

ESPECIFICACIONES TECNICAS

ITEM 1:	HORMIGON SIMPLE P/BOVEDA
UNIDAD:	m3
CODIGO:	GM-O-HOR-066



1. DESCRIPCION

Este ítem se refiere a la elaboración, transporte, colocado, compactación, protección y curado de hormigón simple para bóveda, este contempla el encofrado para la cercha, apuntalamiento y encofrado lateral, necesarios para la ejecución de este ítem conforme a las dimensiones señaladas en los planos y/o instrucciones del Supervisor de Obra. El hormigón utilizado para la bóveda deberá tener una Resistencia Cilíndrica a Compresión a los 28 días mayor o igual a 21Mpa.

2. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

MATERIALES:

- ARENA N° 4
- CLAVOS
- GRAVA CHANCADA 3/4"
- MADERA PARA CONSTRUCCION (3 USOS)
- CEMENTO

MAQUINARIA Y EQUIPO:

- MEZCLADORA DE HORMIGÓN
- VIBRADORA DE CONCRETO 35 mm DE AGUJA

Sin embargo, el listado precedente no puede ser considerado restrictivo o limitativo en cuanto a la provisión de cualquier otro material, herramienta y/o equipo adicional necesario para la correcta ejecución y culminación de los trabajos. En todo caso, el empleo de insumos adicionales a los señalados en la propuesta y que resultasen necesarios durante el periodo de ejecución de la obra, correrán por cuenta del Contratista a fin de que se garantice que los trabajos sean ejecutados y culminados de manera adecuada y a satisfacción de la Supervisión de Obra, aclarando que este aspecto no implicará en ningún caso un costo adicional para la Entidad.

Calidad de los materiales

El cemento será el especificado en el ensayo de dosificación y deberá cumplir con lo indicado en la NB-011 (para la utilización de otros tipos de cementos se requerirá una aprobación de la supervisión, previa presentación de los certificados de calidad que cumplan la norma nacional), asimismo, este deberá corresponder al que fue utilizado para la selección de la dosificación del hormigón.

La granulometría de los agregados deberá estar dentro de los límites de la norma ASTM C 33 "Specification for Concrete Aggregates".o CBH-87 "Código Boliviano del Hormigón Armado" Acápite 2.2., también deberán realizarse ensayos de Tamiz N° 200, colorimetría, peso específico y peso unitarios de los agregados según se requiera.

El agregado grueso será del tamaño máximo recomendado para la estructura y según la dosificación de laboratorio, no deberá contener granito alterado. Si el supervisor así lo requiriera y en caso de que la estructura estuviera sometida a abrasión, se realizará el ensayo de "Los Ángeles", quedarán descartados aquellos materiales para los cuales el ensayo de desgaste fuera mayor al 50 %.

En general, los agregados deberán estar limpios y exentos de materiales tales como arcillas, barro adherido, escorias, cartón, yeso, pedazos de madera o materias orgánicas. El Contratista deberá lavar los agregados a su costo, a objeto de cumplir condiciones señaladas anteriormente.

El agua a emplearse deberá ser limpia y libre de sustancias perjudiciales, tales como aceites o materiales orgánicos. No se permitirá el empleo de aguas estancadas procedentes de pequeñas lagunas o aquellas que provengan de pantanos o ciénagas. Tampoco podrán utilizarse aguas servidas o aguas contaminadas provenientes de descargas de alcantarillado sanitario o pluvial, toda agua de calidad dudosa deberá ser sometida al análisis respectivo y autorizado por el Supervisor de obra antes de su empleo. Los materiales del listado son referenciales, toda vez que el contratista deberá realizar ensayos de dosificación en laboratorio (el costo del mismo deberá estar incluido dentro de las incidencias del APU del contratista). Asimismo, la dosificación deberá responder al elemento estructural que se desea construir.

El tipo, cantidad, capacidad de mezcladoras y vibradoras, deberá ser aprobado por el supervisor de obra, de la misma forma el contratista deberá tener en obra al momento de la ejecución del ítem, balanzas de la capacidad necesaria para poder realizar la dosificación de los materiales por peso (el costo de la balanza deberá estar incluido dentro de las incidencias del contratista).

3. FORMA DE EJECUCIÓN

Dosificación

Con la anticipación necesaria, el contratista deberá mediante un laboratorio de reconocida solvencia, realizar ensayos de dosificación por peso, a fin de caracterizar los materiales y cuantificar las cantidades adecuadas de cemento, arena, grava y agua a utilizar en obra. En dicha dosificación se tendrán en cuenta, no sólo la resistencia mecánica y la consistencia que deban obtenerse, sino también el tipo de ambiente al que va a estar

sometido el hormigón, por los posibles riesgos de deterioro de este o de las armaduras a causa del ataque de agentes exteriores.

En obra, la dosificación del hormigón deberá respetar el tipo de material y cantidades con las cuales el laboratorio realizó el ensayo de dosificación. En caso de modificarse el tipo de agregado o cemento, nuevamente el contratista deberá presentar un ensayo de dosificación o ensayo de los agregados para demostrar que estos tienen las mismas características físico-mecánicas de la dosificación inicial.

En obra la dosificación se realizara por peso con balanzas adecuadas y respetando las cantidades definidas en los ensayos.

Excepciones: Si a juicio del supervisor de obra, los volúmenes a vaciar no son de magnitud, el contratista tendrá las siguientes alternativas:

a) Si tiene ensayos de dosificación, podrá autorizar una dosificación volumétrica, pero el contratista deberá incrementar en un 10% la cantidad de cemento que establezca el ensayo de laboratorio.

b) Si no se tienen ensayos de dosificación, se incrementará la cantidad de cemento en un 10% a la cantidad que establece el análisis de precios unitarios vigente del GAMLP, esto no implica ningún grado de responsabilidad por parte del contratante si se presentaran resultados inadecuados, toda vez que la resistencia del hormigón depende no solo de la cantidad de cemento sino de la calidad de los agregados.

Para ambos casos, se debe realizar controles diarios de asentamiento, correcciones por humedad de los agregados o esponjamiento de la arena y se multiplicará por 2 la cantidad de probetas que se establece en la presente especificación técnica.

Encofrados

Los encofrados podrán ser de madera, metálicos u otro material lo suficientemente rígido, de acuerdo a la aprobación del supervisor.

Tendrán las formas, dimensiones y estabilidad necesarias para resistir el peso del vaciado, personal y esfuerzos por el vibrado del hormigón durante el vaciado, asimismo, deberán soportar los esfuerzos debidos a la acción del viento.

Deberán ser montados de tal manera que sus deformaciones sean lo suficientemente pequeñas como para no afectar al aspecto de la obra terminada.

Los encofrados deben ser esencialmente y suficientemente herméticos para impedir la fuga del mortero, deberán estar adecuadamente arriostrados entre sí, de tal manera que conserven su posición y forma. Aberturas menores a 3mm se cierran al humedecer el encofrado, de 4 a 10 mm pueden cerrarse con tapones hechos de bolsas de cemento humedecidas, otras oberturas ameritaran el rechazo del encofrado. Cuando el Supervisor de Obra compruebe que los encofrados presentan defectos, interrumpirá las operaciones de vaciado hasta que las deficiencias sean corregidas.

Como medida previa a la colocación del hormigón se procederá a la limpieza y humedecimiento de los encofrados, no debiendo quedar películas de agua sobre la superficie.

El número máximo de usos del encofrado se obtendrá del análisis de precios unitarios. Si se prevén varios usos de los encofrados, estos deberán limpiarse y repararse perfectamente antes de su nuevo uso. Debiendo el contratista disponer del material que ya no podrá ser utilizado, de acuerdo a instrucciones del Supervisor.

Mezclado

La mezcladora será de la capacidad necesaria y aprobada por la supervisión (se recomienda como mínimo el uso de mezcladoras de 1 bolsa o 350 lt de capacidad). Como recomendación, no se deberá cargar más del 70% de la capacidad teórica de la mezcladora ni menos del 10 % de la misma, caso contrario se obtendrían hormigones no uniformes.

Según sea el tipo de mezcladora a usar, al momento de la mezcla de los materiales esta deberá estar horizontal o vertical, pero no deberá tener ningún ángulo de inclinación.

El hormigón mezclado en obra se debe mezclar de acuerdo con lo siguiente:

- a) Se comprobará el contenido de humedad de los áridos, especialmente de la arena, para corregir en caso necesario la cantidad de agua vertida en la hormigonera y así descontar esta como parte de la cantidad de agua requerida para la mezcla.
- b) El mezclado debe hacerse en una mezcladora de capacidad aprobada por el supervisor.
- c) La mezcladora debe hacerse girar a velocidad constante.
- d) Orden de los materiales, como recomendación se establece: colocar el 80% del agua de amasado, luego la grava, el cemento, la arena y finalmente, el resto del agua.
- e) El mezclado debe prolongarse por lo menos durante 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor, a menos que se demuestre que un tiempo menor es satisfactorio mediante ensayos de uniformidad de mezclado, según la norma ASTM C94.
- f) El manejo, la dosificación y el mezclado de los materiales deben cumplir con las disposiciones aplicables de la norma ASTM C94.
- g) Debe llevarse un registro detallado para identificar:
 1. Número de tandas de mezclado producidas;
 2. Dosificación del hormigón producido;
 3. Localización aproximada de depósito final en la estructura;
 4. Hora y fecha del mezclado y de su colocación;

Todo hormigón debe mezclarse hasta que se logre una distribución uniforme de los materiales y la mezcladora debe descargarse completamente antes de que se vuelva a

cargar.

Deben evitarse tiempos de mezclado excesivamente prolongados, y generarse la segregación de la mezcla.

Consistencia del hormigón

Los ensayos de laboratorio deberán indicar el tipo de asentamiento o se tomarán los criterios de la ACI 211.1.

Se deberá realizar los ensayos de consistencia “Cono de Abrams” con la metodología y equipos según las dimensiones y procedimientos del ensayo, mismos que están detallados en las recomendaciones de la ASTM 143C, la frecuencia de los ensayos deberá ser determinada por el supervisor de obra.

Transporte

El hormigón debe transportarse desde la mezcladora al sitio final de colocación empleando métodos que eviten la segregación, pérdida de material o alteración de la mezcla.

Para el transporte se utilizarán procedimientos concordantes con la composición del hormigón fresco, con el fin de que la mezcla llegue al lugar de su colocación sin experimentar variación de las características que poseía recién amasada, es decir, sin presentar disgregación, intrusión de cuerpos extraños y cambios en el contenido de agua. Se deberá evitar que la mezcla llegue a fraguar de modo que impida o dificulte su puesta en obra y vibrado.

En ningún caso se debe añadir agua a la mezcla una vez sacada de la hormigonera. Para los medios corrientes de transporte, el hormigón debe colocarse en su posición definitiva dentro de los encofrados, antes de que transcurran 30 minutos desde su preparación.

En el caso de la utilización de tuberías o planchas metálicas, estas deberán ser necesariamente de acero u otro material que no afecte la composición del hormigón.

Plan de trabajo

El contratista en su plan de trabajo deberá proveer los sitios de acopio de material, lugar de mezcla y de la estructura a vaciar para que sea un circuito continuo de trabajo y las distancias de acarreo de material y mezcla sean las mínimas posibles, con la finalidad de evitar la segregación debida a su manipulación o desplazamiento.

La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el hormigón conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre el refuerzo.

No debe colocarse en la estructura el hormigón que haya endurecido parcialmente o que se haya contaminado con materiales extraños.

Vaciado

No se procederá al vaciado de los elementos estructurales sin antes contar con la autorización del Supervisor de Obra.

Una vez iniciado el vaciado del hormigón, este debe efectuarse en una operación continua hasta que se termine el llenado del panel o sección, definida por sus límites o juntas predeterminadas. Cuando se necesiten juntas de construcción, estas deben hacerse de acuerdo a lo especificado en el acápite “Juntas”.

En bóvedas se vaciará en forma continua en toda su extensión hasta su encuentro con vigas o muros. Para evitar juntas frías se hormigonará todo el ancho, avanzando en el sentido de la armadura principal. En superficies inclinadas el hormigonado debe iniciarse desde la parte inferior y continuar hacia arriba.

El vaciado del hormigón se realizará de acuerdo a un plan de trabajo organizado, teniendo en cuenta que el hormigón correspondiente a cada elemento estructural debe ser vaciado en forma continua.

No debe utilizarse hormigón al que después de preparado se le adicione agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial, a menos que sea aprobado por el supervisor de obra.

La temperatura de vaciado será mayor a 5°C

No podrá efectuarse el vaciado durante la lluvia.

No será permitido disponer de grandes cantidades de hormigón en un solo lugar para esparcirlo posteriormente.

El espesor máximo de la capa de hormigón no deberá exceder a 20 cm para permitir una compactación eficaz.

La velocidad de colocado será la suficiente para garantizar que el hormigón se mantenga plástico en todo momento.

No se podrá verter el hormigón libremente desde alturas superiores a 1.50 m, debiendo en este caso utilizar canalones, embudos o conductos cilíndricos.

Vibrado

La compactación de los hormigones se realizará mediante vibrado mecánico de manera tal que se eliminen los huecos o burbujas de aire en el interior de la masa, evitando la disgregación de los agregados.

El vibrado será realizado mediante vibradoras de inmersión y alta frecuencia que deberán ser manejadas por obreros especializados.

De ninguna manera se permitirá el uso de las vibradoras para el transporte de la mezcla. En ningún caso se iniciará el vaciado si no se cuenta por lo menos con dos vibradoras en perfecto estado, salvo autorización especial del supervisor de obra en libro de órdenes.

La vibradora será introducida en forma vertical, en puntos equidistantes a 45 cm. entre sí y durante 5 a 15 segundos para evitar la disgregación.

El vibrado mecánico se completará con un apisonado del hormigón y un golpeteo de los encofrados.

Protección y curado

- **Protección:** Inmediatamente después del vaciado y durante las primeras horas, el contratista deberá tomar las medidas para proteger contra la lluvia, el viento, el sol y en general contra toda acción perjudicial, mediante barreras, mantas, membranas u otros, a fin de evitar la pérdida de temperatura y el desecado del hormigón, manteniéndose a una temperatura superior a 5°C por lo menos, proceso que se extenderá hasta las primeras 96 horas.
- **Curado:** El tiempo de curado mínimo será de 10 días a partir del momento en que se inició el endurecimiento del hormigón, mediante un riego entre 3 y 7 veces al día y en especial en horas donde la temperatura ambiente es mayor o se tenga vientos, se humedecerá toda la zona expuesta.

El contratista también podrá optar por otros medios como láminas impermeables, camas de arena, etc., previa autorización del supervisor.

Desencofrado

El tiempo de desencofrado se establecerá en función a la resistencia del hormigón, para lo cual se obtendrán probetas adicionales a las indicadas en el acápite "Frecuencia de ensayos" y las mismas deberán tener el 75% de la resistencia de diseño (estas probetas no serán parte del análisis estadístico o criterio de aceptación y rechazo dado a que solo son informativas), caso contrario y de forma referencial se tienen los siguientes criterios.

- Encofrados debajo de bóveda, dejando puntales de seguridad: 7 a 14 días

Los encofrados y puntales deben retirarse de tal manera que no afecte negativamente la seguridad o funcionamiento de la estructura.

La remoción de encofrados se realizará de acuerdo a un plan presentado por el contratista, dicho plan deberá ser previamente aprobado por el Supervisor de Obra. Si se utilizan productos para facilitar el desencofrado o desmolde de las piezas, estos no deben dejar rastros sobre los paramentos de hormigón.

Los encofrados se retirarán progresivamente y sin golpes, sacudidas ni vibraciones en la estructura.

El desencofrado final no se realizará hasta que el hormigón alcance la resistencia necesaria para soportar con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a que va a estar sometido durante y después del desencofrado.

Durante la construcción queda prohibido aplicar cargas, acumular materiales o maquinaria que signifique un peligro en la estabilidad de la estructura.

El desencofrado requerirá la autorización del Supervisor de Obra, lo que no exenta de responsabilidad al contratista.

Juntas

Solo se permitirán las juntas constructivas y/o de dilatación especificadas en el proyecto,

por lo que el contratista deberá prever las cantidades de hormigón, logística y tiempos para realizar los vaciados en forma continua hasta la conclusión de la estructura.

Caso contrario, el contratista a su costo y sin ningún tipo de compensación y solo bajo autorización del supervisor de obra, deberá realizar puentes de adherencia u otros sistemas que garanticen que la estructura trabaje en forma monolítica.

Reparación del hormigón defectuoso

El Supervisor de Obra podrá aceptar ciertas zonas defectuosas siempre que su importancia y magnitud no afecten la resistencia y estabilidad de la obra y en zonas donde las solicitudes sean despreciables.

Los defectos superficiales serán reparados en forma inmediata al desencofrado, previa autorización por el Supervisor.

El hormigón defectuoso será eliminado en la profundidad necesaria sin afectar la estabilidad de la estructura, las rebabas y protuberancias serán totalmente eliminadas y las superficies desgastadas hasta acondicionarlas.

La mezcla de parchado deberá ser con las proporciones del hormigón y unidas con aditivos. El área parchada deberá ser mantenida húmeda por siete días.

Laboratorio

Todos los ensayos se realizarán en un laboratorio de reconocida solvencia técnica, con equipos calibrados por IBMETRO, que cuente con personal profesional especializado en el área y debidamente aprobado por el Supervisor, en caso de que el supervisor considere que se debe cambiar de laboratorio de manera objetiva para la obra, el contratista deberá acceder a dicho cambio.

Frecuencia de los ensayos

El supervisor de obra podrá instruir la cantidad de probetas y la frecuencia con la que se realizarán las mismas, pudiendo tomarse como referencia no limitativa los siguientes criterios:

- No menor a una muestra (dos probetas) por cada día que se vacíe el hormigón.
- La cantidad mínima de probetas a ensayarse a compresión por proyecto y tipo de hormigón no deberá ser menor a 10, salvo cuando la cantidad total de una clase dada de hormigón sea menor que 0.5 m³, en cuyo caso solo se requerirá 1 ensayo de resistencia (2 probetas).

Los días de vaciado deberán estar registrados en el libro de órdenes.

Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos cilindros hechos de la misma muestra de hormigón y ensayados a 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de la resistencia.

Las muestras para los ensayos de resistencia deben tomarse estrictamente al azar, si se pretende evaluar adecuadamente la aceptación del hormigón. Para ser representativa, la

elección del momento de muestreo o de las tandas de mezclado de hormigón a muestrearse, debe hacerse al azar dentro del período de colocación.

Las tandas de mezclado de donde se van a tomar las muestras no deben seleccionarse en base a la apariencia, conveniencia u otros criterios sesgados, pues los conceptos estadísticos pierden su validez.

No debe hacerse más de un ensayo de una sola tanda de mezclado y no debe agregarse agua al hormigón una vez que se haya tomado la muestra.

Ensayos de Rotura

Los ensayos de rotura realizados en laboratorio deberán cumplir los criterios indicados en la ASTM C39.

Evaluación y aceptación del hormigón

Los ensayos de hormigón fresco realizados en la obra deben ser ejecutados por técnicos calificados en ensayos de campo.

Todos los materiales de la obra deberán ser ensayados e inspeccionados durante la construcción, no eximiéndose la responsabilidad del Contratista en caso de encontrarse cualquier defecto en forma posterior.

Se podrá aceptar el hormigón cuando 67% de los resultados obtenidos en los ensayos sean iguales o excedan las resistencias especificadas y además que ningún resultado sea inferior en 10% a la resistencia especificada.

En caso de tener una cantidad mayor a 10 probetas por tipo de hormigón, para la aprobación se plantea un control estadístico bajo los criterios establecidos en una de las siguientes normas:

ACI 318 del acápite 5.3 al 5.4 o los lineamientos planteados en la CBH-87 en el acápite 16.5.4

Si se confirma la posibilidad que el hormigón sea de baja resistencia y los cálculos indiquen que la capacidad de carga se redujo significativamente, deben permitirse ensayos de núcleos extraídos de la zona en cuestión de acuerdo con “Method of Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete” (ASTM C 42).

En esos casos, deben tomarse tres núcleos por cada resultado de resistencia que sea menor a los valores especificados.

Los núcleos deben prepararse para su traslado y almacenamiento, secando el agua de perforación de la superficie del núcleo y colocándolos dentro de recipientes o bolsas herméticas inmediatamente después de su extracción. Los núcleos deben ser ensayados después de 48 horas y antes de los 7 días de extraídos, a menos que el supervisor apruebe algo diferente.

El hormigón de la zona representada por los núcleos se considera estructuralmente adecuado si el promedio de los resultados de los núcleos extraídos es por lo menos igual

al 85% de la resistencia especificada y ningún núcleo tiene una resistencia menor del 75% de la misma.

En caso de no cumplirse con las resistencias determinadas, queda sobreentendido que es obligación del Contratista la demolición y reposición de los elementos afectados, sin ningún tipo de compensación en monto o plazo.

4. MEDICIÓN

Este ítem será medido por METRO CÚBICO (m³), correctamente ejecutado por el contratista y aprobado por el supervisor de obra.

5. FORMA DE PAGO

El pago del ítem se hará de acuerdo a la unidad y precio presentado. Este costo incluye la compensación total por todos los materiales, mano de obra, herramientas, equipo empleado y demás incidencias determinadas por ley.

6. DETALLE CONSTRUCTIVO

