemente entre sí, para mantener una resistencia uniforme y deben asegurarse en los extremos y bordes. El traslapo de mallas debe ser mínimo uno coma tres (1,3) la longitud de desarrollo requerida y debe cumplir con ACI 318.

Cuantías del refuerzo
Se deben cumplir en toda sección de un elemento estructural, las disposiciones de cuantías máximas y mínimas establecidas en el ACI 318 y en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes.

Sustituciones
La sustitución de cuantías de refuerzo solo se puede efectuar con autorización del diseñador estructural. En tal caso, el acero sustituido debe tener un área y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño, sin exceder los límites establecidos.

Manejo ambiental
En adición a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de acero estructural, se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios y evaluaciones ambientales del proyecto, así como en las normas y disposiciones vigentes sobre conservación del ambiente, los recursos naturales y protección de la comunidad.

Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación, deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben incluirse en los costos del proyecto, por tanto, no son objeto de reconocimiento directo en el contrato.

6. **Concreto Clase D (21 MPa). Placa huella en concreto. Incluye el suministro y el transporte de todos los materiales, la formaleta en madera o equivalente. El acero de refuerzo se pagará en su ítem respectivo. Incluye todo lo necesario para su correcta construcción.**

Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La dosificación del concreto determina las proporciones en que se deben combinar los diferentes materiales componentes, como son: agregados, material cementante, adiciones suplementarias, agua, aditivos y eventualmente adiciones

complementarias, de modo que se obtenga un concreto que cumpla la resistencia, la consistencia, la manejabilidad, la durabilidad y las demás exigencias requeridas por las especificaciones particulares de los documentos del proyecto y las presentes especificaciones.

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el constructor debe suministrar al interventor, para su verificación, muestras representativas de los agregados, material cementante, adiciones suplementarias, agua, aditivos y, eventualmente, adiciones complementarias por utilizar, avaladas por los resultados de ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en
el diseño de la mezcla.
Una vez el interventor realice las comprobaciones que considere necesarias y dé su aprobación a los materiales con base en el cumplimiento de los requisitos de la presente especificación, el constructor debe diseñar la mezcla y debe definir una fórmula de trabajo, la cual debe someter a consideración del interventor. Dicha fórmula señala:

- El tipo y la marca de cemento.
- El tipo y la marca de adiciones suplementarias.
- Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que da lugar dicha mezcla, por los tamices correspondientes a la granulometría aceptada, así como la franja de tolerancia dentro de la cual es válida la fórmula propuesta.
- Las dosificaciones de material cementante, agregados grueso y fino, adiciones suplementarias, aditivos y eventualmente adiciones complementarias, se deben hacer en peso por volumen unitario de concreto (usualmente un metro cúbico de concreto, o fracción de este). La cantidad de agua y aditivos líquidos se puede dar por peso o por volumen. Cuando se contabilice el cemento por bolsas, la dosificación de la bachada por producir debe corresponder a un número entero de bolsas (aproximado al entero superior).
- El módulo de finura del agregado fino.
- El contenido de aire (si se ha especificado).
- La resistencia a compresión de la mezcla a veintiocho días (28 d) de curado, y las edades adicionales que se especifiquen en el concreto a usar, la cual se mide según la norma INV E-410/NTC 673.
- La consistencia del concreto debe estar dentro de los límites indicados en los documentos del proyecto para cada tipo de concreto. Si la consistencia se mide según el ensayo de asentamiento, se debe utilizar la norma de ensayo INV E-404/NTC 396 (aplicable para mezclas entre los trece y los doscientos treinta milímetros (13 mm - 230 mm) de asentamiento). Si la consistencia se mide según el ensayo de flujo libre, se debe utilizar la NTC 5222 (aplicable para mezclas de más de doscientos treinta milímetros (230 mm)). Se pueden utilizar medios electrónicos para medir la consistencia del concreto desde que previamente se realicen correlaciones con los ensayos de las normas INV E-404/ NTC 396 o NTC 5222, la que sea aplicable, y con aprobación del interventor. Para la aprobación de cualquier medio electrónico, el interventor puede solicitar los datos experimentales que dan sustento a las correlaciones, sin perjuicio de los datos que sean presentados por parte del fabricante del equipo.
- Cumplimiento de la ACI 308, Guía para el curado del concreto.

El constructor debe determinar la consistencia de cada concreto teniendo en cuenta las condiciones específicas del proyecto (sistema de colocación, condiciones ambientales, tipo de estructura, materiales componentes, entre otras) y este debe ser aprobado por el interventor.

La fórmula de trabajo se debe reconsiderar cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo o clase del material cementante.
- El tipo, absorción y tamaño máximo del agregado grueso.

- El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0,2).
- La gradación del agregado combinado en una magnitud tal, que ella se salga de la tolerancia fijada.
- La naturaleza y la proporción de los aditivos.
- El método de puesta en obra del concreto.
- La procedencia del agua.
- Las tolerancias granulométricas indicadas en la Tabla 630 ¯ 18.

En caso de variar cualquier otro parámetro, el interventor puede exigir la modificación de la fórmula de trabajo para que esta se ajuste a la
variación de los parámetros realizada.

El constructor debe considerar que el concreto sea dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a la compresión promedio suficientemente superior a la especificada en los documentos del proyecto, según el tipo de concreto, de manera que se minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor especificado. La dosificación también debe estar en función de los requisitos mínimos de durabilidad. Se deben cumplir los lineamientos de dosificación del concreto de la NSR. Con este fin, el constructor debe tener en cuenta que, la magnitud en que el promedio de resistencia de la mezcla deba exceder la resistencia especificada de diseño, depende de la desviación estándar de la resistencia durante la etapa de producción y de la precisión con la que dicho valor pueda ser estimado a partir de datos históricos sobre mezclas iguales o similares.

Para casos en que los valores se encuentren por debajo de la especificación, se debe cumplir lo especificado en la NSR: «El nivel de resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactorio si cumple con los dos siguientes requisitos:

- Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a f'c.
- Ningún resultado del ensayo de resistencia es menor que f´c por más de 3,5 MPa cuando f'c es 35 MPa o menor; o por más de 0,10 * f'c cuando f'c es mayor a 35 MPa».

Al efectuar las mezclas de prueba en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deben ser elaboradas y curadas de acuerdo con la norma INV E-402/NTC 1377 y ensayadas según la norma de ensayo INV E-410/NTC 673. Se deben elaborar curvas que muestren la variación de la resistencia a la compresión a veintiocho días (28 d) (o a la edad definida para el tipo de concreto) en función de la relación a/mc y del contenido de material cementante. Estas curvas se deben basar en no menos de tres (3) puntos y preferiblemente cinco (5) puntos, que representen mezclas de prueba que den lugar a resistencias a la compresión por encima y por debajo de la requerida. Cada punto debe representar el promedio de, por lo menos, dos (2) cilindros estandarizados de ciento cincuenta milímetros (150 mm) de diámetro por trescientos milímetros (300 mm) de altura o tres (3) cilindros estandarizados de cien milímetros (100 mm) de diámetro por doscientos milímetros (200 mm) de altura, ensayados a veintiocho días (28 d) (o a la edad definida para el tipo de concreto).
Los valores de la relación a/mc máxima y el contenido mínimo de material cementante admisibles por resistencia para el concreto a emplear en la estructura,

son los que permiten obtener una resistencia promedio por encima de la resistencia de diseño del elemento y cumplir los requisitos de durabilidad y clase de concreto.

En todos los casos, la relación a/mc y el contenido de material cementante deben cumplir los valores máximo y mínimo, respectivamente, permitidos por las consideraciones de durabilidad y clase de concreto correspondientes a los definidos en los documentos del proyecto.

La aprobación que dé el interventor al diseño de la mezcla no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan con base en dicho diseño, ni exime al constructor de su responsabilidad de cumplir todos los requisitos de los documentos del proyecto.

La aceptación de las obras para fines de pago depende de su correcta ejecución, el cumplimiento de los requisitos de durabilidad y clase de concreto, y de la obtención de la resistencia a la compresión mínima especificada para el respectivo tipo de concreto, resistencia que debe ser comprobada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

No se permite ningún cambio al diseño de la mezcla, sin aprobación del interventor.

El diseño debe llevar una copia de todos los resultados de ensayo, incluyendo las fechas de las pruebas, una lista completa de los materiales, indicando tipo, fuente y características especificadas, tipo y resultados de las pruebas físicas y químicas sobre agregados, material cementante, adiciones, agua y aditivos. También, debe incluir el módulo de finura de la arena y el contenido de aire en la mezcla. La producción industrial de la mezcla no puede comenzar hasta que el interventor apruebe el informe de diseño por escrito.

Los laboratorios en donde se realicen los ensayos necesarios para el desarrollo de la fórmula de trabajo de la mezcla deben ser empresas legalmente constituidas que cuenten con experiencia y/o trayectoria en ejecución de pruebas y ensayos de control de calidad de materiales, que puedan demostrar apropiadamente la competencia de su personal de laboratorio y cuyos informes de resultados informados contengan la aprobación y la autorización para su emisión, mediante la firma del responsable técnico facultado para ello. El laboratorio debe contar con todo el equipamiento principal y auxiliar necesario para el correcto desempeño de sus actividades y asegurar que estos cuenten con la exactitud y la precisión adecuadas para lograr resultados válidos. El laboratorio debe contar con un programa de calibración de sus equipos y se debe asegurar de que los resultados de la medición sean trazables al SI mediante alguna de las siguientes alternativas:

- La calibración de los equipos proporcionados por un laboratorio de metrología acreditado por ONAC.
- La comparación directa o indirecta a patrones nacionales o internacionales que cuenten con unidades del SI.
- Los valores certificados de materiales de referencia (MRC) proporcionados por productores competentes con trazabilidad metrológica establecida al SI.

El constructor es el responsable de garantizar que todos los ensayos necesarios se realicen. Los informes deben ser entregados rutinariamente al interventor, el profesional a cargo del diseño, a los proveedores de material y a la autoridad competente que verifique el cumplimiento de la calidad o que tome acciones correctivas.

Almacenamiento de materiales

Los agregados, el material cementante, las adiciones suplementarias, los aditivos y las adiciones complementarias se deben almacenar, de tal forma que se prevenga su deterioro o contaminación Cualquier material que se haya deteriorado o contaminado no se debe usar para la elaboración del concreto. Para prevenir esta situación, los materiales se deben almacenar de acuerdo con las siguientes indicaciones.

Almacenamiento de los agregados pétreo

Los agregados se deben producir o suministrar en fracciones granulométricas diferenciadas, que se deben acopiar y manejar por separado, hasta su introducción en las tolvas de agregados. Cada fracción debe ser suficientemente homogénea y se debe poder acopiar y manejar sin peligro de segregación, atendiendo las precauciones que se detallan a continuación:

- El agregado grueso no debe permanecer almacenado durante un tiempo prolongado porque los finos de este tienden a asentarse y acumularse. Sin embargo, cuando el almacenamiento sea necesario, el método de almacenamiento utilizado debe minimizar la segregación, rotura de agregados, excesiva variación en la granulometría y contaminación.
- Las existencias se deben acumular en capas horizontales o de pendiente suave, garantizando la homogenización del material en acopio.
- Se deben disponer sistemas de drenaje apropiados. Para tal efecto, los patios de almacenamiento deben estar en pendiente, de tal manera que se garantice la captación, conducción y evacuación del agua, con el objeto de que los agregados finos y gruesos mantengan una humedad homogénea.
- Los camiones, cargadores u otros equipos no deben ser operados sobre los acopios porque, además de fracturar el agregado, lo contaminan.
- Se debe proteger el agregado seco y fino ante la posibilidad de ser separado por el viento, mediante el uso de lonas o rompevientos.
- Se debe prevenir la contaminación cruzada entre los diferentes tamaños de agregado mediante muros o amplios espacios entre acopios.
- El almacenamiento de los agregados se puede realizar sobre patios pavimentados construidos para este fin. Sin embargo, si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se deben utilizar los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos.
- En lo posible, los acopios deben ser cubiertos. En caso, de no contar con cubiertas, se deben implementar todos los procedimientos y los controles que garanticen el producto.
- Cuando se detecten anomalías en el suministro de los agregados, ellos se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptación. Esta misma medida se debe aplicar cuando se autorice el cambio de procedencia de un agregado. No se deben emplear métodos de transporte, desde los acopios hasta las tolvas de la central, que pudieran causar segregación, degradación o mezcla de fracciones de distintos tamaños.
- El sistema de abastecimiento de agregados se debe programar de manera tal que la cantidad de agregado sea suficiente para cumplir la programación prevista en el proyecto.
- Para todo lo anterior, se sugiere consultar el documento ACI 304R, Guía para medir, mezclar, transportar y colocar concreto; que contiene las prácticas recomendables de almacenamiento y manejo de agregados.

Almacenamiento del material cementante y adiciones suplementarias

El material cementante en sacos se debe almacenar en sitios secos y aislados del suelo (sobre estibas) y de muros, en acopios de no más de siete metros (7 m) de altura. Si el material cementante se suministra a granel, se debe almacenar en sitios aislados de la humedad. La capacidad mínima de almacenamiento debe ser

la suficiente para el consumo de dos (2) jornadas de producción normal. Todo cemento y adición suplementaria que tenga más de dos (2) meses de almacenamiento en sacos, o tres (3) meses en silos, debe ser evaluado y avalado por el interventor, para verificar si aún es susceptible de utilización.

Almacenamiento de aditivos y adiciones complementarias

Los aditivos y las adiciones complementarias se deben proteger convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los productos que vengan en sacos se deben almacenar bajo cubierta y conservando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del material cementante y las adiciones suplementarias. Los aditivos y las adiciones complementarias suministrados en forma líquida se deben almacenar en recipientes estancos. Para todo caso, los proveedores de los productos deben suministrar dentro de la ficha técnica o por separado, en documento escrito, las recomendaciones para el almacenamiento de los productos, de tal manera que no se afecte su calidad. Se deben seguir todas las disposiciones y recomendaciones consignadas en la ficha técnica del producto suministrada por el fabricante.

Preparación de la zona de los trabajos

La excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras de concreto y su preparación para la cimentación, incluyendo su limpieza y apuntalamiento, cuando sea necesario, se debe efectuar conforme se estipula en el artículo 600, Excavaciones varias. Cualquier deterioro ocurrido después de terminada la excavación, debe ser subsanado por el constructor, sin costo adicional para INVÍAS, utilizando procedimientos aprobados por el interventor.

Instalación de la formaleta y obra falsa

Todas las formaletas para confinar y soportar la mezcla de concreto mientras se endurece, deben ser diseñadas por el constructor y aprobadas por el interventor, de tal manera que permitan la colocación y la consolidación adecuadas de la mezcla en su posición final y su fácil inspección. Así mismo, deben ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas del mortero de la mezcla.

La aprobación del diseño de las formaletas por parte del interventor no exime al constructor de su responsabilidad respecto de la seguridad, la calidad del trabajo y el cumplimiento de todas las especificaciones.

Las formaletas se deben ensamblar firmemente y deben tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto sin deformaciones y manteniendo

las tolerancias propias de la norma vigente (por ejemplo: reglamento NSR vigente, código de puentes u otros).

Antes de iniciar la colocación del concreto se deben limpiar de impurezas, incrustaciones de mortero y cualquier otro material extraño. Su superficie interna se debe cubrir con productos antiadherentes, que no manchen la superficie del concreto, que impida la absorción de humedad por parte del encofrado y no sea absorbido por el concreto. La colocación del desmoldante en el encofrado se debe realizar siguiendo

las indicaciones del proveedor que deben ser suministradas en un documento escrito. Se debe aplicar el desmoldante antes de colocar el acero y no se debe permitir que este entre en contacto con el acero.
Las abrazaderas que se utilicen para sostener las formaletas y que queden embebidas en el concreto, deben ser pernos de acero provistos de rosca, tuercas y acoples adecuados, que permitan retirar los extremos exteriores, sin producir daños en las superficies del concreto. Todos los huecos resultantes del retiro de las abrazaderas se deben llenar con un mortero de consistencia seca.
No se puede colocar concreto dentro de las formaletas si estas no han sido inspeccionadas y aprobadas por el interventor. No se debe mover la cimbra o hacer alguna modificación cuando el concreto haya alcanzado su fraguado inicial.
Las formaletas se pueden remover parcial o totalmente, tan pronto como la mezcla haya adquirido la resistencia suficiente, comprobada mediante ensayos, para sostener su propio peso y el peso de cualquier otra carga.
De acuerdo con los lineamientos del diseñador establecidos en los documentos del proyecto, el constructor debe presentar al interventor un procedimiento apropiado para el retiro de la obra falsa, de manera tal, que la estructura vaya tomando las cargas en la secuencia indicada por el diseñador de la estructura.
Toda obra falsa o cimbra para la construcción de puentes u obras similares debe ser diseñada por el constructor, quien debe someter el diseño a consideración del interventor. Para la aprobación de la obra falsa o cimbra se deben entregar al interventor las memorias de cálculo y los planos de taller debidamente avalados por el profesional facultado para el diseño de estos elementos. En el diseño se deben tener en cuenta las cargas muertas y vivas a las que puede estar sometida la obra falsa durante y después de la colocación del concreto. Las eventuales deflexiones de la obra falsa, debido a las cargas, se deben compensar mediante contraflechas, de tal forma que la estructura terminada se ajuste a los niveles indicados en los documentos del proyecto.

En la construcción de cimbras para arcos, se deben proveer los medios adecuados que permitan un descenso gradual de los centros hasta obtener el autosoporte del arco.

Elaboración de la mezcla

Cuando la mezcla se produce en una planta central, sobre camiones mezcladores o por una combinación de estos procedimientos, el trabajo se debe efectuar de acuerdo con los requisitos aplicables de la NTC 3318 (ASTM C94).

- **Mezclado manual para concretos no estructurales**

La mezcla manual solo se puede efectuar, previa aprobación del interventor, para estructuras pequeñas no estructurales que requieran concreto de resistencia a la compresión no superior a catorce megapascales (14 MPa) a los veintiocho días (28 d), o en casos de emergencia que requieran un reducido volumen de concreto. En tal caso se debe colocar un veinte por ciento (20 %) adicional de cemento, en peso, sobre el requerido según el diseño de la mezcla.
El mezclado manual se debe hacer en bachadas no mayores de cero coma veinticinco metros cúbicos (0,25 m3), sobre una superficie lisa e impermeable.
Las cargas mezcladas a mano no se pueden emplear para concreto colocado debajo del agua, ni concreto estructural.

- **Reablandamiento del concreto**

Solo se permite la adición de agua a la mezcla en estado plástico, en el sitio de obra, hasta recuperar la consistencia de diseño de la mezcla, siempre y cuando se realice antes de que se haya presentado el tiempo de fraguado inicial del concreto y que no se exceda por ningún motivo la relación a/mc de diseño, determinada previamente, verificada por medio de mezclas de prueba y aprobada por el interventor.
En caso de adicionar agua en el sitio de obra, se debe demostrar y registrar de forma documental que la relación a/mc no excede el valor de diseño y que este procedimiento se realizó antes de que se haya presentado el tiempo de fraguado inicial del concreto. Todo lo anterior también debe ser corroborado por el interventor.
También se permite la adición de aditivos súper reductores, los cuales deben ser contemplados desde el diseño inicial.

Descarga, transporte y entrega de la mezcla
El concreto, al ser descargado de mezcladoras estacionarias, debe tener la consistencia, la trabajabilidad y la uniformidad requeridas para la obra.

Cuando se empleen camiones mezcladores o agitadores, la descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y la colocación del concreto deben ser completados en un tiempo máximo de uno coma cinco horas (1,5 h), desde el momento en que el material cementante se añade a los agregados, salvo que el interventor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte y que así esté definido desde el diseño de la mezcla.

El concreto descargado de camiones mezcladores o de camiones agitadores debe ser entregado con la consistencia, la trabajabilidad y la uniformidad requeridas para la obra. La velocidad de descarga del concreto premezclado debe ser controlada por la velocidad de rotación del tambor, en la dirección de la descarga, con la canaleta o compuerta de descarga completamente abierta. Si es necesario agregar agua adicional a la mezcla para alcanzar o mantener el asentamiento especificado, sin exceder la relación a/mc requerida, se debe mezclar nuevamente el contenido del tambor, por un mínimo de veinte (20) revoluciones a la velocidad de mezclado, antes de proceder a la descarga del concreto. En caso de adicionar agua en el sitio de la obra, se debe cumplir con los requisitos del numeral 630.4.6.2.

El concreto puede ser transportado en camiones tipo volqueta u otro equipo provisto de agitadores, si los documentos del proyecto lo admiten o el interventor aprueba por escrito esta posibilidad. En tal caso, los recipientes deben ser metálicos, lisos en su interior, con las esquinas redondeadas, equipados con compuertas para controlar la descarga y provistos de cobertores adecuados para proteger el concreto contra la intemperie. El concreto transportado en estos equipos debe ser mezclado previamente y entregado con la consistencia y la uniformidad requeridas en la NTC 3318 (ASTM C94). La descarga en el punto de entrega debe ser completada en cuarenta y cinco minutos (45 min) desde que el cemento sea puesto en contacto con los agregados, lapso que el interventor puede variar según las condiciones climáticas del lugar o el uso de aditivos.

A su entrega en la obra, el interventor debe rechazar todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado o no tenga el asentamiento dentro de los límites especificados.

Por lo menos cuarenta y ocho horas (48 h) antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el constructor debe notificar por escrito al interventor al respecto, para que este verifique y apruebe los sitios de colocación.
La colocación no puede comenzar, mientras el interventor no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que han de quedar contra el concreto. Dichas superficies deben estar completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies de suelo o relleno, para las cuales este método puede no ser el adecuado.
Se debe eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se coloque la mezcla y controlar que, durante la colocación de esta y el fraguado, no se mezcle agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco.
Las fundaciones en suelo contra las cuales se coloque el concreto, deben ser humedecidas completamente, o recubrirse con una delgada capa de concreto, si así lo exige el interventor.

- **Requisitos generales**

La colocación del concreto se debe efectuar en presencia del interventor, salvo en determinados sitios específicos aprobados previamente por este.
El concreto no se puede colocar cuando esté lloviendo, a no ser que el constructor suministre cubiertas que, a criterio y aprobación del interventor, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.
Todo el concreto debe ser vaciado en horas de luz solar y su colocación en cualquier parte de la obra no se debe iniciar si no es posible completarla en dichas condiciones, a menos que se disponga de un adecuado sistema de iluminación, aprobado por el interventor.

El concreto no se debe exponer a la acción del agua antes del fraguado final, excepto lo que se dispone en el numeral 630.4.8.5 para el concreto depositado bajo agua. El concreto se debe colocar en un ambiente seco y, durante su colocación o después de ella, no ser expuesto a la acción de aguas o suelos que contengan soluciones alcalinas, hasta pasado un periodo por lo menos de tres días (3 d), o de agua salada hasta los siete días (7 d). Durante este lapso, el concreto se debe proteger bombeando el agua perjudicial fuera de las formaletas y ataguías.
En todos los casos, el concreto se debe depositar lo más cerca posible de su posición final y no se debe hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deben permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando con las formaletas o el refuerzo. No se permite la caída libre del concreto desde alturas superiores a un metro (1,0 m), a menos que se compruebe que a una mayor altura el concreto no presente segregación y cambios en la mezcla que conlleven a reducciones del desempeño, la resistencia y la durabilidad, y debe ser aprobado por el interventor.

Al verter el concreto se debe remover enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura.
En todos los casos que sea difícil colocar el concreto junto a las formaletas, debido a las obstrucciones producidas por el acero de refuerzo o por cualquier otra condición, se debe procurar el contacto apropiado entre el concreto y las caras interiores de las formaletas, vibrando estas últimas por medio de golpes en sus superficies exteriores con mazos de caucho o madera o por medio de vibradores de formaleta.
Cuando se vayan a usar equipos inclinados (canoas, canaletas), estos deben tener una longitud máxima de siete metros (7 m), manteniendo un flujo continuo, a una velocidad uniforme del concreto, con pendientes según el asentamiento del concreto (norma de ensayo INV E-404), no sobrepasando los valores de la Tabla 630 ¯ 15.

Tabla 630 — 15. Pendientes maximas de equipos segun el asentamiento del concreto

Asentamiento del concreto (mm)	Pendiente (V:H)
10 — 80	1:2
80 — 120	1:3

No se permite la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permite la colocación de la mezcla fresca sobre concreto, total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas, según se describe en el numeral 630.4.15

A menos que los documentos del proyecto indiquen algo contrario por el tipo de obra, el concreto se debe colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de treinta centímetros (0,3 m).
Las descargas deben suceder una tras otra, y cada una de ellas se debe colocar y compactar antes de que la precedente haya alcanzado el fraguado inicial, para que no quede una separación entre las mismas. La superficie superior de cada capa de concreto se debe dejar algo áspera para lograr una liga eficiente con la capa subsiguiente. Cada capa superior debe ser compactada de forma que se evite la formación de una junta de construcción entre ella y la capa inferior.
Las capas que se completen en un día (1 d) de trabajo o que hayan sido colocadas poco antes de interrumpir temporalmente las operaciones, se deben limpiar de cualquier material objetable tan pronto como las superficies sean lo suficientemente firmes para retener su forma. En ningún caso se debe suspender o interrumpir temporalmente el trabajo dentro de los cuarenta y cinco centímetros (45 cm) debajo de la parte superior de cualquier superficie, a menos que los detalles de la obra tengan en cuenta un coronamiento de menos de dicho espesor, en cuyo caso, la junta de construcción se puede hacer en la parte inferior de dicho coronamiento.
El método y la manera de colocar el concreto se deben regular de forma que todas las juntas de construcción se coloquen en las zonas de bajo esfuerzo cortante y, en lo posible, en sitios que no sean visibles.

Colocación por bombeo

La colocación del concreto por bombeo puede ser permitida dependiendo de la adaptabilidad del método que se va a usar en la obra. El equipo se debe disponer de manera que las vibraciones derivadas de su operación no deterioren el concreto recién colocado.
Al emplear bombeo mecánico, la operación de la bomba debe ser tal que se produzca una corriente continua del concreto, sin bolsas de aire. Cuando se terminen las operaciones de bombeo, en caso de que se vaya a usar el concreto

que quede en las tuberías, este se debe expeler de tal manera que no se contamine o se produzcan segregaciones.
Al emplear bombeo neumático, el equipo de bombeo se debe colocar lo más cerca posible del depósito de concreto. Las líneas de descarga deben ser horizontales o inclinadas hacia arriba respecto de la máquina de bombeo.
Cuando se utilice equipo de bombeo, siempre se debe disponer de los medios alternativos para continuar la operación de colocación del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo debe continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.
Los equipos de bombeo se deben limpiar cuidadosamente después de cada periodo de operación.

- **Colocación del agregado ciclópeo**

La colocación del agregado ciclópeo se debe ajustar al siguiente procedimiento:
La roca, limpia y húmeda, se debe colocar cuidadosamente a mano, sin dejarla caer por gravedad en la mezcla de concreto simple, para no causar daño a las formaletas, a las alcantarillas, en el caso de cabezales, o al concreto adyacente parcialmente fraguado.
En estructuras cuyo espesor sea inferior a ochenta centímetros (80 cm), la distancia libre entre rocas o entre una roca y la superficie de la estructura, no debe ser inferior a diez centímetros (10 cm). En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumenta a quince centímetros (15 cm). En estribos y pilas
no se puede usar agregado ciclópeo en los últimos cincuenta centímetros (50 cm) debajo del asiento de la superestructura o placa.
Si se interrumpe la fundición, al dejar una junta de construcción se deben dejar rocas sobresaliendo no menos de diez centímetros (10 cm) para formar una llave. Antes de continuar el vaciado del concreto, se debe limpiar la superficie donde se va a colocar el concreto fresco y humedecer la misma con agua limpia.
El concreto ciclópeo no se debe usar en estructuras cuya altura sea menor de sesenta centímetros (60 cm) y/o en las que el espesor sea inferior a treinta centímetros (30 cm). La proporción máxima del agregado ciclópeo debe ser el cuarenta por ciento (40 %) del volumen total de concreto.

- **Colocación del concreto bajo agua**

La construcción de estructuras de concreto bajo agua contempla diferentes técnicas, entre las cuales está el tipo tremie o descargas directas, para ello la mezcla debe ser de alta cohesión (antideslave). En otros casos, se debe estudiar la posibilidad de remover el agua mientras se hace el vaciado del concreto.

En cada caso, se debe revisar el diseño de la mezcla para ajustarla a las condiciones de colocación y debe ser aprobado por el interventor. Se debe verificar la efectividad de la mezcla de concreto antideslave, mediante la realización de una mezcla de prueba sometiéndola a procedimientos o ensayos de laboratorio, aprobados por el interventor, que demuestren que el producto cumple su propósito.
Cuando haya colocación de concreto bajo agua, este se debe ubicar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, mediante un sistema de colocación que permita depositarla en una operación continua. No se debe colocar concreto dentro de corrientes de agua, y las formaletas diseñadas para retenerlo deben ser impermeables. El concreto se debe colocar de tal manera que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

Temperatura del concreto
En condiciones normales de exposición y en concretos convencionales, la temperatura de la mezcla de concreto, inmediatamente antes de su colocación, debe estar entre diez y treinta y cinco grados Celsius (10 °C - 35 °C). Cuando existan otras condiciones particulares específicas, ya sean del material, del ambiente o ambas, se deben realizar análisis pertinentes para determinar la temperatura máxima apropiada antes de la colocación, o el tratamiento más adecuado para reducir la temperatura del concreto. Cuando se pronostique una temperatura ambiente inferior a cuatro grados Celsius (4 °C) durante el vaciado o en las veinticuatro horas (24 h) siguientes, la temperatura del concreto no puede ser inferior a trece grados Celsius (13 °C) cuando se emplee en secciones de menos de treinta centímetros (30 cm) en cualquiera de sus dimensiones, ni inferior a diez grados Celsius (10 °C) para otras secciones.
Durante la colocación, la temperatura no debe exceder de treinta y cinco grados Celsius (35 °C), para que no se produzcan pérdidas en el asentamiento, fraguado falso o juntas frías. Cuando la temperatura de las formaletas metálicas o de las

armaduras exceda de cincuenta grados Celsius (50 °C) se deben enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.
En caso de lluvia, se permite la colocación del concreto siempre y cuanto se implementen las acciones necesarias para garantizar la calidad del material y de la estructura.

- **Recubrimiento**

Los recubrimientos del refuerzo en general deben cumplir lo establecido en el diseño de la estructura en los documentos del proyecto, pero en ningún caso estar por debajo de los mínimos establecidos en la NSR (requisitos de recubrimiento del refuerzo convencional y de tendones de preesfuerzo no adheridos). La tolerancia del recubrimiento debe estar, de igual manera, de acuerdo con la NSR.

- **Agujeros para drenaje**

Los agujeros para drenaje o alivio se deben construir de la manera y en los lugares señalados en los documentos del proyecto. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática se deben colocar más abajo que las aguas mínimas y también de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE HISPANIA - ANTIOQUIA
NIT 890.984.986-8 | Código postal 056450
Calle 48 Lisboa No.50-36 www.hispania-antioquia.gov.co
Teléfono (604) 843 28 62 contactenos@hispania-antioquia.gov.co

Los moldes para practicar agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, plástica o de concreto, cajas de metal o de madera. Si se usan moldes de madera, estos deben ser removidos después de colocado el concreto.

- **Vibración**

El concreto colocado se debe consolidar mediante vibración interna, 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 totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se debe operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.
Para lograr la compactación de cada capa antes de que se deposite la siguiente sin demorar la descarga, se debe usar un número suficiente de vibradores, con el fin de consolidar el concreto que se está recibiendo, dentro de los quince minutos

(15 min) siguientes a su colocación dentro de las formaletas. Para evitar demoras en el caso de averías, se debe disponer de un (1) vibrador auxiliar en el sitio de la obra para fundiciones individuales hasta de cincuenta metros cúbicos (50 m3), y dos (2) vibradores auxiliares para fundiciones de mayor volumen.
Las vibraciones se deben aplicar en el punto de descarga y donde haya concreto depositado poco antes.
Los vibradores no deben ser empujados rápidamente, sino que se permite que ellos mismos se abran camino dentro de la masa de concreto y se retiren lentamente para evitar la formación de cavidades.
La vibración debe ser tal, que el concreto fluya alrededor del refuerzo y otros elementos que deban quedar embebidos en este y llegue hasta las esquinas de las formaletas.

La vibración no debe ser aplicada sobre el refuerzo, ni forzarse a secciones o capas de concreto que hayan endurecido a tal grado que el concreto no pueda volverse plástico por su revibración.

No se debe colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.
La vibración no se debe usar para transportar mezcla dentro de las formaletas, ni aplicar directamente a estas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

Con el fin de obtener un concreto debidamente compactado, carente de cavidades, hormigueros y similares, la vibración mecánica debe ser completada con la compactación manual que sea necesaria a lo largo de las superficies de las formaletas, y en las esquinas y puntos donde sea difícil obtener una vibración adecuada.

Las dimensiones de las agujas de los vibradores de inmersión y, en general, los tiempos de vibrado deben ser cuidadosamente controlados, de manera que se obtengan las densidades máximas sin sobrevibrar.
En el evento de que se utilicen mezclas autocompactantes, se debe estudiar la conveniencia de usar vibradores o no.

Protección y curado

Las medidas de protección y curado del concreto se deben implementar en todo momento, antes, durante y después de la colocación, con el fin de garantizar el desarrollo de las propiedades del concreto y de la estructura en general.

Los sistemas de protección y curado se deben utilizar, de acuerdo con las características del concreto, las condiciones ambientales en el sitio de la construcción (humedad relativa, temperatura ambiente, velocidad del viento, entre otras) y las características de la estructura. En todo caso se debe seguir lo establecido en el documento ACI 308R, Guía para el curado del concreto. El constructor debe realizar las pruebas necesarias para determinar el método más eficaz y eficiente de curado, el cual debe ser aprobado por el interventor.

En casos especiales, en los documentos del proyecto, el diseñador de la estructura debe establecer los tipos, los métodos, los procedimientos y los tiempos de protección y curado del concreto, específicos para el proyecto.

Se deben tomar todas las precauciones necesarias para proteger el concreto fresco contra las altas temperaturas y los vientos, que puedan causar un secado prematuro y la formación de agrietamientos superficiales. De ser necesario, se deben colocar cortinas protectoras contra el viento, hasta que el concreto haya endurecido lo suficiente para recibir el tratamiento de curado.

Durante el curado del concreto, este no debe estar expuesto a cargas e impactos no previstos por el diseñador.

También, se pueden usar selladores o sellantes regidos por la norma ASTM C1315, que al entrar en contacto con el concreto forman una película que endurece y sella, y poseen propiedades especiales como resistencia a los álcalis, resistencia a los ácidos, cualidades adhesivas y resistencia a la degradación por la luz ultravioleta. Estos compuestos ayudan al curado, protegen la estructura de daños causados por la penetración de líquidos perjudiciales para el concreto, brindan mayor durabilidad y minimizan la generación de polvo, algunos mejoran la apariencia del concreto.

Requisito en concretos masivos

Se debe realizar un plan de control de temperatura para la colocación y el curado del concreto masivo, con el fin de tomar todas las medidas pertinentes para no comprometer la resistencia y la durabilidad del concreto. El plan de control debe contener:

Materiales y dosificación de la mezcla de concreto.

- Elevación de la temperatura ya sea calculada o medida.
- Temperatura máxima del concreto en el momento de su colocación y detalle de las medidas y equipos usados para garantizar que esta no se exceda.
- Descripción de las medidas y los equipos por usar para garantizar que no se exceda la diferencia de temperatura máxima.
- Descripción de los equipos y la metodología para el monitoreo de la temperatura del concreto y el diferencial de temperatura a lo largo del tiempo.

- Ubicación de los sensores de temperatura. La ubicación de estos sensores debe ser determinada por el diseñador en los documentos del proyecto, y como mínimo deben estar ubicados en los puntos en donde se presente la mayor y la menor temperatura.
- Medidas para el manejo y la reducción de la temperatura y del diferencial de la misma.
- Descripción de los procedimientos de curado.
- Descripción de la metodología para retirar la formaleta evitando altos diferenciales de temperatura.

Durante el proceso de fraguado y curado, la temperatura máxima del concreto no debe exceder los setenta grados Celsius (70 °C), y la diferencia de esta entre el centro y la superficie del concreto no debe exceder los diecinueve grados Celsius (19 °C). Cuando se proyecten estructuras con la presencia de concretos masivos, el diseñador estructural puede establecer, en los documentos del proyecto, los requisitos de temperatura máxima para la verificación del interventor. El constructor debe establecer todas las estrategias necesarias para no sobrepasar dichos valores, y se debe hacer seguimiento a las temperaturas durante los primeros días de construcción.
Se puede usar cemento con bajo o moderado calor de hidratación, o un material cementante con contenido de ceniza volante o escoria clase F. No se deben usar aditivos acelerantes. Durante el mezclado, la colocación y el curado de un elemento con concreto masivo, se debe seguir el plan de control de temperatura aprobado por el interventor.
Se recomienda seguir la ACI 207.1R, Guía para el concreto masivo.

Remoción de las formaletas y de la obra falsa
El tiempo de remoción de formaletas y obra falsa está condicionado por el tipo y la localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto.

El constructor debe cumplir lo establecido por el diseñador estructural en los documentos del proyecto en cuanto a las resistencias mínimas a las cuales se puedan remover las formaletas.
Si las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencia de cilindros de concreto, la remoción de formaletas y demás soportes, se puede efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayo deben ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.
La remoción de formaletas y soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal, que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su peso propio.
De acuerdo con los lineamientos del diseñador consignados en los documentos del proyecto, el constructor debe presentar al interventor un procedimiento apropiado para el retiro de la obra falsa, de manera tal, que la estructura vaya tomando las cargas en la secuencia indicada por el diseñador de la estructura.

Juntas
Se deben construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los documentos del proyecto. El constructor no puede introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización de las indicadas en dichos documentos, sin la aprobación del interventor. La resistencia y la durabilidad de la estructura no se debe ver afectada por las juntas.

En superficies expuestas, las juntas deben ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario. En general, se debe dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas y se deben utilizar para las mismas los rellenos, los sellos o los retenedores indicados en los documentos del proyecto.

Acabado

Todas las superficies de concreto deben recibir un acabado inmediatamente después del retiro de las formaletas. El tipo de acabado depende de lo establecido por el diseñador, en los documentos del proyecto, para cada estructura en particular.

Independiente del tipo de acabado establecido por el diseñador en los documentos del proyecto, se deben mantener los recubrimientos mínimos establecidos en el diseño.

- **Acabado convencional**

Es el procedimiento usado para la mayoría de las estructuras. Inmediatamente después de remover las formaletas, todas las rebabas y salientes irregulares de la superficie del concreto se deben cincelar a ras de la superficie.

No se permite que sobresalgan elementos de refuerzo estructural como varillas, alambres o elementos no estructurales. En caso de que sobresalgan de la superficie se deben realizar procedimientos de intervención y acabado, aprobados por el interventor.

Cualquier irregularidad de la superficie, como cavidades pequeñas, grandes, profundas u hormigueros, debe ser corregida por el constructor, a su costa, mediante procedimientos adecuados para cada situación, previamente aprobados por el interventor.

Las zonas con hormigueros excesivos pueden ser causa de rechazo de la estructura, en cuyo caso, el constructor debe demoler y reconstruir, a su costa, la parte afectada.

Todas las juntas de construcción y de dilatación en la obra terminada, se deben dejar cuidadosamente trabajadas y sin restos de mortero y concreto. El relleno de las juntas debe quedar con los bordes limpios en toda su longitud.

- **Acabado de pisos de puentes**

Si el piso va a ser cubierto con una capa asfáltica, basta con asegurar que la superficie de concreto sea correctamente nivelada, para que presente las pendientes transversales indicadas en los documentos del proyecto.

Si el piso del puente se va a usar como capa de rodadura, debe ser sometido a las operaciones de acabado descritas en el artículo 500, para los pavimentos de concreto hidráulico.

- **Acabado de losas de pisos**

Si los documentos del proyecto no establecen otra cosa diferente, su acabado debe ser como el descrito en el artículo 500, para los pavimentos de concreto hidráulico, exceptuando el macrotexturizado.

- **Acabado de andenes de concreto**

El acabado superficial de los andenes debe ser el establecido en los documentos del proyecto, evitando superficies resbaladizas.

El diseño debe incluir la modulación y ejecución de las juntas, en cuyo caso se deben seguir los mismos procedimientos establecidos en el artículo 500.

- **Limpieza final**

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el constructor debe retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable para el interventor, toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable. Cumpliendo todos los requisitos de manejo de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) establecidos en la legislación colombiana.

- **Afectaciones por sismo**

En la eventualidad de que se produzca un sismo durante el proceso de curado, el constructor debe tener especial cuidado en efectuar una revisión detallada del concreto colocado y de la estructura, luego de su ocurrencia, informando al interventor sobre cualquier daño motivado por el fenómeno. Sin perjuicio de ello, si así lo estima el interventor, se deben realizar los ensayos que considere
convenientes para verificar la calidad del concreto, pudiendo ordenar el retiro de este si,
a su criterio, los ensayos realizados revelaren alteraciones al concreto colocado.

- **Conservación**

El concreto hidráulico debe ser mantenido en perfectas condiciones por el constructor, cumpliendo los requisitos mínimos establecidos en el presente artículo, hasta el recibo definitivo de los trabajos, sin que ello implique costo adicional alguno para INVÍAS.

Todo concreto defectuoso o deteriorado que no cumpla las características establecidas en los documentos del proyecto, debe ser intervenido por el constructor para llevarlo a las condiciones de diseño, sin costo adicional
para INVÍAS. En todo caso, los procedimientos deben ser aprobados por el interventor, cualquiera sea el tipo de intervención. Se deben dejar registrados, en los documentos del proyecto, las reparaciones realizadas y el método de reparación.

- **Manejo ambiental**

En adición a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores de ejecución de obras de concreto estructural se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las normas y disposiciones vigentes sobre la conservación del ambiente y los recursos naturales.
Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben estar incluidas en los costos del proyecto, por tanto, no deben ser objeto de reconocimiento directo en el contrato.
Se debe asegurar que la adquisición de los recursos y el manejo de los residuos cumplan los requisitos legales ambientales vigentes. Se deben realizar todos los estudios, los tramites, los procedimientos y las actividades en obra necesarios para cumplir con las normas ambientales. Se debe entregar al interventor la documentación de la gestión ambiental.

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales por parte del constructor, con la supervisión y la aprobación del interventor:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de construcción.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, el transporte, la colocación, la consolidación, la ejecución de juntas, el acabado y el curado de las mezclas.
- Comprobar, mediante ensayos por parte del constructor, que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y en la mezcla de concreto, durante el periodo de ejecución de las obras.
- Verificar el cumplimiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad y ambiente.
- Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia, de acuerdo con el plan de calidad, previamente aprobado por el interventor, y la NSR.
- Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de obra satisfactoriamente ejecutados.
-

Los laboratorios en donde se realicen los ensayos necesarios para el control de la calidad de los materiales del concreto y el control de la calidad del concreto deben ser empresas legalmente constituidas que cuenten con experiencia y/o trayectoria en ejecución de pruebas y ensayos de control de calidad de materiales, que puedan demostrar apropiadamente la competencia de su personal de laboratorio y cuyos informes de resultados informados contengan la aprobación y la autorización para su emisión, mediante la firma del responsable técnico facultado para ello. El laboratorio debe contar con todo el equipamiento principal y auxiliar necesario para el correcto desempeño de sus actividades y asegurar que estos cuenten con la exactitud y la precisión adecuadas para lograr resultados válidos. El laboratorio debe contar con un programa de calibración de sus equipos y se debe asegurar de que los resultados de la medición sean trazables al SI, mediante alguna de las siguientes alternativas:

- La calibración de los equipos proporcionados por un laboratorio de metrología acreditado por ONAC.
- La comparación directa o indirecta a patrones nacionales o internacionales que cuenten con unidades del SI.
- Los valores certificados de materiales de referencia (MRC) proporcionados por productores competentes con trazabilidad metrológica establecida al SI.

El constructor es el responsable de garantizar que todos los ensayos necesarios se realicen. Los informes de ensayos deben ser entregados rutinariamente al interventor, al profesional a cargo del diseño, a los proveedores de material y a la autoridad competente que verifique el cumplimiento de la calidad o que tome acciones correctivas.

Control de materiales

Para cada uno de los materiales se deben realizar los ensayos y procedimientos definidos en el plan de calidad. Si estos no son satisfactorios, se debe rechazar el material y el concreto que se haya elaborado con este.

Además, cada vez que lo considere necesario, el interventor debe efectuar u ordenar la ejecución de los ensayos de control que permitan verificar la calidad del material.

Se debe tener un registro de todos los ensayos y procedimientos de calidad, los cuales deben ser presentados al interventor.

Calidad del cemento hidráulico

Para todo cemento que llegue a la central de fabricación, sea esta de propiedad del constructor o de un proveedor, se deben realizar los ensayos de las normas mencionadas en el artículo 501 y con la frecuencia especificada en el mismo. Los resultados de los ensayos deben ser remitidos para su aprobación por parte del interventor.

Calidad de las adiciones suplementarias

El constructor debe verificar, mediante ensayos, las características de las adiciones suplementarias definidas en el plan de calidad o las especificadas en los documentos del proyecto. Para cada adición se deben verificar los requisitos de las normas definidas en el numeral 630.2.1.2 con la siguiente frecuencia:

- Una (1) vez por cada mes de ejecución de las obras y como mínimo tres (3) veces a intervalos convenientemente espaciados si la obra dura menos de tres (3) meses.
- Cada vez que se modifique el material suministrado.
- Cada vez que el interventor lo solicite.

Calidad del agua

Se deben ejecutar los ensayos relacionados en la Tabla 630 ¯ 5 y la Tabla 630 ¯

- El agua usada en la mezcla y el curado debe cumplir los límites establecidos en estas, y solo se acepta si se cumplen dichos límites.

Calidad del agregado

De cada fuente de agregados por utilizar en la producción de concreto y para cualquier volumen previsto, se deben tomar cuatro (4) muestras y se deben ejecutar los ensayos que permitan verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en los numerales 630.2.1.3.1 y 630.2.1.3.2.

Para el caso de los agregados ciclópeos, de igual forma se deben realizar y documentar los ensayos para la verificación del cumplimiento de los requisitos mencionados en este artículo.

Los resultados de todas estas pruebas deben satisfacer las exigencias de los numerales anteriormente citados. Los agregados que no las cumplan no pueden ser utilizados en la elaboración de la mezcla de concreto, a no ser que se realicen pruebas o ensayos adicionales que demuestren que, la mezcla de concreto cumple las características establecidas para cada proyecto y sean aprobadas por el interventor.

En el caso de uso de agregados reactivos, se deben evaluar procedimientos o diseños de mezcla que permitan mitigar esa condición, previa aprobación del interventor. El proceso de evaluación de la reactividad y el diseño del plan de mitigación se debe realizar conforme a los requisitos de este artículo, en el numeral 630.2.6.1.

Durante la etapa de producción, el interventor debe examinar los acopios y ordenar el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos vegetales, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, debe ordenar acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto (tal como distinta coloración), segregación, partículas alargadas o aplanadas y debe vigilar la disposición de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.
Además, sea que el constructor elabore la mezcla o tenga un proveedor que se la suministre, se debe verificar la calidad de los agregados, mediante la realización

de los ensayos que se relacionan en la Tabla 630 ¯ 16, con la frecuencia indicada en ella.
La curva granulométrica de cada ensayo individual, se debe ajustar a la franja de tolerancia construida a partir de la granulometría de diseño de la mezcla (fórmula de trabajo), con los límites fijados en la Tabla 630 ¯ 18. En caso de que los valores obtenidos excedan la franja de tolerancia definida para la fórmula de trabajo, pero no se salgan de las franjas normativas, el proveedor o el constructor deben preparar en laboratorio una mezcla con la gradación defectuosa, la cual
se debe someter a todas las pruebas de valoración descritas en el presente artículo. En caso de que no cumpla todos los requisitos, el constructor debe demoler, a sus expensas, los elementos cuestionados y los debe reponer, sin costo alguno para INVÍAS.

Tabla 630— 16. Ensayos de verificación sobre los agregados para concreto estructural

Característica	Norma de ensayo	Frecuencia (Nota 1)
Composición (F)		
Granulometría	INV E-213	1 por jornada
Módulo de finura	INV E-213	1 por jornada
Dureza, agregado grueso (O)		
Desgaste en la máquina de Los Ángeles	INV E-218	1 por mes
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos (Nota 2)	INV E-220	1 por mes
Reactividad de los agregados	Ver numeral 630.2.6.1.3	Tabla 630 — 17
Limpieza (F)		
Terrones de arcilla y partículas deleznables	INV E-211	1 por semana
Partículas livianas	INV E-221	1 al inicio del proyecto, 1 cada cambio de fuente y 1 cada 2,5 meses
Material que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200)	INV E-214	1 por semana
Geometría de las partículas (F)		
Índice de alargamiento	INV E-230	1 por semana

Nota 1: se entiende como jornada, un día (1 d) de producción de agregados.

Nota 2: el ensayo se puede realizar con sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

Tabla 630 — 17. Ensayo para determinar la reactividad de los agregados (RAA)

Casos	Frecuencia mínima
Al inicio de todos los proyectos.	Se debe tomar una (1) lectura inicial del agregado de la fuente a usar
En todos los proyectos cuando se presente un cambio de fuente de agregado o de material cementante.	Se debe tomar una (1) lectura cada vez que se presente este caso
En todos los proyectos, excepto cuando se presente riesgo de RAA clase SC4.	Se debe tomar una (1) lectura cada 6 meses
En proyectos con riesgo de RAA clase SC4.	Se debe tomar una (1) lectura cada 3 meses

Cada vez que se realicen los ensayos para la evaluación de la reactividad del agregado, a partir de los resultados, se debe establecer la mitigación de acuerdo con lo indicado en el numeral 630.2.6.1.
El interventor puede modificar la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la Tabla 630 – 16, siempre que considere que los materiales son suficientemente homogéneos o si en el control de recibo de la obra terminada hubiese aceptado sin objeción diez (10) lotes consecutivos.

Tabla 630 — 18. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula de trabajo

	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)							
Tolerancia	≥ 9,5	4,75	2,36	1,18	0,600	0,300	0,150	0,075
	≥ 3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 8	Nro. 16	Nro. 30	Nro. 50	Nro. 100	Nro. 200
	Puntos de porcentaje (%) sobre la masa seca de los agregados							
	± 4		± 3					± 1

Calidad del acero

El constructor debe presentar certificaciones periódicas originales de los fabricantes o de los proveedores del acero empleado en pasadores, barras de amarre y refuerzos requeridos para la construcción del pavimento, donde se demuestre que este satisface a cabalidad las exigencias del presente artículo. Ninguna certificación puede tener una antigüedad superior a treinta días (30 d).

Así mismo, cada vez que lo considere conveniente, el interventor debe ordenar o efectuar las pruebas necesarias para verificar que la calidad del acero empleado cumple las exigencias de este artículo, y lo establecido en el artículo 640.

Calidad de los aditivos, adiciones complementarias y productos químicos de curado

El constructor debe presentar certificaciones periódicas de los fabricantes o de los proveedores de estos productos, que brinden garantía en cuanto a la calidad y a la conveniencia de su utilización, para la revisión y la eventual aprobación de uso por parte del interventor.

Control del concreto

Control de requisitos de durabilidad

En el caso de que el proyecto tenga una especificación por desempeño, cuando sea aplicable, se deben controlar las características de durabilidad especificadas para el concreto en el numeral 630.2.6.1, siguiendo las normas de ensayo aplicables. Se debe definir el lote como una jornada de trabajo.

Tabla 630 — 19. Control de requisitos de durabilidad por método de desempeño verificado

Requisitos de durabilidad	Frecuencia
Penetración del ion cloruro del concreto	un (1) control al inicio del proyecto y un (1) control máximo cada 30 lotes
Permeabilidad al agua del concreto	un (1) control al inicio del proyecto y un (1) control máximo cada 30 lotes
Contracción	un (1) control al inicio del proyecto y un (1) control máximo cada 30 lotes
Resistencia a sulfatos	Solo en la validación de la mezcla de prueba

Para el caso de los proyectos que tengan una especificación por el método prescriptivo, se deben cumplir los requisitos límite de los tipos de exposición en el que se haya clasificado la estructura, los requisitos presentados en el numeral
630.2.6.1. De igual forma, se deben cumplir los requisitos por clase de concreto y resistencia presentados en los numerales 630.2.6.2 y 630.2.6.3. Entre estos requisitos está la relación a/mc, la resistencia (f'c), el contenido de aire, el material cementante y el contenido máximo de ion cloruro soluble en agua en el concreto. Todos estos parámetros se deben establecer durante la validación de la mezcla de prueba, deben ser aprobados por el interventor y se deben mantener durante todo el proyecto. En caso de requerir un cambio de estos parámetros, se debe realizar nuevamente una mezcla de prueba con todos los ensayos pertinentes, verificar que se cumplan los requisitos de durabilidad, resistencia y clase de concreto, y debe ser aprobada nuevamente por el interventor. Todo este control debe quedar documentado.
Se deben reportar los valores obtenidos. En cada característica, el concreto colocado debe cumplir los rangos máximos o mínimos que le son aplicables. Las estructuras en concreto, que no cumplan una o varias características de durabilidad especificadas, deben ser demolidas y sus escombros transportados a los sitios aprobados para su recepción, todo a expensas del constructor, quien además debe reemplazar estas estructuras con otras que cumplan todas las exigencias de la especificación, sin que ello implique costo alguno para INVÍAS.

Control de los requisitos por clase de concreto

Cuando aplique se deben cumplir los requisitos límite por clase de concreto, requisitos presentados en el numeral 630.2.6.2. Todos estos parámetros se deben establecer durante la validación de la mezcla de prueba, deben ser aprobados por el interventor y se deben mantener durante todo el proyecto. En caso de requerir un cambio de estos parámetros se debe realizar nuevamente una mezcla de prueba con todos los ensayos pertinentes, verificar que se cumplan los requisitos de durabilidad, resistencia y

clase de concreto, y debe ser aprobada nuevamente por el interventor. Todo este control debe quedar documentado.

Dosificación

La mezcla se debe efectuar en las proporciones establecidas en la fórmula de trabajo; se admiten las variaciones establecidas en la NTC 3318 (ASTM C94).

La tolerancia del agua de mezclado se debe medir con la tolerancia especificada, corregida según la condición de humedad de los agregados y la cantidad de aditivo líquido, si se usa.

Para las mezclas dosificadas por fuera de estos límites, el constructor las debe tratar como producto no conforme para llevarlas a las características requeridas y, en caso de no cumplir, deben ser rechazadas por el interventor.

Consistencia

Se debe controlar la consistencia de cada carga entregada, para lo cual se debe tomar una muestra representativa de ella que se debe someter al ensayo de asentamiento (según la norma INV E-404/NTC 396) o flujo libre (según la NTC

5222), cuyo resultado debe estar dentro de los límites indicados en los documentos del proyecto para cada tipo de concreto, según lo mencionado en el numeral 630.4.2. Por ningún motivo se permite la adición de agua al concreto elaborado para incrementar su asentamiento o flujo, según el tipo de mezcla. La tolerancia del asentamiento debe estar en conformidad con el ACI 117, Especificación para la tolerancia de estructuras de concreto y materiales.

Contenido de aire

Si en el diseño de la mezcla se ha especificado un contenido de aire, se debe controlar en cada uno de los tres (3) primeros camiones que lleguen a la obra en la jornada de trabajo y en los tres (3) primeros después de cada interrupción, programada o no, durante el curso de dicha jornada, según la norma de ensayo INV E-406 (NTC 1032), la cual describe el método a presión. También, se permite medir el contenido de aire siguiendo la norma de ensayo ASTM C173. Los resultados deben corresponder al valor establecido al definir la fórmula de trabajo. Si el resultado de la muestra de algún camión está por fuera de los límites de tolerancia, se debe tomar una segunda muestra del mismo camión y se repite el ensayo. Si este último se encuentra dentro de los límites de tolerancia especificada se debe aceptar el viaje. En caso contrario, se debe rechazar. Si se rechaza el concreto de los tres (3) camiones consecutivos por este motivo, se debe suspender la producción de la mezcla y la construcción, hasta que se detecten y corrijan las causas de la anomalía.

Peso unitario y densidad del concreto

Se debe controlar el peso unitario del concreto en estado fresco siguiendo la norma de ensayo INV E-405 (NTC 1926).

A los testigos extraídos se les debe determinar su densidad, según la norma de ensayo ASTM C642 (NTC 5653).

En principio, los resultados deben ser reportados, pero no se deben emplear como criterio para aceptación o rechazo de la estructura construida, salvo que los documentos del proyecto o una especificación particular así lo indiquen y establezcan un criterio para su calificación. Sin embargo, si la densidad promedio de los núcleos de un lote es menor de noventa y siete por ciento (97 %), o algún núcleo presenta

densidad menor de noventa y seis por ciento (96 %), con respecto a la densidad del concreto elaborado al definir la fórmula de trabajo, es indispensable que el constructor mejore el vibrado del concreto, de manera que los requisitos establecidos anteriormente se logren en las posteriores verificaciones.

En cualquier caso, la presencia de hormigueros en los núcleos hace obligatoria la demolición del elemento de concreto estructural afectado y su reconstrucción con elementos que cumplan todos los requisitos de esta especificación.

Temperatura del concreto en estado fresco

Se debe controlar la temperatura del concreto en estado fresco, de manera que se cumpla la NTC 3357 (ASTM C1064). Si la temperatura del concreto, medida en la entrega de este, no cumple los requisitos del numeral 630.4.8.6 o el plan de control de temperatura para el caso de concretos masivos, se debe realizar inmediatamente una medición adicional sobre una nueva muestra del mismo despacho. Si no se cumplen los requisitos de temperatura, el concreto no se puede usar en obra.

Módulo elástico del concreto

La determinación del módulo de elasticidad del concreto se debe realizar cuando, en los documentos del proyecto, se requiera la determinación del módulo de elasticidad o por solicitud del interventor. Sobre los núcleos cilíndricos extraídos de la estructura de concreto se debe determinar el módulo de elasticidad, mediante el procedimiento descrito en la norma de ensayo INV E-424 (NTC 4025).
El valor promedio de cada lote debe ser reportado y se debe emplear, si corresponde, en la revisión de los diseños estructurales de los documentos del proyecto.

Resistencia

Las muestras de concreto para fines de determinar la resistencia especificada deben ser tomadas, elaboradas, curadas y ensayadas bajo las normas INV E- 420/NTC 550 e INV E-410 /NTC 673.
Las muestras para los ensayos de resistencia de cada tipo de concreto colocado en obra, se deben tomar por lo menos una (1) vez al día, o cada cuarenta metros cúbicos (40 m3) de concreto, o cada doscientos metros cuadrados (200 m2) de superficies de losas y muros.
La resistencia del concreto debe ser evaluada, con fines de aceptación o rechazo, de acuerdo con el procedimiento y los parámetros establecidos en la NSR.

Si en algún momento no se cumplen las exigencias establecidas en la NSR, se deben tomar las acciones contempladas en este documento, en la sección
«Investigación de los resultados de ensayo con baja resistencia».

Se deben tomar tres (3) núcleos por cada valor no conforme. Los núcleos deben ser extraídos, deben ser colocados en recipientes o bolsas herméticas de tal forma que la humedad se preserve, deben ser transportados al laboratorio y se deben ensayar de acuerdo con la norma INV E-418/NTC 3658.

Se considera aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia a la compresión de los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85 %) de la resistencia especificada (f'c) en los documentos del proyecto,

siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75 %) de dicha resistencia. Cuando los núcleos den valores erráticos, se debe permitir extraer núcleos adicionales de la misma zona. Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, el constructor puede solicitar que, a sus expensas, se hagan pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura conforme lo especificado en la NSR. Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, se acepta el concreto en discusión. En caso contrario, el constructor debe adoptar las medidas correctivas que solicite el interventor, las cuales pueden incluir la demolición parcial o total de la estructura, si fuere necesario, y su posterior reconstrucción, a costa del constructor, sin costo alguno para INVÍAS.

Siempre que se produzcan rechazos, se debe reiniciar el promedio de las medias móviles (fm) para las evaluaciones subsiguientes.

Curado

Toda fundida de concreto que no sea correctamente curada, puede ser rechazada por el interventor. Si se trata de una superficie de contacto con fundidas subsecuentes de concreto, deficientemente curada, el interventor puede exigir la remoción de una capa hasta de cinco centímetros (5 cm) de espesor, por cuenta del constructor, y su consecuente reposición con una mezcla satisfactoria, correctamente curada. Los especímenes curados en las mismas condiciones de la obra, deben dar como mínimo el ochenta y cinco por ciento (85 %) de la resistencia de los especímenes curados en agua para control de calidad. El cumplimiento de este requisito es garantía de que se está realizando un curado efectivo en obra.

Solo para efectos de aceptación y rechazo de la estructura construida se debe medir la resistencia del concreto, tanto en especímenes de control de calidad de obra como en especímenes de control del desarrollo de resistencia del concreto ya instalado, mediante la disposición de cilindros de control de la calidad al pie del elemento y/o extracción y ensayo de núcleos (norma INV E-418/NTC 3658). Lo anterior para determinar la efectividad de las labores de compactación y curado, si existe alguna incertidumbre con la estructura o con la resistencia en probetas. Únicamente, se debe permitir el uso de ensayos no destructivos, donde se obtuvieron resultados de ensayos con baja resistencia y es necesario realizar una investigación. Los casos en los que se deben realizar estos ensayos son los siguientes:

- Inadecuados procesos de compactación (ACI 309R, Guía para la consolidación del concreto).
- Inadecuados procesos de cuidado y control de muestras (ACI 308R, Guía para curado del concreto; INV E-420/NTC 550).
- Cuando el curado en la estructura genere reducciones en la resistencia mayores de un quince por ciento (15 %) respecto a los obtenidos bajo la condición estándar.

Los ensayos no destructivos que se permiten son los contenidos en el ACI 228.2R, Reporte de métodos de ensayo no destructivos para la evaluación del concreto en estructuras. Estos ensayos se pueden usar, si se realiza una calibración del método con el concreto de obra, empleando un número suficiente de muestras, y con la aprobación del interventor. Estos ensayos son válidos principalmente para hacer comparaciones del concreto en la misma estructura, mas no para evaluar la resistencia.

Calidad del producto terminado

Todo concreto donde los materiales, las mezclas y el producto terminado excedan las tolerancias de esta especificación, debe ser corregido por el constructor, quien debe asumir los costos adicionales, de

acuerdo con las indicaciones del interventor y la aprobación de este. Dicha corrección puede contemplar, inclusive, la demolición parcial o total de la estructura.

- Desviaciones máximas admisibles en las dimensiones laterales
- Vigas pretensadas y postensadas: de menos cero coma cinco centímetros a más uno coman un centímetro (- 0,5 cm a + 1,1 cm).
- Vigas, columnas, placas, pilas, muros y estructuras similares de concreto reforzado: de menos un centímetro a más dos centímetros (- 1,0 cm a + 2,0 cm).
- Muros, estribos y cimientos: de menos dos centímetros a más cinco centímetros (- 2,0 cm a + 5,0 cm).
-

Desplazamiento

El desplazamiento de las obras, con respecto a la localización indicada en los documentos del proyecto, no puede ser mayor que la desviación máxima positiva (+) indicada para las desviaciones anteriores.

Otras tolerancias

- Espesores de placas: de menos un centímetro a más dos centímetros (- 1,0 cm a + 2,0 cm).
- Cotas superiores de placas y andenes: de menos un centímetro a más un centímetro (- 1,0 cm a + 1,0 cm).
- Recubrimiento del refuerzo: más o menos diez por ciento (± 10 %).
- Espaciamiento entre varillas: de menos dos centímetros a más dos centímetros (- 2,0 cm a + 2,0 cm).

Se deben cumplir los requisitos de la ACI 117, Especificación para la tolerancia de estructuras de concreto y materiales; para las especificaciones de tolerancia que no se presentan en este documento.

Regularidad de la superficie

La superficie no puede presentar irregularidades que superen los límites que se indican a continuación, al colocar sobre esta una regla de tres metros (3 m).

- Placas y andenes: cero coma cuatro centímetros (0,4 cm).
- Otras superficies de concreto simple o reforzado: un centímetro (1,0 cm).
- Muros de concreto ciclópeo: dos centímetros (2,0 cm).

- **Defectos a edades tempranas**

Si se presentan fisuras a una edad temprana, se deben revisar detalladamente las mezclas utilizadas, los asentamientos medidos, el manejo de las películas o el procedimiento de protección y curado, las condiciones ambientales y el concreto y, en general, todos los elementos que puedan haber incidido en la ocurrencia del fenómeno.

Se deben tomar medidas de corrección y reparación, de acuerdo con el origen de estos defectos, las cuales deben ser asumidas por el constructor y aprobadas por el interventor.

En todos los casos, el constructor debe presentar, previamente, un documento con las acciones correctivas propuestas, incluyendo materiales, dimensiones y procedimientos que pretende utilizar para la reparación.

7. **Transporte de materiales de afirmado, sub-base, base y mezcla asfáltica para distancias superiores a 1000 m medidos a partir de 100m. Material compacto (Incluye 30% de expansión).**

Los materiales deberán ser transportados desde y hasta el lugar indicado dentro del proyecto, y de manera que cumplan las reglamentaciones vigentes al respecto, en especial las referentes a la protección del medio ambiente, conforme a lo establecido en el PMT y el PMA de la obra, y de acuerdo con la secretaria de tránsito y transporte de la zona donde se ejecuta la obra.
En caso de ser material proveniente de excavación, o derrumbes, los materiales deberán ser transportados el mismo día en que sean generados siendo dispuestos de forma que se asegure que no generen inestabilidad del terreno ni obstrucciones de drenajes. La interventoría deberá ejercer control del volumen de material transportado a través de los diferentes métodos establecidos para ello a través de planillas o documentos firmados como soporte de la actividad.

8. **Transporte de sobrantes provenientes de la excavación, canales, préstamos para distancias superiores a 1000 m medidos a partir de 100 m. Material compacto (Incluye 30% de expansión).**

Los materiales deberán ser transportados desde y hasta el lugar indicado dentro del proyecto, y de manera que cumplan las reglamentaciones vigentes al respecto, en especial las referentes a la protección del medio ambiente, conforme a lo establecido en el PMT y el PMA de la obra, y de acuerdo con la secretaria de tránsito y transporte de la zona donde se ejecuta la obra.

En caso de ser material proveniente de excavación, o derrumbes, los materiales deberán ser transportados el mismo día en que sean generados siendo dispuestos de forma que se asegure que no generen inestabilidad del terreno ni obstrucciones de drenajes. La interventoría deberá ejercer control del volumen de material transportado a través de los diferentes métodos establecidos para ello a través de planillas o documentos firmados como soporte de la actividad.

PRODUCTO 3. CONSTRUCCIÓN DE VIGA RIOSTRA

9. **Excavación en material común de la explanación, canales y préstamos. Incluye cargue y disposición final del material sobrante. No incluye transporte.**

Igual a Especificación ítem 2.1.

10. **Suministro, transporte y colocación de Acero de refuerzo fy=420 Mpa (Grado 60).**

Igual a Especificación ítem 2.4.

11. **Concreto Clase D (21 MPa). Viga de fundación.**

Igual a Especificación ítem 2.5.

12. **Transporte de sobrantes provenientes de la excavación, canales, préstamos para distancias superiores a 1000 m medidos a partir de 100 m. Material compacto (Incluye 30% de expansión).**

Igual a Especificación ítem 2.7.

PRODUCTO 4. CONSTRUCCIÓN DE ENTRE RIEL – CICLOPEO

13. **Excavación en material común de la explanación, canales y préstamos. Incluye cargue y disposición final del material sobrante. No incluye transporte.**

Igual a Especificación ítem 2.1.

14. **Conformación de la calzada existente con motoniveladora. Incluye nivelación, compactación, limpieza y reconstrucción de cunetas y todo lo necesario para la correcta ejecución de la actividad.**

Igual a Especificación ítem 2.2.

15. **Suministro, colocación, conformación y compactación de Base, no incluye transporte. Compactación hasta obtener una densidad mínima del 98%, de la obtenida en el ensayo del Proctor modificado.**

Igual a Especificación ítem 2.3.

16. **Concreto Clase H (Ciclópeo con concreto clase D - 21 MPa y Piedra de 8 cm a 12 cm).**

La Interventoría no autorizara la colocación de concreto para estructuras lineales hasta tanto se haya revisado y aprobado el refuerzo y la correcta colocación de las formaletas que se requieran.
Para ampliar las condiciones de la ejecución de los trabajos puede remitirse puede remitirse al ítem 2.1.

17. **Transporte de materiales de afirmado, sub-base, base y mezcla asfáltica para distancias superiores a 1000 m medidos a partir de 100m. Material compacto (Incluye 30% de expansión).**

Igual a Especificación ítem 2.6.

18. **Transporte de sobrantes provenientes de la excavación, canales, préstamos para distancias superiores a 1000 m medidos a partir de 100 m. Material compacto (Incluye 30% de expansión).**

Igual a Especificación ítem 2.7.

PRODUCTO 5. CONSTRUCCIÓN DE CUNETA

19. **Excavaciones para estructuras varias en material común en seco sin entibado. Incluye transporte y disposición final de los materiales.**

El Constructor deberá notificar a la Interventoría, con suficiente antelación al comienzo de cualquier excavación, para que se efectúen todas las medidas y levantamientos topográficos necesarios y se fije la localización de la estructura o elemento en el terreno original.

Antes de comenzar los trabajos de excavación, se deberán haber completado los trabajos previos de desmonte y limpieza, de conformidad con la especificación definida para esta actividad.
En caso de que, al llegar a las cotas de cimentación indicadas en los planos, el material sea inapropiado, la Interventoría podrá ordenar una excavación a mayor profundidad a efectos de obtener un material de fundación apropiado o, alternativamente, a excavar a mayor profundidad y rellenar con un material que cumpla requisitos de los denominados adecuados o seleccionados según lo indiquen los documentos del proyecto; En el primer caso, se deberán revisar los diseños de la estructura y efectuar las modificaciones que corresponda. En el segundo caso, el material de relleno será tratado de acuerdo con lo especificado con relación a los rellenos para estructuras.
Para ampliar la forma en que se debe desarrollar la actividad, remitirse al artículo 600-13 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVÍAS, versión 2013, especialmente en sus apartados 600.4 y 600.5, en lo que aplique de acuerdo con el tipo de material de excavación o tipo de excavación de que se trate.

20. **Suministro, colocación, conformación y compactación de Base, no incluye transporte. Compactación hasta obtener una densidad mínima del 98%, de la obtenida en el ensayo del Proctor modificado.**

Igual a Especificación ítem 2.3.

21. **Suministro, transporte y colocación de Acero de refuerzo fy=420 Mpa (Grado 60).**

Igual a Especificación ítem 2.4.

22. **Suministro, transporte e instalación de Concreto Clase D (21 MPa) para Cunetas.**

Igual a Especificación ítem 2.5.

23. **Transporte de materiales de afirmado, sub-base, base y mezcla asfáltica para distancias superiores a 1000 m medidos a partir de 100m. Material compacto (Incluye 30% de expansión).**

Igual a Especificación ítem 2.6.

24. **Transporte de sobrantes provenientes de la excavación, canales, préstamos para distancias superiores a 1000 m medidos a partir de 100 m. Material compacto (Incluye 30% de expansión).**

Igual a Especificación ítem 2.7.

PRODUCTO 6. CONSTRUCCIÓN DE BORDILLO

25. **Suministro, transporte y colocación de Acero de refuerzo fy=420 Mpa (Grado 60).**

Igual a Especificación ítem 2.4.

26. **Suministro, transporte e instalación de Concreto Clase D (21 MPa) para Bordillo en concreto**

ALCALDÍA MUNICIPAL DE HISPANIA - ANTIOQUIA
NIT 890.984.986-8 | Código postal 056450
Calle 48 Lisboa No.50-36 www.hispania-antioquia.gov.co
Teléfono (604) 843 28 62 contactenos@hispania-antioquia.gov.co

vaciado en sitio de 15x15x100.

Los bordillos se instalarán de acuerdo con el procedimiento descrito en el numeral 672.4 del Artículo 672 de las Especificaciones generales de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías, versión 2020.

El constructor debe instalar la formaleta sobre la superficie preparada. Esta, que debe ser metálica, salvo que el interventor autorice expresamente el empleo de formaletas de madera, se debe colocar y asegurar firmemente, de manera que el alineamiento y las dimensiones del bordillo correspondan a lo previsto en los documentos del proyecto.

La formaleta debe tener la rigidez suficiente para soportar la presión del concreto fresco, sin sufrir distorsiones.

- Elaboración del concreto

El constructor debe diseñar la mezcla de concreto, elaborarla para que alcance la resistencia exigida, transportarla y entregarla, conforme se establece en el ítem 2.4 del presente documento.

- Construcción del bordillo

Previo al retiro de cualquier materia extraña o suelta que se encuentre en la superficie sobre la cual se va a construir el bordillo, el concreto se debe colocar, vibrar y curar, según se establece en el aparte materiales del ítem 2.4 del presente documento.

En el caso de requerir anclajes, estos se deben ceñir a lo establecido en los documentos del proyecto o lo que apruebe el interventor, en cuanto a su geometría, profundidad de fijación y materiales de colocación.

- Juntas

Se deben proveer juntas de expansión a intervalos no mayores de seis metros (6,0 m), las cuales deben tener el ancho que fijen los documentos del proyecto. Dicho espacio se debe rellenar con el material sellante aprobado.

En el caso de bordillos vaciados sobre pavimentos de concreto, sus juntas deben coincidir con las juntas transversales del pavimento.

- Acabado

Las formaletas se deben quitar antes de que haya fraguado totalmente el concreto y luego se deben alisar las caras superiores y adyacentes al pavimento, con llana o palustre, para producir una superficie lisa y uniforme.

- Curado

El curado se debe efectuar mediante un método aprobado por el interventor y durante el periodo que fije este, el cual no puede ser inferior a diez días (10 d).

Concreto vaciado con máquina

Los bordillos se pueden fabricar con un equipo diseñado especialmente para esta clase de trabajo, si se garantiza que con este se obtienen los alineamientos, las dimensiones y los acabados previstos en los documentos del proyecto.

En este caso, la mezcla se debe diseñar y elaborar conforme se indica en el numeral 2.4, pero se debe tomar la precaución de que su consistencia sea tal, que el bordillo conserve su forma al ser retirada la formaleta de la máquina.

El concreto se debe verter en la máquina constructora del bordillo, la cual lo debe elaborar siguiendo el alineamiento previsto. Cualquier desprendimiento o imperfección pequeña, se puede reparar manualmente con ayuda de llanas y palustres.
Al bordillo se le deben hacer ranuras en su parte superior en el espesor y con la separación que determinen los documentos del proyecto.

PRODUCTO 7. CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA

27. Excavaciones para estructuras varias en material común en seco sin entibado. Incluye transporte y disposición final de los materiales.

Igual a Especificación ítem 6.1

28. Tubo PVC Alcantarillado pared interior lisa y exterior corrugada o similar 900 mm, 36" puesto en obra.

Se debe ubicar el lugar de trabajo, posteriormente revisar planos para establecer las especificaciones y procedimientos constructivos, luego se deben revisar las tuberías para verificar que no presenten fisuras, roturas o averías. Posteriormente se deben trazar los puntos donde debe ir la tubería. Acto seguido se deben realizar las zanjas, fijaciones, excavaciones o canchas donde irán los tubos sin exceder las medidas indicadas en las especificaciones ya que la instalación puede resultar dispendiosa y puede quedar con problemas, también se deben realizar los cortes necesarios según las medidas establecidas en los planos si fuere el caso. Cada extremo abierto del tubo deberá mantenerse taponado siempre para evitar posible entrada de materiales que afecten la buena conducción del fluido. En caso de ser necesario hacer uniones o empalmes en la tubería es primordial limpiar la parte del tubo o accesorio de unión donde se va hacer el pegue con limpiador de tubería. Para realizar estos pegues se debe aplicar una porción suficiente de soldadura solvente sobre la porción o extremo del tubo o accesorio a pegar. Se deben hacer pruebas con agua para verificar la correcta instalación y funcionamiento de las tuberías en acompañamiento de la interventoría. En algunos casos y según sea especificado se usará geotextil para envolver las tuberías. Terminada la instalación o fijación de las tuberías, y en caso de ser parte del ítem, se deben hacer los llenos o recubrimientos con materiales y procedimientos especificados en los planos e ítems y aprobados por la interventoría.

29. Concreto Clase F (14 MPa). Elementos varios.

Este solado de limpieza tendrá un espesor de cinco centímetros (5 cm) y se instalará sobre el fondo limpio y nivelado de la excavación, previa verificación y aprobación de la Interventoría, tanto de su cota y dimensiones en planta como de su idoneidad para atender la capacidad portante prevista en los diseños; La Interventoría no autorizará la colocación de concreto para solado si la superficie de apoyo no se encuentra correctamente preparada.

30. Concreto Clase D (21 MPa). Realces de pocetas, alcantarillas y muros.

La Interventoría no autorizara la colocación de concreto para estructuras lineales hasta tanto se haya revisado y aprobado el refuerzo y la correcta colocación de las formaletas que se requieran.

31. **Suministro, transporte y colocación de Acero de refuerzo fy=420 Mpa (Grado 60)**

Igual a Especificación ítem 2.4.

32. **Lleno manual para estructuras con material de préstamo (tipo arenilla) hasta obtener una densidad mínima del 95%, de la obtenida en el ensayo del Proctor modificado. Incluye suministro de material, conformación, compactación.**

La colocación se hará por métodos mecánicos es decir con equipo manejado con operador, no es un equipo menor, en capas con espesores no mayor a quince centímetros (15 cm) de material suelto, de acuerdo con el tipo de trabajo, pero preservando siempre la estabilidad y la integridad de las instalaciones existentes y de las que se están ejecutando.
Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en la obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.
El material se colocará y compactará en capas sucesivas de espesor no mayor a quince centímetros (15 cm), hasta la altura requerida en los planos u ordenada por el interventor. La densidad seca del material del préstamo, una vez compactada, deberá ser igual o mayor al noventa y cinco por ciento (95 %) de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la norma INV E-142.

33. **Transporte de sobrantes provenientes de la excavación, canales, préstamos para distancias superiores a 1000 m medidos a partir de 100 m. Material compacto (Incluye 30% de expansión).**

Igual a Especificación ítem 2.7.

JUAN DAVID QUIROS GONZALEZ
Ingeniero civil
TP: 021037-0603423 ATL
Secretario de planeación y Desarrollo Territorial
Municipio de Hispania

ALCALDÍA MUNICIPAL DE HISPANIA - ANTIOQUIA
NIT 890.984.986-8 | Código postal 056450
Calle 48 Lisboa No.50-36 www.hispania-antioquia.gov.co
Teléfono (604) 843 28 62 contactenos@hispania-antioquia.gov.co

Hispania, Octubre de 2025

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

JUAN DAVID QUIROS GONZALEZ , identificado con cédula de ciudadanía N° 1.00.1555.409, de profesión INGENIERO CIVIL con TP: 021037-0603423 ATL , con más de cinco (5) años de experiencia profesional de por medio, responsable del Proceso Constructivo para el proyecto denominado "**PAVIMENTACIÓN MEDIANTE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO PLACA HUELLA VÍA TERCIARIA SAN JOAQUIN VEREDA LA PALMIRA DEL MUNICIPIO DE HISPANIA ANTIOQUIA**", declaro por medio del presente documento, que asumo toda responsabilidad referente Proceso Constructivo**,** el cual se observó el cumplimiento de todos los requisitos técnicos vigentes, establecidos en la normatividad colombiana para el presente proyecto.

Para constancia de lo anterior, se firma en la ciudad de Medellín, el mes de Octubre de 2025.



JUAN DAVID QUIROS GONZALEZ
Ingeniero civil
TP: 021037-0603423 ATL
Secretario de planeación y Desarrollo Territorial
Municipio de Hispania

MATRICULA PROFESIONAL

021037-0603423 ATL

R2022001896

REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería



INGENIERIA CIVIL

JUAN DAVID QUIROS GONZALEZ

ID: 1001555409

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-4004272

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JUAN DAVID QUIROS GONZALEZ, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1001555409, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 021037-0603423 ATL desde el 18 de Enero de 2022, otorgado(a) mediante Resolución Nacional R2022001896.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veinticuatro (24) días del mes de Octubre del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.



REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 1.001.555.409
QUIROS GONZALEZ
APELLIDOS
JUAN DAVID
NOMBRES

FIRMA



FECHA DE NACIMIENTO 02-MAY-1989
SAN CARLOS
(ANTIOQUIA)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.68 ESTATURA
O+ G.S. RH
M SEXO
12-JUL-2007 COPACABANA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES

INDICE DERECHO

A-2100100-00716342-M-1001555409-20150619 0044530054A 1 4893429840