

LIBRO: **CTR. CONSTRUCCIÓN**
TEMA: **PUE. Puertos**
PARTE: **1. CONCEPTOS DE OBRA**
TÍTULO: **02. Obras de Protección**
CAPÍTULO: **003. Elementos Precolados de Concreto**

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la fabricación y colocación de elementos precolados de concreto que se utilicen en la construcción de obras de protección en puertos y zonas costeras.

B. DEFINICIÓN

Son piezas de forma geométrica específica, prefabricadas con concreto hidráulico simple, del tamaño, masa y durabilidad apropiados para resistir la acción del oleaje o de las corrientes, que se emplean en la coraza y eventualmente en la capa secundaria de obras de las protección, tales como los rompeolas, escolleras, espigones y protecciones marginales, a que se refiere la Norma N-CTR-PUE-1-02-001, *Enrocamientos*, en zonas donde no se dispone económicamente de roca en cantidad o tamaños adecuados para formar esas capas. Los elementos más comúnmente empleados son los cubos, tetrápodos, cuadrípodos, tribarra, dolos y Core-Loc, que se muestran en la Figura 1 de esta Norma, entre otros.

C. REFERENCIAS

Son referencias de esta Norma, las Normas aplicables de la Parte 12. *Proyecto de Señalamiento Marítimo*, del Libro PRY. *Proyecto*.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras	N-LEG-3

Bancos	N-CTR-PUE-1-01-007
Enrocamientos	N-CTR-PUE-1-02-001
Concreto Hidráulico	N-CTR-PUE-1-04-004
Calidad del Cemento Pórtland	N-CMT-2-02-001
Calidad de Agregados Pétreos para Concreto Hidráulico	N-CMT-2-02-002
Calidad del Agua para Concreto Hidráulico	N-CMT-2-02-003
Calidad de Aditivos Químicos para Concreto Hidráulico	N-CMT-2-02-004
Calidad del Concreto Hidráulico	N-CMT-2-02-005
Criterios Estadísticos de Muestreo	M-CAL-1-02
Muestreo de Concreto Hidráulico	M-MMP-2-02-055
Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto	M-MMP-2-02-058

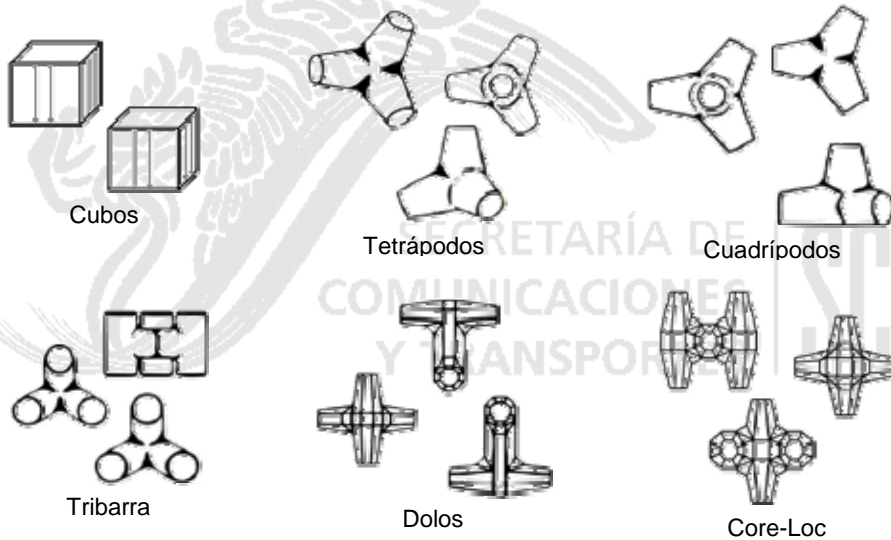


FIGURA 1.- Ejemplos de elementos precolados de concreto hidráulico

D. MATERIALES

D.1. El concreto hidráulico y el cemento Pórtland, los agregados pétreos, el agua y los aditivos utilizados en su elaboración, para la fabricación de los elementos precolados de concreto, serán los indicados en el proyecto y, salvo que el mismo indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cumplirán con lo establecido en las

Normas N-CMT-2-02-005, *Calidad del Concreto Hidráulico*, N-CMT-2-02-001, *Calidad del Cemento Pórtland*, N-CMT-2-02-002, *Calidad de Agregados Pétreos para Concreto Hidráulico*, N-CMT-2-02-003, *Calidad del Agua para Concreto Hidráulico* y N-CMT-2-02-004, *Calidad de Aditivos Químicos para Concreto Hidráulico*, respectivamente. Los materiales pétreos procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría, conforme a lo establecido en la Norma N-CTR-PUE-1-01-007, *Bancos*.

- D.2.** El agua de mezclado estará limpia y libre de materia orgánica o de cualquier otra sustancia que afecte la calidad del concreto.
- D.3.** Si dados los requerimientos de la obra, se considera necesaria la utilización de aditivos, éstos estarán establecidos en el proyecto o serán aprobados por la Secretaría. Si el Contratista de Obra propone la utilización de aditivos, lo hará mediante un estudio técnico que los justifique, sometiéndolo a la Secretaría para su análisis y aprobación. Dicho estudio ha de contener como mínimo, las especificaciones y pruebas de calidad respectivas, así como los procedimientos para el manejo, uso y aplicación de los aditivos.
- D.4.** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en la Fracción D.1. de esta Norma, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista de Obra.
- D.5.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra los remplace por otros adecuados, por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

E. EQUIPO

El equipo que se utilice en la fabricación y colocación en la obra de elementos precolados de concreto, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección. Dicho equipo será mantenido en

óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra corrija las deficiencias, lo remplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

E.1. PLANTAS DE MEZCLADO

Que cuenten como mínimo con:

- E.1.1.** Tolvas y silos para almacenar el material pétreo y el cemento Pórtland protegidos de la lluvia y el polvo, con capacidad suficiente para asegurar la operación continua de la planta por lo menos quince (15) minutos sin ser alimentadas, divididas en compartimentos para almacenar los agregados pétreos por tamaños.
- E.1.2.** Dispositivos que permitan dosificar los agregados pétreos por masa, con una aproximación de más menos uno (± 1) por ciento de la cantidad requerida; sólo en casos excepcionales y cuando así lo apruebe la Secretaría, se podrán dosificar por volumen. Los dispositivos deben permitir un fácil ajuste de la mezcla en cualquier momento para obtener la dosificación aprobada por la Secretaría.
- E.1.3.** Dispositivos que permitan dosificar el cemento Pórtland por masa, con una aproximación de más menos uno (± 1) por ciento de la cantidad requerida según el proporcionamiento.
- E.1.4.** Dispositivos que permitan dosificar el agua, con una aproximación de más menos uno (± 1) por ciento de la cantidad requerida y los aditivos con una aproximación de más menos tres (± 3) por ciento de la cantidad requerida según el proporcionamiento. En el caso del agua y los aditivos líquidos, pueden medirse por volumen con una precisión aceptable.
- E.1.5.** Cámara mezcladora equipada con un dispositivo para el control del tiempo de mezclado.

- E.1.6.** Un dispositivo de suma acumulada, sin restitución, para contar correctamente el número de bachas producidas durante su operación.

E.2. REVOLVEDORAS

Que cuenten como mínimo con un tanque dosificador de agua debidamente calibrado y con dispositivo de cierre; un aditamento para cerrar automáticamente la tolva de descarga y evitar que se vacíe, antes de que los materiales hayan sido mezclados. Las revolvedoras serán capaces de girar a una velocidad tangencial periférica aproximada de un (1) metro por segundo.

E.3. CAMIONES MEZCLADORES O AGITADORES

Serán capaces de producir, mantener y descargar una mezcla uniforme de concreto hidráulico, sin provocar segregación.

E.4. VIBRADORES

Del tipo, frecuencia y potencia, de acuerdo con el elemento por colar, para obtener un concreto compactado con textura uniforme y superficie tersa en sus caras visibles.

E.5. EQUIPO DE TRANSPORTE

Dependiendo de las características de los elementos precolados de concreto, del terreno y de las vías de comunicación existentes, así como de la ubicación del patio de colado, el equipo de transporte puede ser:

- E.5.1.** Góndolas de ferrocarril con descarga lateral.
- E.5.2.** Camiones de volteo ordinarios o fuera de carretera, con una capacidad entre veinte (20) y noventa (90) metros cúbicos.
- E.5.3.** Charolas con las dimensiones mínimas que garanticen el adecuado acomodo de los elementos precolados con la ayuda de una grúa de alcance y con la capacidad de carga necesaria para soportar la masa de los mismos.
- E.5.4.** Chalanas o barcasas con grúas propias o con grúas de tierra montadas sobre ellas, que cuenten con almejas, con garras de dos o más dedos o con cucharones de gajos, así como con los aditamentos necesarios para izar y colocar los elementos precolados de concreto en la posición que, en su caso, indique el proyecto.

E.6. GRÚAS

Con almejas, con garras de dos o más dedos o con cucharones de gajos, así como con los aditamentos necesarios para izar y colocar los elementos precolados de concreto en la posición que, en su caso, indique el proyecto, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque.

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El transporte y almacenamiento de todos los materiales para la fabricación de los elementos precolados de concreto y de éstos hasta el sitio de su colocación final, son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes, considerando lo establecido en las Normas N-CMT-2-02-001, *Calidad del Cemento Pórtland*, N-CMT-2-02-002, *Calidad de Agregados Pétreos para Concreto Hidráulico*, N-CMT-2-02-003, *Calidad del Agua para Concreto Hidráulico* y N-CMT-2-02-004, *Calidad de Aditivos Químicos para Concreto Hidráulico* y N-CMT-2-02-005, *Calidad del Concreto Hidráulico*.

- F.1.** Para efectuar el transporte de los elementos precolados hasta el sitio de su colocación final, el Contratista de Obra contará con el equipo adecuado, acorde con las características de los elementos y con los requerimientos de volúmenes y rendimientos establecidos en el programa de utilización de maquinaria.
- F.2.** Cuando el transporte de los elementos precolados se haga por tierra, serán depositados en patios de descarga o de almacenamiento en la obra, o directamente en el lugar donde se ubique la estructura, según sea el caso.
- F.3.** Cuando el transporte de los materiales o de los elementos precolados se haga por carretera, el Contratista de Obra gestionará con las autoridades correspondientes la autorización para circular por ellas, teniendo en cuenta la masa máxima del vehículo que podrá transitar sobre el camino por recorrer.
- F.4.** Si el transporte de los materiales o de los elementos precolados se hace por ferrocarril, será responsabilidad del Contratista de Obra gestionar con el concesionario correspondiente, la autorización para construir los tramos de vía entre los bancos o el patio de colado y la línea troncal, y de ésta al patio de descarga o de

almacenamiento del material en la planta o de los elementos precolados en la obra.

- F.5.** En el caso del transporte por agua, el Contratista de Obra será responsable de ubicar, obtener la autorización de la autoridad competente y construir o acondicionar el muelle e instalaciones que se requieran, y contará con el equipo necesario para embarcar el material o los elementos precolados en barcasas o chalanas y, en su caso, para su desembarque y almacenamiento en la obra.

G. EJECUCIÓN

G.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para la fabricación y colocación de elementos precolados de concreto, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

G.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando lo siguiente:

- G.2.1.** Cuando el colado de los elementos se ejecute a la intemperie y exista amenaza de lluvia o esté lloviendo, se suspenderá su fabricación. En caso de que se presente una lluvia durante el colado, se protegerán convenientemente la superficie del concreto hidráulico fresco, para evitar deslaves o defectos en el acabado.
- G.2.2.** Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cinco (5) grados Celsius se suspenderá la fabricación de los elementos precolados, salvo en aquellos casos en que se apliquen procedimientos o se utilicen los aditivos que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.
- G.2.3.** Se suspenderá la fabricación de los elementos precolados cuando la evaporación sobre la superficie del concreto hidráulico fresco sea mayor de un (1) kilogramo por metro cuadrado por hora, determinada de acuerdo con las recomendaciones de la *Portland Cement Association* (PCA), a menos que se levanten rompevientos para proteger el concreto y lo apruebe la Secretaría.

G.2.4. El transporte por agua y la colocación en la obra de los elementos precolados, se suspenderán si se presenta lluvia, viento u oleaje extremos, que pongan en riesgo la seguridad del personal y del equipo de construcción durante esas operaciones.

G.3. TRABAJOS PREVIOS

G.3.1. Visita de inspección

Previo al inicio de los trabajos, se realizará una visita de inspección para llevar a cabo su programación.

G.3.2. Acondicionamiento de patios

El Contratista de Obra acondicionará los patios de descarga o almacenamiento de materiales, así como los patios o mesas de colado y cualquier otro espacio que se requieran para la fabricación de los elementos precolados de concreto.

G.3.3. Delimitación de la obra de protección

Previamente a la colocación de los elementos precolados de concreto, se delimitará la zona en la que se ubicarán, mediante estacas en la parte de tierra y boyarines en la de mar, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría, conservando la referencia de los correspondientes a la colocación de la capa exterior con respecto a los de la capa secundaria y considerando que:

G.3.3.1. Cuando existe una berma de protección contra la socavación al pie de la coraza de la obra de protección, el marcado corresponderá al borde interior de la berma.

G.3.3.2. Cuando los elementos se coloquen en dos capas pero sin berma de protección, el marcado corresponderá a la traza del pie de la capa exterior con el fondo.

G.3.3.3. Cuando los elementos se colocan en una sola capa pero sin berma, el marcado corresponderá a la traza del pie de la coraza con el fondo.

G.3.4. Señalamiento y dispositivos de seguridad

Antes de iniciar la colocación de los elementos precolados de concreto, el Contratista de Obra instalará las señales y los dispositivos de seguridad para garantizar la salvaguarda de

las embarcaciones que naveguen cerca del área de construcción, que se requieran conforme a las Normas aplicables de la Parte 12. *Proyecto de Señalamiento Marítimo*, del Libro PRY. *Proyecto*, tomando en cuenta todo lo referente a señalamiento y seguridad que establece la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*. En ningún caso se permitirá la colocación de los elementos precolados mientras no se cumpla con lo establecido en este Inciso. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

G.4. PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

- G.4.1.** Los agregados pétreos, el cemento Pórtland y aditivos que se empleen en la fabricación de elementos precolados de concreto, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir un concreto hidráulico homogéneo, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.
- G.4.2.** El proporcionamiento se determinará en el laboratorio para obtener las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría. Esta determinación será responsabilidad del Contratista de Obra.
- G.4.3.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, con las dosificaciones de los distintos tipos de agregados pétreos, cemento Pórtland y aditivos utilizados en la elaboración de elementos precolados de concreto, no se obtiene un concreto hidráulico con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra las corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

G.5. ELABORACIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO

- G.5.1.** El procedimiento que se utilice para la elaboración del concreto hidráulico es responsabilidad del Contratista de Obra, quien tendrá los cuidados necesarios para el manejo de los materiales a lo largo de todo el proceso, para que el

concreto cumpla con los requerimientos de calidad establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría y atenderá lo indicado en la Norma N-CTR-PUE-1-04-004, *Concreto Hidráulico*.

- G.5.2.** El concreto podrá ser elaborado en una planta de mezclado o en el patio de colado, siempre que ahí se cuente con el equipo apropiado para producir un concreto con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.
- G.5.3.** Durante la producción del concreto, el Contratista de Obra contará en el patio de colado con todos los materiales, equipo y personal necesarios para el colado de los elementos precolados.
- G.5.4.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, la calidad del concreto hidráulico difiere de la establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente la producción en tanto que el Contratista de Obra la corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.
- G.5.5.** Durante el proceso de producción no se cambiará de un tipo de concreto a otro, hasta que las tolvas de la planta hayan sido vaciadas completamente y los depósitos de alimentación de los agregados pétreos sean cargados con el nuevo material.

G.6. FABRICACIÓN DE LOS ELEMENTOS PRECOLADOS DE CONCRETO

G.6.1. Cimbras y moldes

- G.6.1.1.** El diseño de las cimbras o moldes será responsabilidad del Contratista de Obra y los construirá para cumplir con las dimensiones de los elementos precolados de concreto, establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

- G.6.1.2.** Las cimbras o moldes serán del material indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría. En el caso de que sean de madera, no se aceptará el uso de piezas torcidas y cuando vayan a trabajar a tensión no tendrán nudos.
- G.6.1.3.** Las cimbras o moldes serán estancos para evitar la fuga de la lechada y de los agregados finos durante el colado y el vibrado; tendrán la rigidez suficiente para evitar deformaciones debidas a la presión del concreto, al efecto de los vibradores y a las demás cargas y operaciones correlativas al colado o que puedan presentarse durante la fabricación de los elementos precolados; se construirán de manera que los elementos colados puedan ser retirados sin dañar el concreto, y a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, todas sus aristas interiores llevarán un chafán que consistirá en un triángulo rectángulo con catetos de dos coma cinco (2,5) centímetros. Cuando se considere necesario se dejarán aberturas temporales en la base y otros lugares de las cimbras o moldes, para facilitar su limpieza, inspección y la colocación del concreto.
- G.6.1.4.** Una vez terminada la fabricación de las cimbras o moldes, se revisará que cumplan con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría, la que a su juicio, podrá verificar todos sus elementos geométricos. No se permitirá el colado en cimbras o moldes con juntas que presenten aberturas mayores de diez (10) milímetros; en este caso, las juntas serán calafateadas con un material adecuado que garantice un buen sello, que resista sin deformarse o romperse el contacto con el concreto y que no produzca depresiones ni salientes mayores que las tolerancias geométricas que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.
- G.6.1.5.** El número de usos que se le dé a las cimbras o moldes, será responsabilidad del Contratista de Obra, siempre y cuando se cumpla con la calidad de la obra. Antes de cada utilización se limpiarán y las partes expuestas al concreto, recibirán una capa de aceite mineral o de cualquier otro material desmoldante aprobado por la Secretaría.

- G.6.1.6.** Los separadores de madera no se dejarán ahogados en el concreto. Las varillas o tirantes usados para afianzar los moldes, pueden quedar ahogados en el concreto y cortarse a no menos de tres (3) centímetros hacia el interior de las caras amoldadas del concreto. El agujero practicado se resanará con mortero de cemento hasta dejar una superficie lisa, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- G.6.1.7.** Durante y después de las operaciones del vaciado del concreto, el Contratista de Obra inspeccionará la cimbra o molde, para detectar deflexiones, pandeos o desajustes.

G.6.2. Colado

- G.6.2.1.** Después de elaborado el concreto hidráulico será transportado hasta la cimbra o molde en que se colocará, de manera que prevenga cualquier segregación o clasificación de los componentes de la mezcla, tomando en cuenta lo establecido en la Norma N-CTR-PUE-1-04-004, *Concreto Hidráulico*.
- G.6.2.2.** Previamente al vaciado de la mezcla en la cimbra o molde, se habilitarán los dispositivos del elemento por colar, que faciliten su manejo, según lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría.
- G.6.2.3.** A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la colocación y acomodo del concreto se hará dentro de los treinta (30) minutos posteriores a la incorporación del agua a la mezcla.
- G.6.2.4.** El colado será continuo hasta llenar totalmente la cimbra o molde del elemento precolado, sin dejar huecos dentro de la masa de concreto. El lapso entre un vaciado y el siguiente, para el mismo elemento, será como máximo de treinta (30) minutos, a menos que la Secretaría apruebe otra cosa.
- G.6.2.5.** No se dejará caer la mezcla desde alturas mayores de uno coma cinco (1,5) metros, ni se amontonará para después extenderla en la cimbra o molde.

- G.6.2.6.** Las cimbras o moldes de los elementos ya colados se retirarán después de veinticuatro (24) horas de efectuado el colado, o de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- G.6.2.7.** Los elementos precolados solamente se podrán manejar, transportar y colocar en el sitio de la obra, cuando su resistencia a la compresión alcance el setenta y cinco (75) por ciento de la resistencia de proyecto.

G.6.3. Vibrado

- G.6.3.1.** Inmediatamente después de colado el concreto hidráulico, se consolidará uniformemente mediante vibrado, con vibradores de cabeza de inmersión de operación manual, mesas vibratorias o vibradores de moldes, de acuerdo con el tipo de los elementos que se fabriquen, en número suficiente para asegurar el correcto acomodo de la mezcla, de acuerdo con el volumen que se cuele, de manera que no entren en contacto con las cimbras o moldes y que se obtenga un concreto compacto, que presente una textura uniforme y una superficie tersa en sus caras visibles.
- G.6.3.2.** Los vibradores de cabeza se operarán verticalmente; por ningún motivo se aceptará introducir el cabezal en posición horizontal. Cuando el concreto se coloque en diferentes capas, la cabeza vibradora penetrará aproximadamente cinco centímetros en la capa subyacente, la que estará en estado plástico y sin haber alcanzado su fraguado inicial.
- G.6.3.3.** Se evitará el vibrado excesivo, para impedir cualquier segregación o clasificación en la mezcla.
- G.6.3.4.** Cuando así lo establezca el proyecto o apruebe la Secretaría, no se usarán vibradores, en cuyo caso la mezcla se acomodará perfectamente, picándola con varillas metálicas del diámetro y en la cantidad que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

G.6.4. Fraguado y curado

- G.6.4.1.** Durante las diez (10) primeras horas que sigan a la terminación del colado, se evitará que el agua de lluvia o alguna corriente de agua, deslave el concreto.

- G.6.4.2.** Una vez iniciado el fraguado y por lo menos durante las primeras cuarenta y ocho (48) horas de efectuado el colado, se evitará toda clase de sacudidas, trepidaciones y movimientos bruscos que interrumpen el estado de reposo del concreto o alteren su acabado superficial con huellas u otras marcas.
- G.6.4.3.** Se evitará la pérdida de agua del concreto, para que alcance su resistencia y durabilidad potencial, protegiéndolo mediante el curado. Si el proyecto no indica otra cosa o así lo aprueba la Secretaría, el curado se hará aplicando riegos de agua sobre las superficies expuestas y las cimbras o moldes, tan pronto dichos riegos no marquen huellas en esas superficies. Los riegos se aplicarán durante siete (7) días cuando se empleen cementos Pórtland de clase resistente de 20, 30 y 40, y durante tres (3) días cuando se empleen cementos Pórtland de clase resistente de 30R y 40R. El agua que se utilice para el curado, será de la misma calidad que la que se emplee en la elaboración del concreto.

G.7. COLOCACIÓN DE LOS ELEMENTOS PRECOLADOS DE CONCRETO

- G.7.1.** La colocación de los elementos precolados de concreto para construir la obra de protección, se podrá realizar desde tierra o por mar, según lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría, considerando que para el proceso de construcción por mar, es recomendable que se tenga un tirante de agua de por lo menos tres (3) metros, para facilitar las operaciones de las barcazas. Con tirantes menores es conveniente que el proceso se ejecute desde tierra.
- G.7.2.** Cuando el proceso de construcción se realice desde tierra, los elementos precolados se colocarán de acuerdo con el trazo y niveles indicados en el proyecto, mediante la utilización de una grúa equipada con garras de dos o más dedos o con los aditamentos necesarios para izarlos y colocarlos.
- G.7.3.** Si el proceso de construcción se ejecuta por mar, los elementos precolados se colocarán de acuerdo con el trazo y niveles indicados en el proyecto, mediante la utilización de

barcazas con grúas propias o con grúas de tierra montada sobre ellas, equipadas con garras de dos o más dedos o con los aditamentos necesarios para izarlos y colocarlos.

- G.7.4.** Los elementos precolados se colocarán a partir del pie del talud, hasta la corona o la cota que se establezca en el proyecto, acomodándolos de acuerdo con el proyecto, para que se garantice una buena trabazón entre ellos.
- G.7.5.** Durante la colocación de los elementos precolados de concreto y con el propósito de no provocar su rotura, se evitará que éstos caigan libremente sobre el material o sobre los elementos de la capa subyacente. Los elementos que sufran algún tipo de daño estructural durante el proceso de colocación, serán retirados y sustituidos por cuenta y costo del Contratista de Obra. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.
- G.7.6.** Si la capa secundaria de la obra de protección se construye con elementos precolados de concreto, antes de iniciar la construcción de un nuevo tramo, se construirá la coraza del tramo anterior, acomodando los elementos precolados correspondientes de acuerdo con el trazo y niveles indicados en el proyecto.
- G.7.7.** Durante el proceso constructivo, cuando la obra se realice desde tierra, la corona de la capa secundaria o, en su caso, si así lo aprueba la Secretaría, del núcleo, podrá emplearse como camino de trabajo, mediante la construcción de una capa de rodadura y, de tramo en tramo, de retornos para facilitar las maniobras del equipo de construcción, considerando que el ancho de la corona ha de permitir siempre la circulación adecuada de los camiones de volteo fuera de carretera, construyendo, en caso necesario, ampliaciones para el cruce de dos camiones o de un camión con una grúa, como se muestra en la Figura 2 de esta Norma.
- G.7.8.** Cuando la corona del núcleo o, en su caso, de la capa secundaria, se utilice como camino de trabajo su elevación durante la etapa de construcción será por lo menos de uno coma cincuenta (1,50) metros sobre el nivel de marea alta, para reducir el efecto de las rociones producidos por el oleaje.

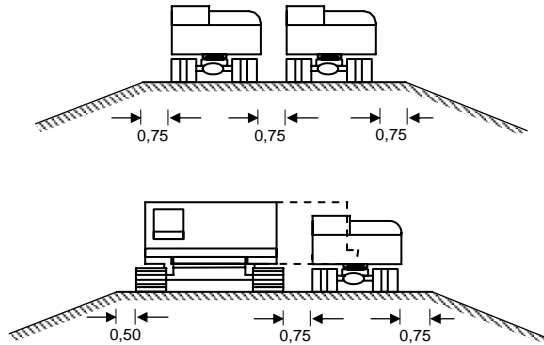


FIGURA 2.- Requerimientos de ancho de corona

G.7.9. Cuando se requiera la colocación de un parapeto o muro deflector para evitar el paso de oleajes extraordinarios sobre la estructura, se harán las provisiones necesarias de espacio para la operación de los equipos requeridos para su construcción, ya sea con elementos precolados o colado en el sitio, según se haya indicado en el proyecto.

G.7.10. En todo momento se tomarán las precauciones necesarias para que no sufran alteraciones o daños las instalaciones, equipos o algún otro objeto existente en las cercanías del sitio de construcción.

G.8. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de los elementos precolados de concreto, hasta que hayan sido debidamente colocados en la obra de protección y sean recibidos por la Secretaría.

H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que los elementos precolados de concreto se consideren terminados y sean aceptadas por la Secretaría, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista de Obra, mismo que podrá ser verificado por la Secretaría cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

H.1. CALIDAD DEL CONCRETO HIDRÁULICO

- H.1.1.** Que los agregados pétreos, cemento Pórtland, agua y aditivos empleados en el concreto hidráulico para la fabricación de los elementos precolados, hayan cumplido con las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma.
- H.1.2.** Que las características del concreto hidráulico fresco hayan cumplido con las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, conforme a la N-CMT-2-02-005, *Calidad del Concreto Hidráulico*.
- H.1.3.** Que la resistencia a la compresión del concreto hidráulico a los veintiocho (28) días de edad (f_c), determinada en especímenes elaborados de acuerdo con lo señalado en el Manual M-MMP-2-02-055, *Muestreo de Concreto Hidráulico*, con muestras obtenidas al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios de acuerdo con el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo* y probados conforme al procedimiento indicados en el Manual M-MMP-2-02-058, *Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto*, haya cumplido con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría, considerando que:
- H.1.3.1.** La resistencia a la compresión promedio de cada cinco (5) especímenes consecutivos, será igual a la resistencia establecida en el proyecto o mayor.
- H.1.3.2.** Cuando menos cuatro (4) de los cinco (5) especímenes a que se refiere el Párrafo anterior, tendrán una resistencia mayor o igual que el noventa (90) por ciento de la resistencia establecida en el proyecto.
- H.1.3.3.** En caso de que la resistencia a la compresión del concreto hidráulico no cumpla con lo establecido en los Párrafos H.1.3.1. y H.1.3.2. de esta Norma, el Contratista de Obra, previa aprobación de la Secretaría, podrá elegir entre desechar los elementos prefabricados elaborados con el concreto hidráulico defectuoso, por su cuenta y costo o aceptar una sanción por incumplimiento de calidad, respecto al precio unitario fijado en el contrato, debida a la resistencia insuficiente del concreto hidráulico, de acuerdo con el criterio establecido en la Fracción J.2. de esta Norma.

H.2. CALIDAD DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

Que la forma, dimensiones, masa y acabado de un elemento precolado de concreto por cada veinte (20) elementos fabricados de un mismo tipo, seleccionado al azar, mediante un procedimiento objetivo basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M·CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, cumplan con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría. Los elementos precolados que no cumplan con lo indicado en esta Fracción, en la Fracción H.1. de esta Norma, o que presenten daños o fracturas, serán marcados con señales visibles en color brillante, con el fin de que sean fácilmente identificados y desechados.

H.3. COLOCACIÓN DE LOS ELEMENTOS PRECOLADOS DE CONCRETO

H.3.1. Que los elementos precolados de concreto hayan sido colocados conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

H.3.2. Que el alineamiento, perfiles y secciones de la coraza y, en su caso, de la capa secundaria, construidas con los elementos prefabricados de concreto, cumplan con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, con las siguientes tolerancias:

H.3.2.1. Para la coraza, con una tolerancia en más, en la altura de coronamiento, equivalente a la mitad del tamaño medio de los elementos precolados de concreto, para lo que se hará el levantamiento de secciones topográficas en las estaciones cerradas a cada diez (10) metros y en estaciones singulares, como las de inicio y término de curvas, entre otras.

H.3.2.2. Para la capa secundaria, con una tolerancia en más, equivalente a la dimensión media de los elementos precolados de concreto, en el alineamiento y en los taludes, para lo que se hará el levantamiento de secciones topográficas en las estaciones cerradas a cada diez (10) metros y en estaciones singulares, como las de inicio y término de curvas, entre otras.

I. MEDICIÓN

Cuando los elementos precolados de concreto se contraten a precios unitarios por unidad de obra terminada y su fabricación y colocación sean ejecutadas conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirán según lo señalado en la Cláusula E. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, como sigue:

I.1. LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS PRECOLADOS DE CONCRETO

Se medirá tomando como unidad el elemento fabricado, según su tipo, tamaño, resistencia y para cada banco en particular. Como base se considerará el número de elementos que fije el proyecto, haciendo las modificaciones necesarias por cambios autorizados por la Secretaría.

I.2. LA COLOCACIÓN DE ELEMENTOS PRECOLADOS DE CONCRETO

Se medirá tomando como unidad el elemento colocado en la coraza de la obra de protección o, en su caso, en la capa secundaria, según su tipo y tamaño. Como base se considerará el número de elementos que fije el proyecto, haciendo las modificaciones necesarias por cambios autorizados por la Secretaría.

J. BASE DE PAGO

J.1. Cuando los elementos precolados de concreto se contraten a precios unitarios por unidad de obra terminada y su fabricación y colocación sean medidas de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagarán como sigue:

J.1.1. La fabricación de elementos precolados de concreto

Se pagará al precio fijado en el contrato para el elemento fabricado, según su tipo, tamaño, resistencia y para cada banco en particular. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, incluyen lo que corresponda por:

- En su caso, valor de las patentes y regalías por fabricación de elementos precolados de concreto.

- Valor de adquisición del cemento Pórtland y de los aditivos que en su caso se requieran, así como del material para el curado y demás materiales necesarios para el colado de los elementos precolados.
- Desmonte y despalme de los bancos; extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones; cribados y desperdicios de los cribados, trituración parcial o total, lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales; clasificación del material pétreo separándolo por tamaños; separación y recolección de los desperdicios; cargas, descargas y todos los acarrees locales necesarios de los materiales y de los desperdicios; formación de los almacenamientos; instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas, y en su caso, los permisos y pagos de derechos de explotación de los bancos.
- Limpieza de los vehículos en que se transporten todos los materiales, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento en la planta de mezclado, descarga, movimientos en el lugar y cargo por almacenamiento.
- Permisos de explotación de bancos de agua, así como la extracción, carga y acarreo al lugar de utilización del agua.
- Dosificación y mezclado de los agregados pétreos, cemento Pórtland, agua y aditivos.
- Cargas en la planta del concreto hidráulico al equipo de transporte o carga de los materiales al vehículo mezclador para la elaboración del concreto hidráulico y su transporte al lugar del colado.
- Formación de patios de descarga y almacenamiento de materiales, así como de los patios o mesas de colado, incluyendo la construcción de las losas de concreto hidráulico que se requieran.
- Suministro, colocación, preparación, limpieza y remoción de cimbras o moldes.
- Colado, vibrado y curado del concreto hidráulico en las cimbras o moldes, a cualquier altura.

- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales y del concreto hidráulico, durante las cargas y las descargas.
- La conservación de los elementos precolados de concreto hasta que sean transportados a la obra o hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

J.1.2. La colocación de elementos precolados de concreto

Se pagará al precio fijado en el contrato para el elemento colocado en la coraza de la obra de protección o, en su caso, en la capa secundaria, según su tipo y tamaño. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, incluyen lo que corresponda por:

- Visita de inspección, delimitación de la zona donde se colocarán los elementos precolados de concreto, mediante estacas y boyarines, incluyendo todos los materiales necesarios para su colocación y conservación de las referencias.
- Formación en la obra de patios de descarga y almacenamiento de elementos prefabricados según su tipo y tamaño.
- Capas de rodadura, retornos y, en su caso, ampliaciones en la obra de protección, para el cruce del equipo de construcción.
- Cargas, transporte y descargas de los elementos precolados de concreto, desde el patio o mesa de colado hasta el patio de almacenamiento en la obra y de éste hasta el sitio de su colocación, y cargo por almacenamiento.
- Colocación de los elementos precolados de concreto, de todos tamaños, para la construcción de la obra de protección.

- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los precolados, durante las cargas y las descargas.
- La conservación de los elementos precolados de concreto hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría, una vez colocados en la obra de protección.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

J.2. Cuando procedan sanciones por incumplimiento de calidad, de acuerdo con la resistencia del concreto de los elementos precolados, que se obtengan según se señala en la Fracción H.1., se le hará al Contratista de Obra una deducción, calculada para el elemento precolado medido como se indica en la Fracción I.1. de esta Norma, mediante la siguiente fórmula:

$$S = V \cdot PU \cdot FRC$$

Donde:

S = Sanción aplicada como deducción, (\$)

V = Número de elementos precolados de un mismo tipo, tamaño y resistencia, fabricados con el concreto hidráulico defectuoso, (pza)

PU = Precio unitario de los elementos precolados de concreto, de un mismo tipo, tamaño y resistencia, (\$/pza)

FRC = Factor de sanción debida a la resistencia insuficiente del concreto, determinado como se indica en la Fracción J.3. de esta Norma, (adimensional)

J.3. El factor de sanción (FRC) que proceda según la resistencia (f_c) del concreto de los elementos precolados medidos como se indica en la Fracción I.1. de esta Norma, se determina como sigue:

J.3.1. Se calcula el promedio de las resistencias obtenidas, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\bar{f}_c = \frac{\sum_{i=1}^n f_{c_i}}{n}$$

Donde:

\bar{f}_c = Promedio de las resistencias obtenidas, (MPa)

f_{c_i} = Resistencias individuales de los especímenes probados, (MPa)

n = Número de especímenes probados

J.3.2. Se obtiene la desviación estándar como sigue:

$$\sigma_{f_c} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{c_i} - \bar{f}_c)^2}{n-1}}$$

Donde:

σ_{f_c} = Desviación estándar de las resistencias obtenidas, (MPa)

f_{c_i} , \bar{f}_c y n tienen el significado indicado en el Inciso anterior.

J.3.3. Se calcula el coeficiente de variación aplicando la siguiente fórmula:

$$C_v = \frac{\sigma_{f_c}}{\bar{f}_c}$$

Donde:

C_v = Coeficiente de variación, (adimensional)

\bar{f}_c y σ_{f_c} tienen el significado indicado en los Incisos J.3.1. y J.3.2. de esta Norma, respectivamente.

J.3.4. Se obtiene la resistencia relativa equivalente, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$f_{c_{RE}} = \frac{\left(\frac{\bar{f}_c}{f'c} - 0,8 \right) \cdot 0,2}{C_v} + 0,8$$

Donde:

$f_{c_{RE}}$ = Resistencia relativa equivalente, (adimensional)

$f'c$ = Resistencia de proyecto, (MPa)

$\bar{f}c$ y C_v tienen el significado indicado en los Incisos J.3.1. y J.3.3. de esta Norma, respectivamente.

J.3.5. Se determina el factor de sanción por resistencia insuficiente utilizando la gráfica mostrada en la Figura 3 de esta Norma, donde se localiza el valor de la resistencia relativa equivalente ($f'c_{RE}$) y se lleva una línea vertical hasta interceptar la curva correspondiente al número de especímenes probados (n); de la intersección se lleva una línea horizontal hasta interceptar la escala vertical, donde se lee el factor de sanción que se aplicará, aproximado a cinco centésimas (0,05). Cuando el valor de $f'c_{RE}$ o FRC estén en la zona de rechazo o no pago, no se aceptarán los elementos precolados fabricados con el concreto hidráulico defectuoso y el Contratista de Obra tendrá que desecharlos por su cuenta y costo, a satisfacción de la Secretaría.

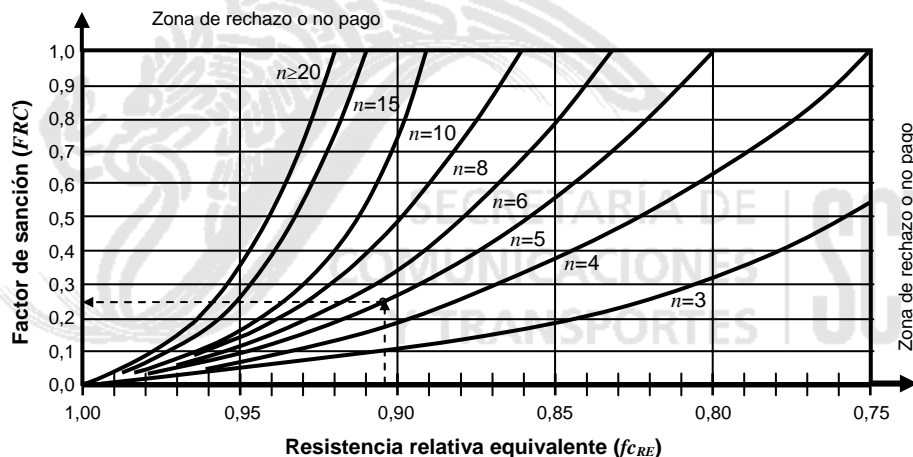


FIGURA 3.- Gráfica para determinar el factor de sanción por resistencia insuficiente del concreto (FRC)

K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de la fabricación y colocación de elementos precolados de concreto, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

L. RECEPCIÓN DE LA OBRA

Una vez concluida la fabricación y colocación de elementos precolados de concreto, la Secretaría los aprobará y los recibirá conforme a lo señalado en la Cláusula H. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula I. de la misma Norma.

M. BIBLIOGRAFÍA

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, *Manual de Dimensionamiento Portuario*, Puertos Mexicanos, México (1992).

Bruun, P, *Port Engineering, Harbor Planning, Breakwaters, and Marine Terminals*, Gulf Publishing Company, Vol.1, 4ª edición, EUA (1989).

Thoresen, C.A., *Port Design, Guidelines and Recommendations*, Tapir Publishers, Noruega (1988).

