

MAESTRO MARCOS

NOTAS TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN No. 6 – Abril de 2021

ISSN 2346-3309



**CONCRETOS DE
ALTA EFICIENCIA**



San Marcos Cementos 



*Les saludo nuevamente, queridos amigos: me siento muy contento por volverme a comunicar con ustedes para presentarles un nuevo tema que –estoy seguro– será un importante aporte para el conocimiento y el fortalecimiento de todos nosotros como trabajadores de la construcción. Hoy hablaremos sobre los **Concretos de Alta Eficiencia**.*

Maestro Marcos

Notas para la construcción

Concretos de Alta Eficiencia
No. 6 – Abril de 2021

Editorial
Cementos San Marcos

Editores
Roberth Alejandro Quintero Rodríguez

Ilustración, diseño y diagramación
FerroPino

Asesoría editorial y corrección de
textos
Jaime Alexándrovich

Impresión
FerroPino

Contenido

- 3 Introducción
- 4 Definiciones
- 5 Calidad del concreto
- 9 Cementos de Alta Eficiencia
- 12 Características de los agregados
- 14 Dosificación y mezclado
- 18 Recomendaciones complementarias

El uso que se haga de la información suministrada en esta publicación es responsabilidad de los lectores y no de sus creadores.



Introducción

Antes de iniciar este interesante asunto quiero invitarlos a que recordemos los temas cubiertos en las cartillas anteriores, las cuales podrás consultar en nuestra página web www.cementosanmarcos.com

En la primera edición nos referimos a “los conceptos básicos del cemento”; en la segunda, a “las mezclas de cemento y los materiales que las componen”; en la tercera, a “la dosificación y el mezclado”; en la cuarta, a “la colocación del concreto” y en la quinta nos enfocamos en “el curado y la protección del concreto”.



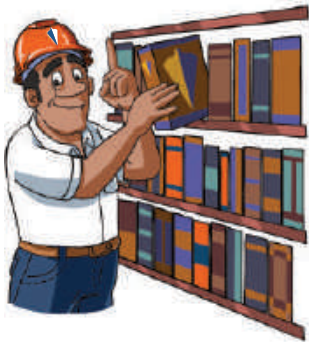
Pues bien, la primera recomendación para la producción y la aplicación de **Concretos de Alta Eficiencia** es que sigan rigurosamente las indicaciones y los procedimientos expuestos en las cinco publicaciones anteriores. En esta cartilla haremos énfasis en algunas de estas, en especial las más sensibles para alcanzar los mejores resultados. Tengamos en cuenta que somos eficientes cuando hacemos correctamente nuestro trabajo; por tanto, al adelantar de la mejor manera todas las etapas requeridas para la producción y colocación de nuestros concretos lograremos alcanzar la más alta eficiencia respecto a los comportamientos para los que fueron especificados, entre los que podemos mencionar:

- 1. Óptima resistencia a la compresión, como ocurre con los concretos para columnas y pedestales.
- 1. Mejor comportamiento a la flexo-tracción, como sucede con las losas y las vigas de una edificación.
- 1. Mayor resistencia a procesos de abrasión, como en el caso de pisos y pavimentos.
- 1. Mejor comportamiento frente a la intemperie o al ataque de agentes ambientales, como ocurre con ciertos concretos especificados en función de su durabilidad respecto a las clases de exposición.

En las situaciones anteriores, en las que se requiere un alto desempeño, es posible que debamos recurrir a conceptos, procedimientos y controles más refinados como los que expondremos a lo largo de la presente publicación. **¡Bienvenidos!**



Definiciones



El **Concreto** es un material **compuesto**, constituido por una **mezcla homogénea** de al menos dos ingredientes: pasta y agregados. La **pasta** está integrada por **cemento hidráulico** y **agua**, y su función es unir y cubrir todos y cada uno de los **agregados**, normalmente compuestos por **arena** y **grava**. La mezcla es plástica y manejable en estado fresco; posteriormente endurece y desarrolla resistencias mecánicas por **reacciones químicas** del cemento, lo cual puede conferir, además, durabilidad y otras propiedades modificables mediante el uso de **aditivos**.

En la anterior definición hemos resaltado algunos términos que representan aspectos muy importantes para la obtención de buenos resultados de la mezcla, los cuales explicaremos a continuación.

Compuesto. Término que hace referencia a que el concreto es una mezcla compuesta por varios materiales, de los que hace parte el cemento, en la que cada uno de sus ingredientes aporta al buen resultado del todo, a pesar de lo cual muchas personas consideran, equivocadamente, que este depende únicamente del cemento.

Homogénea. Significa que es muy importante garantizar la uniformidad de la mezcla, y para que esto suceda es indispensable contar con equipos mecánicos de mezclado, puesto que las mezclas manuales no garantizan la uniformidad.

Pasta. Posiblemente el compuesto más sensible de la mezcla, la pasta, deberá ser concebida para que responda a necesidades especificadas de manejabilidad o consistencia (asentamiento), tiempos de secado (fraguado), relación agua-cemento, permeabilidad, durabilidad, apariencia, entre otras.

Cemento hidráulico. Material cementante que reacciona y es estable en presencia del agua. El desarrollo de sus propiedades dependerá de los demás materiales que intervienen en la mezcla. Sustancias nocivas en el agua o en los agregados pueden limitar e incluso impedir su reacción.

Agua. Componente de la mezcla necesario para desencadenar la reacción química del cemento y otorgar cierto nivel de lubricación a los agregados, con el propósito de obtener una mezcla manejable. Para lograr lo anterior, debe controlarse estrictamente la cantidad de agua de mezclado, puesto que su exceso acarrea un sinnúmero de problemas en el concreto endurecido.



Agregados. Materiales inertes, también denominados *áridos*, que ocupan el mayor volumen del concreto, por lo que deben verificarse cuidadosamente todas sus características para evitar que se alteren por contaminación o por manipulación inapropiada en la fuente o al interior de la obra. Su buen manejo contribuye a la resistencia, la durabilidad y la economía del concreto.

Arena. Agregado fino, cuyos aportes principales son la manejabilidad de la mezcla en estado fresco y su resistencia a la abrasión en estado endurecido.

Grava. Agregado grueso, que contribuye principalmente con las resistencias mecánicas, el control volumétrico y la economía de la mezcla.

Reacciones químicas. Se generan a partir de la hidratación del cemento y pueden mantenerse a lo largo del tiempo en la medida que se controlen las condiciones de humedad y temperatura. Estas reacciones pueden afectarse considerablemente por la presencia de contaminantes en el agua o en los agregados.

Aditivos. Son los agentes químicos que reaccionan con el cemento para potenciar sus propiedades o modificar algunas características del concreto. Su utilización debe ser controlada y especificada por un profesional.

Calidad del concreto

La calidad del concreto es el resultado de un buen número de propiedades o especificaciones que deben cumplirse en diseños específicos o a partir de algunos criterios mínimos que no son arbitrarios. Lo anterior significa que somos responsables de la calidad del trabajo que realizamos y nuestro compromiso es garantizar el cumplimiento de las normas y las buenas prácticas constructivas. Si consideramos los componentes de la mezcla, la calidad del concreto depende, a su vez, de la calidad de:

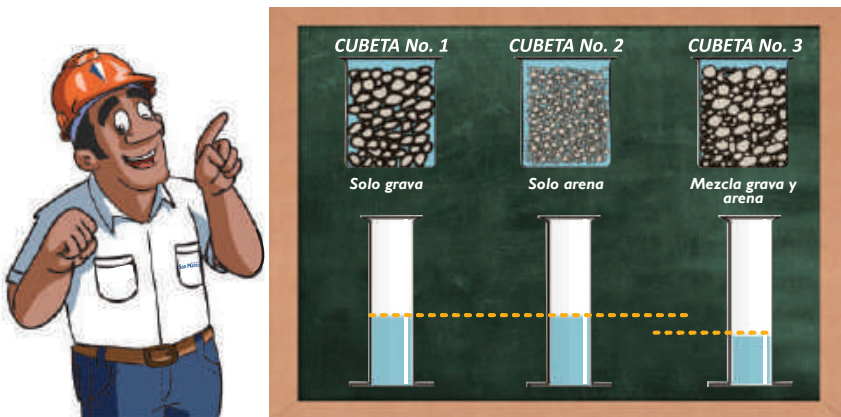
- 1 La pasta.
- 1 Los agregados.
- 1 La interacción entre la pasta y los agregados.

Para garantizar que el concreto sea elaborado adecuadamente es necesario que **la pasta** cumpla al tiempo las siguientes condiciones:

- 1 Que cubra completamente cada partícula de agregado.
- 1 Que llene todos los espacios libres que queden entre los agregados.



Recordemos que un concreto eficiente, además de cumplir con las propiedades especificadas, debe ser también económico, es decir, lograr una excelente relación costo-beneficio, gracias al conocimiento de los materiales y de los procesos de obra. Una variable importante dentro de la economía de un concreto es la cantidad de pasta demandada o requerida por los agregados para alcanzar una resistencia especificada; por eso, una justa relación entre agregados finos y agregados gruesos puede ser determinante para reducir el consumo de cemento. Para ilustrar lo anterior, presentamos a continuación el siguiente ensayo:



Tomamos tres cubetas que contengan el mismo volumen. En la cubeta No. 1 colocamos únicamente agregado grueso (grava) y en la No. 2 solo agregado fino (arena), de tal manera que ambos recipientes contendrán el mismo volumen del correspondiente agregado.

Posteriormente, incorporamos agua hasta completar el volumen de cada cubeta, procedimiento con el que confirmaremos que la cantidad de agua necesaria para llenar cada uno de estos dos recipientes es similar, sin importar si contiene agregado grueso o fino. Si efectuamos el mismo ejercicio con la cubeta No. 3, cuyo contenido es una mezcla de agregado grueso y agregado fino, nos daremos cuenta de que la cantidad de agua necesaria para llenar este recipiente será menor que la requerida en los casos anteriores. De lo anterior se puede concluir que una mezcla con una buena relación entre agregados finos y gruesos demandará menor cantidad de agua, que en el caso de un concreto requerirá una menor cantidad de pasta cementante. Esta propiedad es lo que denominamos **compacidad**, que consiste en lograr la máxima densidad a partir de un mejor acople de los materiales empleados, de tal forma que los agregados más finos ocuparán los espacios que dejan libres los agregados gruesos, y los espacios restantes serán ocupados por la pasta de cemento.

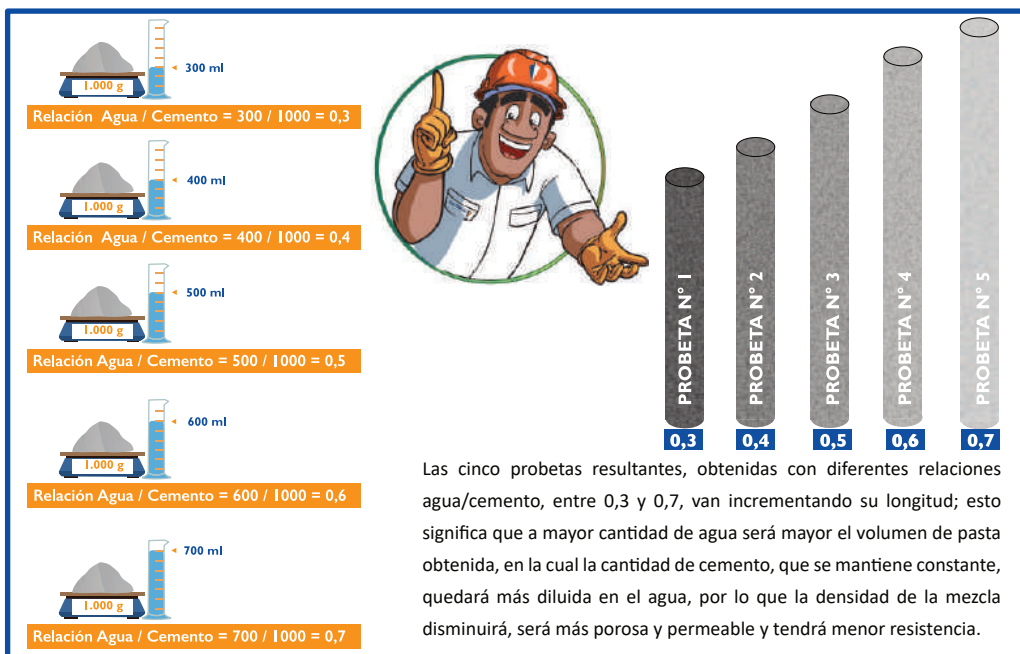


Por consiguiente, entre menos espacio libre quede entre los agregados gruesos y los finos, menos pasta de cemento se necesitará, consiguiendo de esta manera un concreto más económico. Para lograr este propósito, los constructores solicitan al laboratorio de concretos un diseño de mezcla específico, según el tipo de obra y la clase de concreto requerido, proceso en el cual se identifican las características de los agregados y se busca la mejor combinación de tamaños y la cantidad de pasta óptima que permita cumplir con las propiedades solicitadas por el constructor.

Por otra parte, comprender bien la idea de combinar adecuadamente agregados finos y agregados gruesos posibilita que los constructores puedan efectuar mezclas de prueba en la obra, para ir ajustándolas hasta obtener el mejor resultado, es decir, concretos de buena consistencia, resistentes y económicos.

Otro aspecto que debemos controlar para garantizar la calidad de la pasta de cemento es la **relación agua-cemento**, pues bien sabemos que entre menos agua utilicemos en la proporción, mayor será la resistencia y la durabilidad alcanzadas por nuestro concreto. Ilustraremos esto con la prueba que presentamos a continuación.

Fabricaremos cinco probetas de pasta de cemento en las cuales utilizaremos la misma cantidad de cemento, pero incrementaremos en cada una la cantidad de agua, como se muestra en la siguiente gráfica:





De la prueba anterior se puede concluir que para obtener un concreto de mayor eficiencia debemos controlar de manera rigurosa la cantidad de agua que se dosifica en la mezcla, manteniendo relaciones **agua/cemento** máximas de **0,5** para concretos convencionales, y valores inferiores cuando quedan expuestos a ambientes agresivos. A continuación, presentamos las relaciones agua/cemento recomendadas para algunos concretos de acuerdo con las condiciones del ambiente a las que quedará expuesto.

Relación agua/cemento	Litros de agua por un saco de cemento de 50 kilos	Condiciones de exposición del concreto
0,50	25,0	Concretos convencionales, sin exposición a la humedad, el vapor o a los agentes ambientales
0,45	22,5	Concretos expuestos a humedad moderada, en zonas costera sin contacto con agua de mar o cercanas a volcanes, o cimentaciones en suelos de uso agrícola.
0,40	20,0	Concretos en contacto con agua de mar, zonas expuestas a congelamiento, zonas industriales expuestas a sales, lácteos, cárnicos, ácidos, nutrientes agrícolas, etc. Tanques, canales, tuberías, zonas de manejo de basuras y otros contaminantes.

Debemos tener en cuenta que al usar relaciones agua/cemento inferiores a 0,5 es posible que disminuya el asentamiento o la manejabilidad del concreto; en tal caso, la mezcla no podrá ser ajustada agregando más agua, ya que perderemos la eficiencia esperada en el concreto. La forma correcta de hacerlo es utilizar aditivos químicos diseñados especialmente para mejorar la manejabilidad de las mezclas. Algunos de estos aditivos pueden estar clasificados bajo alguna de las siguientes referencias:

Estos productos deben ser usados siguiendo las instrucciones y recomendaciones de sus fabricantes.





Hacer un estricto control del agua nos permite obtener los siguientes beneficios:

- 1 Incrementa las **resistencias mecánicas** a la compresión, a la flexión, a la flexotracción y a la abrasión, entre otras.
- 2 Disminuye la **permeabilidad**, por lo que se reduce la absorción y se aumenta la estanquidad.
- 3 Aumenta la resistencia a la exposición al ambiente (intemperismo), haciéndolo más **durable**.
- 4 Produce menores cambios de volumen, causados por **humedecimiento y secado**.
- 5 Mejora la unión entre el **concreto** y el **acero de refuerzo**.
- 6 Reduce la **retracción** y la **fisuración**.
- 7 Aumenta la **densidad** y la **rigidez** del concreto.

Para mantener las anteriores propiedades es indispensable ejecutar un adecuado proceso de vibrado del concreto.

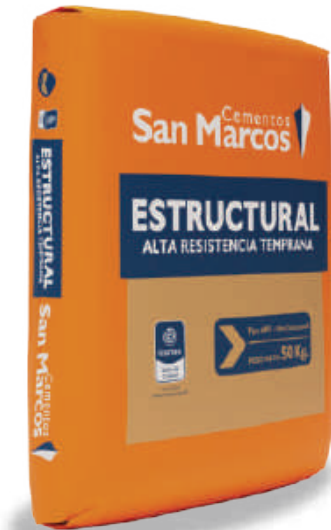


Cementos de alta eficiencia

La norma técnica **NTC 121**, versión 2014, especifica los tipos de cemento utilizados en Colombia y establece los requisitos mínimos que deben cumplir los cementos hidráulicos, de acuerdo con su desempeño. En esta norma podemos encontrar desde el cemento de **Uso General** o **tipo UG**, que se utiliza para la elaboración de cualquier concreto convencional, hasta cementos especiales para usos específicos, como el cemento **Estructural**, que la norma clasifica como un cemento de **Altas Resistencias Tempranas** o **tipo ART**, diseñado para ser usado en producciones más racionales de concreto, como los concretos premezclados o los concretos para prefabricación, entre otros.



El cemento **Estructural** o **tipo ART** nos permite también obtener concretos de alta eficiencia en obra, ya que mediante cuidadosos controles en los procesos de producción de la mezcla podemos alcanzar una mejor relación costo-beneficio, pues se optimizan las dosis de cemento y se obtienen concretos de óptimo desempeño, tanto en su resistencia como en las demás variables de calidad, como el rendimiento, los tiempos de fraguado, la durabilidad, etc. Es muy importante tener en cuenta que entre mayor sea el control que ejerzamos en nuestros procesos de obra, mayores serán la eficiencia y el desempeño obtenidos en el concreto al utilizar este tipo de cemento.



En **Cementos San Marcos** se produce el cemento **Estructural** o **tipo ART** bajo controles muy estrictos en todos los procesos de fabricación, desde la selección de la materia prima hasta su transformación en un producto terminado que cumple con altos estándares, por lo que se encuentra certificado con el **sello de calidad**, otorgado por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - **Icontec**. Entre los aspectos más importantes para la producción de este cemento están la **alta tecnología** con la que se cuenta en todo el proceso productivo y el riguroso **control de calidad**, el cual garantiza que el producto no solo cumpla con todos los parámetros normativos, sino que los supere. Es así como en las obras se puede contar con un cemento para especialistas que permitirá obtener **concretos de alta eficiencia**.

Principales usos del cemento Estructural

- 1 Producción de concretos en centrales de mezclas, plantas de premezclado o plantas móviles en obra.
- 2 Producción de concreto para elementos prefabricados.
- 3 Elaboración de concretos para cimentaciones, vigas, columnas, pedestales, pantallas, losas y todo tipo de elementos estructurales.
- 4 Elaboración de concretos para sistemas industrializados de muros y losas coladas.
- 5 Producción de concretos para pavimentos y obras de infraestructura.



- ① Elaboración de concretos para estructuras hidráulicas y obras de saneamiento.
- ① Producción de estructuras especiales de gran formato, paneles, mobiliario, etc.
- ① Elaboración de pastas de inyección, microcementos y mezclas para reparaciones estructurales.
- ① Elaboración de mezclas listas como pegantes, rellenos, morteros y concretos de altas especificaciones.

Ventajas del uso de cemento Estructural

- ① Los concretos elaborados con cemento estructural desarrollan altas resistencias tanto a edades tempranas como a tardías.
- ① Se pueden obtener menores dosificaciones de cemento mediante un adecuado diseño de mezclas, con lo que se alcanzarán mayores rendimientos y, por tanto, concretos más económicos.
- ① Agiliza algunos procesos de la obra, dado su mayor desarrollo de resistencias, por lo que el retiro de las formaletas puede hacerse más pronto y la obra podrá ser entregada en menor tiempo.
- ① En la producción de prefabricados, el rápido desarrollo de resistencias permite un despacho más ágil de los elementos, lo que reduce los espacios de almacenamiento y optimiza el uso de formaletas, ya que permite una mayor rotación de estas, pues pueden ser removidas en menor tiempo.
- ① Se optimiza también el uso de aditivos al dosificar menores cantidades de cemento. En algunos casos, que dependen del diseño, se podrá prescindir del uso de aditivos acelerantes.
- ① A pesar de que se trata de un cemento con un mayor desarrollo de resistencias, no incrementa las retracciones o fisuraciones, lo que promueve una mayor durabilidad de las estructuras.
- ① Para grandes volúmenes de producción se puede contar con este cemento, despachado a granel en cisternas de 35 toneladas; para procesos más pequeños, el producto se puede obtener en sacos de 50 kilos.



Recordemos que un **concreto de alta eficiencia** no se obtiene únicamente con el uso de un **cemento estructural**; también es necesario que garanticemos que los procesos de selección de materiales, dosificación, mezclado y colocación sean óptimos, y es indispensable concluir siempre con un excelente curado.

A continuación, veremos otros aspectos que inciden de manera importante en la producción de concretos, los cuales garantizan su óptimo desempeño o alta eficiencia.

Características de los agregados

La forma

Se recomienda utilizar preferiblemente agregados **tritutados**, que tienen formas irregulares, angulares o caras fracturadas, ya que estos permiten una mayor adherencia con la pasta de cemento, mientras que los agregados de formas redondeadas o cantos rodados, procedentes de ríos, exhiben una menor adherencia con la pasta, pues por su forma se pueden desprender fácilmente ante fuertes cargas, como sismos, vibraciones o sobreesfuerzos de la estructura. Se debe evitar también el uso de agregados que tengan altos contenidos de partículas con formas aplanadas o alargadas, ya que esto afectará algunos comportamientos del concreto, especialmente su consolidación y resistencia.

El tamaño

Debemos recordar que los agregados de menor tamaño demandan mayor cantidad de pasta de cemento, por lo que no se puede esperar que una dosificación estimada para un concreto de alta eficiencia se mantenga si se cambian los agregados especificados por otros de menor tamaño. Esto aplica tanto para la grava como para la arena. Debemos, entonces, ser cuidadosos en la selección del tamaño de los agregados y supervisar su llegada a la obra para asegurarnos de que el tamaño nominal no haya cambiado.

Utilizar un agregado de menor tamaño con la misma dosificación ocasionará que se reduzca la resistencia del concreto, mientras que usar uno de mayor tamaño causará una pérdida de la manejabilidad del concreto en estado fresco.



Una manera sencilla de controlar el tamaño del agregado, a la hora de recibirlo, es disponer de una muestra de la primera entrega o del agregado con el que se realizó el diseño inicial de la mezcla, forma con la que podremos hacer una **comparación visual** para determinar de inmediato si el material que estamos recibiendo cumple con el tamaño especificado.

Las sustancias nocivas

La norma **NTC 174** especifica las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los agregados y define las sustancias dañinas que deben ser evitadas para mantener su calidad y, por tanto, poder garantizar un concreto de alta eficiencia. Entre estas sustancias nocivas o contaminantes se encuentran:

SUSTANCIA CONTAMINANTE	EFECTO EN EL CONCRETO
Materia Orgánica	Reduce la resistencia
Azúcares	Retarda el fraguado
Grasas o aceites	Pérdida de adherencia
Polvo y arcillas	Afecta adherencia y resistencia
Contaminación Salina	Ataca al acero de refuerzo
Partículas Blandas	Afectan negativamente la resistencia

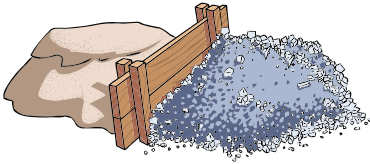
Debemos conocer muy bien nuestras fuentes y proveedores de agregados, así como ejercer controles en su recepción y almacenamiento.

Estos contaminantes pueden proceder de la fuente o del sitio donde adquirimos los agregados, bien sea por procesos deficientes en la extracción o por un inadecuado acopio o almacenamiento en el depósito o patio de materiales. Por tanto, debemos conocer muy bien nuestros proveedores y fuentes de agregados y, además, implementar controles al momento de recibirlos en la obra, lo cual puede comenzar con una cuidadosa inspección visual o incluir la toma de muestras para pruebas muy sencillas, con el fin de verificar su calidad.

Los agentes contaminantes en nuestros agregados pueden, también, ser generados en obra por un almacenamiento inadecuado. A continuación, mencionaremos algunos cuidados que debemos tener en cuenta:

- Los agregados deben almacenarse **separados por tamaños**, lo que implica que la arena y la grava no deben quedar en contacto. La separación puede hacerse mediante tablas, tabiques o tablonés de madera.



- 1 En lo posible, los agregados deben disponerse en **capas o camadas** para evitar que queden apilados en montículos, ya que estos últimos generan la segregación o separación de las partículas por tamaños, pues las más grandes rodarán por su mayor peso hasta quedar en la parte baja y las pequeñas quedarán en la parte superior. En caso de que suceda lo anterior, antes de dosificarlos hay que remover los agregados para que se combinen y se consiga su homogenización, pues de no hacerlo se afectará la uniformidad de la mezcla.
- 
- 1 Es importante cubrir los agregados con hojas de plástico, telas de polisombra o con materiales similares, con el fin de mantenerlos aislados de contaminantes como el polvo, el lodo, la basura, las hojas y las ramas de árboles, la orina y las heces de animales, entre otros. Las telas de plástico también permiten que se mantenga uniforme la humedad de los agregados, especialmente en épocas de lluvia.
- 1 Al cubrir los agregados, los protegemos también de la irradiación solar, lo cual puede afectar la calidad de la mezcla, especialmente en climas cálidos: recordemos que el incremento de la temperatura expone el concreto al riesgo de la fisuración. Igualmente, cubrir los agregados en épocas de lluvia evita el fenómeno de **hinchamiento de las arenas**, es decir, el aumento de su volumen debido a la humedad, lo cual puede afectar las dosificaciones y aportar exceso de agua a la mezcla.

Dosificación y mezclado

El proceso de dosificación debe ser preciso, cuidadoso y ordenado, efectuado mediante equipos de medición que nos permitan reproducir de la manera más fiel el diseño de mezcla, bien sea el realizado por un laboratorio de concretos o el resultante de mezclas probadas en obra, verificadas de acuerdo con los requisitos de la norma **NTC 3318**. Dos formas de realizar la dosificación suministrada son:

Por peso. Es la que se hace cuando los materiales para la mezcla están indicados en unidades de peso, como kilogramos, caso en el cual en el lugar de la construcción se debe contar con una báscula calibrada y lo suficientemente resistente para soportar las condiciones de la obra.

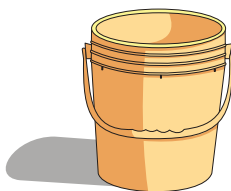


Por volumen. Se efectúa, como su nombre lo indica, cuando la dosificación está definida por volumen, situación en que se debe contar, como implemento para esta medición, con un cajón dosificador o un recipiente de volumen conocido y de material rígido que no se deforme con facilidad.

Entre los recipientes dosificadores más conocidos y utilizados están el cajón de madera de **33 x 33 x 33** centímetros o el de **23 x 40 x 40** centímetros. Ambos contienen aproximadamente el mismo volumen, que corresponde al ocupado por un saco de cemento de 50 kilos, forma con la cual se garantiza que las proporciones de nuestra dosificación por volumen sean medidas correctamente.



El cuñete de 5 galones de pintura equivale aproximadamente a un volumen de 19 litros, y el volumen de dos cuñetes equivale al volumen de un saco de cemento de 50 kilos.



Una vez que se cuenta con el equipo requerido para medir las proporciones de los materiales, procedemos a realizar la dosificación, seguida de un adecuado mezclado. Recordemos que para garantizar que el mezclado sea **homogéneo**, este debe realizarse en una **mezcladora mecánica**, pues hacerlo de forma manual no es lo indicado para obtener concretos de alta eficiencia.

Para dosificar **NO** debemos usar:

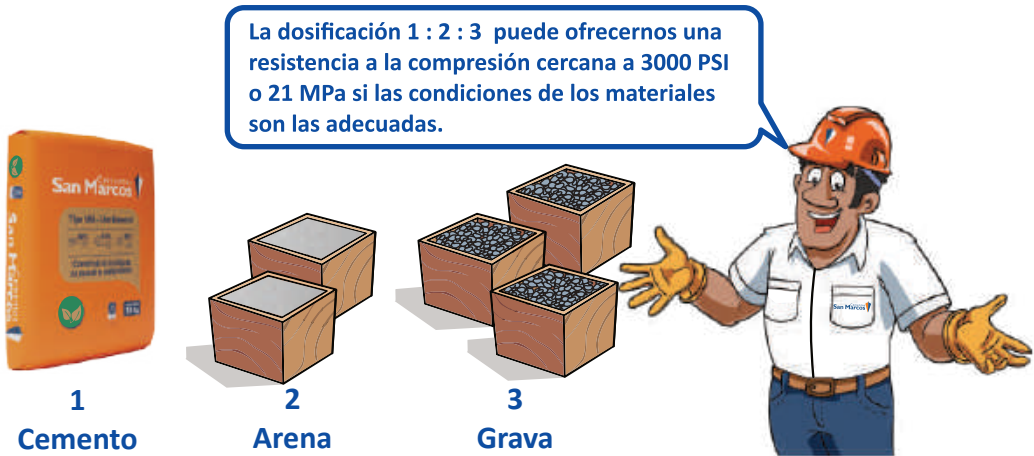
- paladas
- carretillas
- baldes





Ejemplo de dosificación por volumen

Para este ejemplo emplearemos la tradicional dosificación, conocida como **1:2:3**, la cual indica que, por un saco de cemento de 50 kilos, usaremos dos cajones dosificadores de arena y tres cajones dosificadores de grava, como se ilustra a continuación.



Para que esta dosificación alcance una resistencia aceptable, los materiales que participan de la mezcla deben cumplir con las siguientes condiciones:

- 1 El tamaño nominal de la grava debe ser mínimo de 3/4", pues con tamaños inferiores no se alcanzan las resistencias requeridas. Si se utiliza grava de 1/2" la dosificación ya no deberá ser de 3 cajones sino de 2 cajones.
- 1 La arena debe ser gruesa, estar limpia, sin excesiva humedad. Si la arena está muy húmeda no se obtendrá la resistencia esperada.
- 1 El agua debe ser limpia, dosificada en una cantidad no mayor a **25 litros** por cada saco de cemento de 50 kilos.
- 1 Debe utilizarse cemento hidráulico de Uso General o tipo UG, certificado bajo la norma NTC 121:2014.



Estas condiciones deben ser cumplidas de manera rigurosa si se desea obtener el desempeño requerido de un concreto que podrá ser usado en cimentaciones, vigas de amarre o confinamientos horizontales, columnetas o confinamientos verticales, losas de entrepiso, y, en general, en obras convencionales sin requisitos especiales más allá de una resistencia estándar cercana a 3000 PSI y una consistencia suficiente para ser colocado de forma manual.

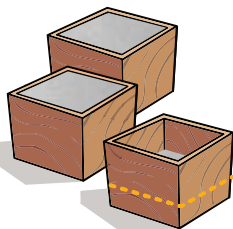
También podemos utilizar cementos **tipo Estructural** para lograr mezclas más eficientes, caso en que, para obtener un concreto con las características del ejemplo anterior, podemos ajustar la dosificación para alcanzar un mayor rendimiento del cemento de la siguiente manera:

Al utilizar cemento Estructural se puede dosificar una cantidad más alta de agregados por saco de cemento de 50 kilos, con lo que lograremos un mayor volumen de mezcla y un mejor rendimiento.



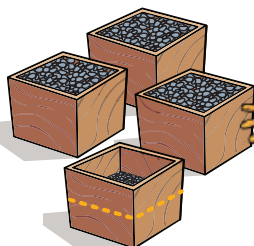
1

Cemento



2,3

Arena



3,5

Grava



Las dosificaciones anteriores son para un “bache” o “tanda” de mezclado para un bulto de cemento de 50 kilos, es decir, los requeridos para una mezcladora que tenga dicha capacidad; sin embargo, para hacer un presupuesto de obra normalmente debemos medir el volumen de concreto que vamos a producir, es decir, lo “cubicamos”.

En tal caso, la cantidad de sacos de cemento deberá multiplicarse por la cantidad de metros cúbicos medidos en los planos, o en la obra con las formaletas o los encofrados ya instalados. Presentamos a continuación la cantidad de bultos de cemento requeridos para **un (1) metro cúbico** de concreto según las dosificaciones sugeridas en los ejemplos anteriores.



Cemento uso General
350 kilos



x7



Cemento Estructural
300 kilos



x6

Recomendaciones complementarias

Adicional a lo anterior, cuando nuestro objetivo sea obtener concretos de alta eficiencia, es fundamental que vigilemos de manera rigurosa el cumplimiento de algunos aspectos:

- 1 El mezclado debe ser **mecánico**.
- 1 El tiempo de mezclado no debe ser inferior a **1,5 minutos** (90 segundos), ni mayor a **3 minutos**.
- 1 La colocación del concreto debe ser cuidadosa, para evitar la segregación.
- 1 El uso de aditivos para el concreto debe ser orientado por personal técnico del proveedor del aditivo.
- 1 Se debe ejercer el correcto y oportuno proceso de compactación o vibrado.
- 1 Las tareas de acabado no deben ser excesivas para no debilitar la superficie.
- 1 El proceso de curado debe empezar a realizarse lo más pronto posible, después del vaciado del concreto y sin interrupciones, al menos durante los primeros **siete (7) días**.



Rocío de agua



Aplicar películas curadoras



Inundar con agua

- ❶ El concreto se debe proteger de las corrientes de viento durante las primeras horas, para lo cual se recomienda utilizar barreras de viento.
- ❷ El retiro de los moldes o formaletas debe realizarse de manera cuidadosa, para evitar daños en el concreto.

Finalmente, no olvide que todas las dudas e inquietudes que se le presenten durante los procesos de producción e instalación del concreto, puede consultarlas a nuestro departamento de **Asesoría Técnica**.



Esperamos que las recomendaciones y los conceptos entregados en esta cartilla te sean muy útiles para que puedas garantizar la calidad y eficiencia de tus concretos y te animes a promover estas buenas prácticas entre tus colegas y compañeros de trabajo.

*No te olvides de seguirnos en nuestras redes de Facebook, Instagram, YouTube y nuestra página web
www.cementosanmarcos.com*

Te esperamos en nuestra próxima edición.



46%
Menos
emisiones
de CO₂



51%
Menos
consumo de
combustibles
fósiles



36%
Menos
consumo
de energía
eléctrica



Construir el mañana es nuestra naturaleza

