

ENOBRA

MANUAL PARA MAESTROS DE OBRA

PREPARACIÓN
DE CONCRETO
EN OBRA



ARGOS

INTRODUCCIÓN

El concreto es uno de los materiales más utilizados en construcción, por su versatilidad y un sinnúmero de propiedades: resistencia, durabilidad, estabilidad, economía y fácil manejo.

Sin embargo, para obtener concretos de buena calidad se requiere la selección de excelentes materiales y la ejecución de adecuados procesos de dosificación, mezclado, colocación y curado. Por eso Argos presenta a continuación unas importantes recomendaciones para la elaboración de buenos concretos en obra.



SELECCIÓN DE LOS MATERIALES

El concreto está compuesto por cemento, arena, grava, agua y aditivos, materiales que deben seleccionarse teniendo especial cuidado en sus características de calidad y deben ser almacenados y tratados de tal forma que sus propiedades no se alteren.

CONTENIDO

■ Selección de los materiales	2	■ Colocación	7
■ Dosificación	4	■ Curado y protección	10
■ Mezclado	5		

- El cemento se debe comprar en sitios de confianza, de marcas reconocidas por su calidad, tradición y prestigio, el empaque debe estar en perfecto estado y la cantidad debe obedecer a la anunciada en el empaque.
- Los agregados deben estar libres de sustancias contaminantes tales como: polvo, limos y arcillas, materia orgánica, azúcares, sales, barro, palos, hojas y basura, lo mismo que de grasas, aceites y sustancias ácidas o alcalinas.
- El tamaño máximo de la grava o agregado grueso debe seleccionarse de acuerdo con el tipo y volumen de la estructura, el sistema de colocación de concreto y la cantidad de acero de refuerzo o separación entre varillas y formaletas.
- La arena o agregado fino debe ser lo más grueso posible dependiendo del tipo de acabado que se busque; cuanto más fina la arena, mayor será el consumo de cemento.
- Los agregados deben ser almacenados por separado para que no se mezclen entre ellos, y en sitios donde no se contaminen o ensucien, en lo posible deben cubrirse con lonas o plásticos.
- Se recomienda que los agregados sean



almacenados en capas y no apilados, para evitar la segregación de las partículas de mayor tamaño.

- Los agregados gruesos que se ensucien con polvo o partículas muy finas, se pueden lavar con abundante agua a presión dejándola correr hasta que salga lo suficientemente limpia.
- En climas cálidos los agregados deben ser protegidos de la irradiación solar o someterlos a un rocío de agua antes de ser utilizados.
- En caso de contar con agua turbia, podrá ser usada sólo si se trata de partículas

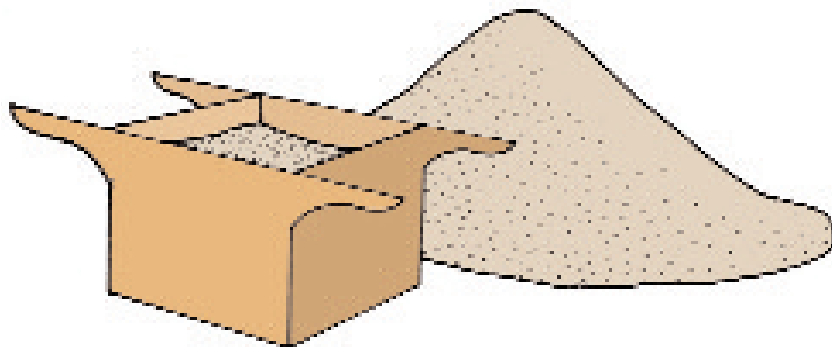
sólidas en suspensión y se deberá dejar en reposo al menos 24 horas antes de su empleo, de esta forma los sólidos se precipitan al fondo y se podrá utilizar el agua limpia que queda en la parte superior. Debe tenerse la precaución de no ensuciar el agua nuevamente con el material del fondo.

- No se debe usar agua procedente de lagos o aguas estancadas por mucho tiempo.
- El agua debe ser limpia, sin contenido orgánico, azúcares, sales, grasas, aceites, ácidos, polvo u otras sustancias contaminantes.
- El agua de mar sólo se puede usar para producir concreto simple o sin refuerzo, pero se le debe agregar un poco más de cemento. Si se emplea agua de mar, no se debe utilizar arena de mar.
- Evitar el uso de aguas que provengan de beneficiaderos de café u otros procesos agrícolas, ganaderos o mineros. Cuando se tengan dudas sobre la calidad del agua, es mejor someterla al examen de un laboratorio.
- Los aditivos deben proceder de lugares confiables, no deben estar vencidos ni en empaques defectuosos.



DOSIFICACIÓN

Para obtener la resistencia y demás propiedades del concreto, sus componentes deben ser integrados a la mezcla en las cantidades justas, según lo definido en el diseño. Estas cantidades deben ser medidas rigurosamente durante el proceso denominado dosificación.



Una buena dosificación debe hacerse por peso, es decir, usando una báscula calibrada para medir la cantidad exacta de materiales. Sin embargo, en obras pequeñas la dosificación puede hacerse por volumen, utilizando recipientes que garanticen medidas constantes durante todo el proceso, por ejemplo, los agregados deben ser dosificados con un cajón medidor de 33 x 33 x 33 ó de 40 x 40 x 23 (medidas en centímetros), lo cual corresponde a un volumen de 0,036 m³, equivalente a un saco de cemento de 50 kilogramos.

En la dosificación por volumen deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Los agregados no deben ser dosificados por paladas, baldes o carretillas,

ya que no garantizan una medida estable a lo largo de todo el proceso.

- Algunas dosificaciones por volumen pueden ser las siguientes:
 - 1.** Concretos de baja resistencia, tales como bases para tuberías, rellenos, solados, contrapisos y en general concretos que no van a ser sometidos a grandes esfuerzos, pueden tener una dosificación 1: 3: 3, esto significa que para un saco de cemento se usan tres cajonados de arena y tres de grava.
 - 2.** Para la construcción de andenes, pisos para tráfico liviano, dinteles y concretos que van a estar sometidos a esfuerzos moderados, puede usarse una dosificación 1: 2: 3, lo que signifi-

ca que por cada saco de cemento se proporcionan dos cajonados de arena y tres de grava.

3. Concretos para losas sencillas, algunos pavimentos, postes, vigas, columnas y estructuras que requieren un poco más de resistencia, se puede dosificar con 1: 2: 2, es decir, un saco de cemento por dos cajonados de arena y dos de grava.

- El agua también debe ser medida en recipientes dosificadores o de volumen conocido. Nunca debe adicionarse el agua con manguera.
- El exceso de agua en la mezcla afecta drásticamente la resistencia del concreto.
- Normalmente, la cantidad de agua para mezclas convencionales debe estar entre 23 y 25 litros por cada saco de cemento de 50 kilos, si la humedad de los agregados es muy alta, la cantidad de agua debe reducirse.
- Para la elaboración de concretos con características especiales se debe contar con un diseño de mezcla racional y bajo la asesoría de un profesional en esta materia.



MEZCLADO

Para mezclar el concreto en obra se puede usar una mezcladora mecánica o puede hacerse a mano empleando herramientas básicas. Se debe definir el método de mezclado, porque las condiciones y orden de ingreso de los materiales puede variar. Algunas recomendaciones utilizando las dos alternativas:

MEZCLADO A MANO

- Alistar todas las herramientas necesarias y cantidades suficientes de materiales. Las herramientas deben estar limpias y en buen estado.
- La mezcla se debe realizar sobre una superficie dura, limpia, no absorbente,



plana y nivelada, no debe hacerse directamente sobre el suelo.

- Debe seguirse el siguiente orden:

1. Medir la arena de acuerdo con la dosificación, usando el cajón medidor, luego se esparce sobre la superficie de mezclado.
2. Vaciar sobre la arena los sacos de cemento y regarlo completamente con la pala de modo que se cubra toda la arena.
3. Mezclar la arena con el cemento pasando de un lado a otro tantas veces cuanto sea necesario hasta obtener un color uniforme. No deben quedar grumos de cemento.
4. Medir la grava con cajón medidor de acuerdo con la dosificación y depositarla sobre la mezcla homogénea de cemento y arena.
5. Mezclar todos los materiales hasta obtener una distribución uniforme de la grava en toda la mezcla.
6. Incorporar el agua de manera cuidadosa, previamente medida, y continuar mezclando en forma enérgica hasta obtener una mezcla homogénea. Al terminar este proceso la mezcla estará lista para su transporte y colocación.

MEZCLADO MECÁNICO

- Antes de iniciar el mezclado, los materiales deben estar medidos según la dosificación.
- Las herramientas de colocación y el transporte deben estar limpias y listas, puesto que este proceso es más rápido que el mezclado a mano y cualquier demora puede alterar la uniformidad y consistencia de la mezcla.



- Revisar que el interior de la mezcladora esté limpio. Se recomienda colocar aproximadamente 15 kilos de cemento adicionales al inicio de la primera mezcla para que se adhiera a la mezcladora y así evitar que tome parte del cemento requerido en la dosificación.
- La entrada de materiales a la mezcladora debe hacerse de la siguiente manera:

1. Se deja girar de 5 a 7 veces la mezcladora y después se adiciona parte del agua previamente medida.
2. Se incorpora la grava y posteriormente la arena.
3. Por último se coloca el cemento y se completa el agua de la dosificación.
4. Si se utilizan aditivos, estos deben ir disueltos en la última porción de agua.
5. Todo lo anterior debe hacerse con el trompo en movimiento.
6. El tiempo de mezclado debe oscilar entre 3 y 5 minutos, tiempos mayores pueden afectar la calidad de la mezcla.
7. Al terminar este proceso el concreto estará listo para ser transportado y colocado en las formaletas.



COLOCACIÓN

La colocación de concreto es un proceso que debe realizarse teniendo especial cuidado para no afectar la homogeneidad alcanzada durante el mezclado. Las etapas en que se divide la colocación son: transporte, vaciado y vibrado. Veamos estas tres etapas detenidamente:

TRANSPORTE

El concreto se debe trasladar cuidadosamente hasta el sitio de vaciado evitando que sufra cambios que afecten su calidad. Deben tenerse las siguientes precauciones:



- Evitar golpes y vibraciones excesivas para que no haya segregación.
- Planear muy bien los recorridos; utilizar rampas firmes y caminos provisionales seguros para que el concreto sufra la menor cantidad de golpes.
- Las distancias de acarreo de la mezcla dentro de la obra deben ser inferiores a 50 metros.
- Al llegar al sitio de colocación se puede hacer un pequeño mezclado manual dentro del recipiente para reducir una posible segregación.
- Para distancias de transporte considerables en climas cálidos, condiciones de lluvia o posible contaminación con polvo u otros agentes dentro de la obra, se debe cubrir la mezcla con hojas de plástico.

VACIADO

Durante el vaciado del concreto se deben controlar todos los factores que puedan segregar o separar los agregados gruesos de la mezcla. Para evitar la segregación durante el vaciado se recomienda:

- Vaciar el concreto desde alturas inferiores a un metro.

- En superficies inclinadas, el vaciado debe hacerse desde la parte más baja hacia la parte más alta.
- Cuando el vaciado no se pueda efectuar desde alturas menores a un metro, se debe hacer uso de mangueras o tubos flexibles, para evitar que la mezcla choque contra los refuerzos y la formaleta.
- Para vaciados de grandes volúmenes de concreto desde gran altura, pueden emplearse canalones cilíndricos, lisos e indeformables para que la mezcla resbale sin generar golpes. Las pendientes en estos casos deben mantenerse de 30 a 50%.
- El tiempo transcurrido entre el mezclado y la colocación del concreto no debe ser mayor a una hora. En climas cálidos debe ser inferior a treinta minutos.
- Para vaciado en los que se empleen bombas, torregruas o cintas transportadoras, las recomendaciones anteriores deben mantenerse.
- Para concretos lanzados no deben considerarse las recomendaciones anteriores, ya que son procesos no convencionales y sus diseños son especiales.



VIBRADO

Durante el mezclado y vaciado, el concreto atrapa grandes cantidades de aire, formando espacios vacíos u hormigueros, los cuales le restan resistencia al concreto, lo dejan expuesto al ataque de agentes externos que lo pueden deteriorar y afectan su apariencia o acabado, por lo tanto es fundamental eliminar el aire atrapado con una adecuada operación de consolidación, compactación o vibrado, entre los sistemas más usados tenemos:

VIBRADO INTERNO

El cual se realiza con vibradores de inmersión o de aguja, se emplea principalmente para losas, vigas, columnas y estructuras de poco espesor. Para pequeños vaciados se puede chuzar el concreto con una varilla, pero debe hacerse cuidadosamente, empleando una varilla de 3/8" de diámetro, lisa y con el extremo de compactación redondeado. Herramientas como el palustre también se pueden usar en vaciados muy pequeños que requieran menor nivel de resistencias.

VIBRADO EXTERNO

El cual está compuesto generalmente por equipos que se fijan a la formaleta para generar una secuencia de fuertes vibraciones en todo el sistema formaleta - concreto de tal forma que el interior de la mezcla se reacomoda eliminando los espacios vacíos. También se considera vibrado externo a los pequeños golpes que se dan a la formaleta con un martillo de goma, lo cual debe hacerse con cuidado y sólo como complemento del vibrado interno. Durante todo el proceso de colocación deben mantenerse las siguientes recomendaciones:

RECOMENDACIONES PARA PROCESO DE COLOCACIÓN

- Las formaletas deben estar recubiertas internamente con algún producto que facilite el desmolde.
- Para vaciados directos sobre el terreno, se debe humedecer la superficie sin generar excesos o charcos.
- Cuando la mezcla ya ha empezado a endurecer no se debe colocar, esta no se recupera agregando agua, cemento y volviendo a mezclar.
- En climas cálidos se recomienda que las herramientas y utensilios que entran en contacto con el concreto permanezcan a baja temperatura o humedecidos.
- No debe dejarse transcurrir mucho tiempo entre dos vaciados consecutivos porque se generan juntas frías, lo cual afecta el comportamiento estructural del concreto.
- Los aceros de refuerzo deben quedar sujetos firmemente para que la caída del concreto no afecte su ubicación. El refuerzo no debe quedar en contacto con las formaletas o el terreno y debe quedar completamente embebido dentro del concreto.
- Antes de iniciar el vaciado se deben verificar los planos, la posición de elementos como tuberías, cajas y casetones, diámetros, longitudes, cuantías, separaciones, espesores de recubrimiento, amarres, anclajes y traslapes de los hierros de refuerzo.

RECOMENDACIONES PARA LOGRAR UN BUEN PROCESO DE VIBRADO O CONSOLIDACIÓN DEL CONCRETO

- Debe hacerse inmediatamente después del vaciado, antes de que el concreto pierda plasticidad. Vibrar un concreto que ya ha empezado a endurecer afecta notablemente su capacidad estructural.
- El vibrado no debe usarse como método para desplazar el concreto dentro de la formaleta.
- El vibrado debe ser suficiente pero no excesivo porque produce segregación. Normalmente un vibrado no debe durar más de diez segundos en cada punto.
- El vibrado interno debe hacerse sin golpear el refuerzo, ya que este transmite el movimiento a zonas que ya fueron compactadas produciendo exceso de vibración.
- Los vibradores internos no deben inclinarse o acostarse, deben permanecer verticales, para garantizar una distribución homogénea de las ondas de vibración.
- En estructuras de gran volumen de concreto no es suficiente un vibrado externo, en este caso debe realizar un vibrado interno complementario.



CURADO Y PROTECCIÓN

Esta última etapa se realiza para evitar los deterioros ocasionados en el concreto por cambios rápidos de humedad y temperatura durante las primeras horas después de su colocación, de este modo se reduce el riesgo de fisuración y agrietamiento.

El curado es fundamental ya que la temperatura inicial de los concretos aumenta y las condiciones ambientales como la exposición al sol y al viento aceleran la evaporación del agua de la mezcla, generando contracciones durante el secado y tensiones superficiales que el concreto no soporta porque aún no ha adquirido suficiente resistencia. Por lo tanto, en ocasiones, además de un excelente curado, se deben realizar tareas adicionales de protección para que el concreto no sufra daños en su resistencia, durabilidad y apariencia.

Un buen curado puede hacerse siguiendo uno o varios de los siguientes métodos:

1. Humedecer la superficie mediante inundación o rociado permanente de agua.
2. Cubrir la superficie con materiales que retienen la humedad, como costales, telas, cartón, papel, aserrín o arena, que deben permanecer húmedos, por lo que es necesario rociar permanentemente con agua.
3. Usar hojas de plástico, de tal forma que la superficie quede sellada para evitar que el agua se evapore muy rápido. Este método puede aumentar la temperatura

del concreto y si el sello no es eficiente, el agua se convierte en vapor y se escapa fácilmente, por lo tanto el plástico debe estar en perfecto estado y colocado en forma segura que garantice hermetismo, en caso contrario se debe suministrar humedad continuamente al concreto.

4. Emplear aditivos curadores sobre la superficie del concreto, los cuales se colocan por aspersion formando una



membrana de baja permeabilidad. Este método ofrece ventajas por lo rápido que se puede empezar a aplicar sobre el concreto fresco, pero se debe garantizar que el aditivo forme una capa uniforme y cuidar que no se pise durante o después de aplicada para no afectar su condición de sello. Se recomienda que estas membranas curadoras se complementen con un método húmedo al día siguiente de su aplicación.



Antes de poner en funcionamiento una estructura de concreto se deberá comprobar que al menos ha desarrollado 85% de la resistencia esperada, por lo tanto se deben adoptar controles de calidad rigurosos.

RECOMENDACIONES PARA LAS ACTIVIDADES DE PROTECCIÓN Y CURADO

- El curado debe hacerse sin interrupciones, al menos durante los primeros siete días después de vaciado el concreto.
- Se deben evitar los ciclos de humedecimiento y secado, lo cual es aún más nocivo porque se promueven las variaciones volumétricas del concreto.
- El curado debe hacerse sobre todas las superficies expuestas del concreto.
- Es importante comenzar el curado lo más pronto posible, antes de que la superficie pierda completamente el brillo.
- Se debe disponer de barreras para

reducir la velocidad del viento, especialmente en superficies de gran tamaño, como losas, pisos y pavimentos.

- El concreto debe protegerse de la irradiación solar, esto puede lograrse a través de cubiertas que generen sombra.
- En temperaturas ambientales inferiores a 10°C, se podrá exonerar al concreto del proceso de curado.
- En ambientes con temperaturas muy bajas, el cemento puede reaccionar muy lentamente, en estos casos el curado debe realizarse aplicando calor

a través de agua caliente, exposición a estufas o químicos especiales.

- Los choques térmicos también incrementan el riesgo de fisuración, por lo tanto deberá tenerse cuidado frente a cambios bruscos de temperatura.
- Cuando la superficie del concreto vaya a ser sometida a tareas de acabados con llana, flotadora o platacho, se recomienda hacer la menor cantidad de pasadas posible, sin intentar eliminar el brillo de la exudación y sin adicionar más agua.

