

2008-02-27

PRODUCCIÓN DE CONCRETO



E: CONCRETES. PRODUCTION OF CONCRETE

CORRESPONDENCIA: esta norma es una adopción modificada (MOD) de la norma ASTM C94:2004, *Standard Specification for Ready-Mixed Concrete. Philadelphia, 2004.*

DESCRIPTORES: concreto; concreto premezclado.

I.C.S.: 91.100.30

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

Prohibida su reproducción

Cuarta actualización
Editada 2008-03-07

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 3318 (Cuarta actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo del 2008-02-27.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 100 Concretos, morteros, agregados y *Grouts* a cargo de la Secretaría Técnica de Normalización de ASOCRETO.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE
PRODUCTORES DE CONCRETO -
SOCRETO-
CEMENTO ARGOS
CEMEX COLOMBIA
CONCRETO
CONTECON-URBAR
EMPRESA DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ ESP
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

GRAVILLERA ALBANIA
HOLCIM COLOMBIA
INSTITUTO COLOMBIANO DE
PRODUCTORES DE CEMENTO
MANUFACTURAS DE CEMENTO S.A.
SIKA COLOMBIA
TREMIX LTDA
UNIVERSIDAD CATÓLICA
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

ACUEDUCTO, AGUA Y ALCANTARILLADO
DE BOGOTÁ
AGOFER S.A.
BRK LTDA
CALCULO Y CONSTRUCCIONES E.U.
CONCRELAB LTDA.
CONCRETERA TREMIX
CONCRETOS DE OCCIDENTE S.A.
CONIKA INGENIERÍA

DICENTE LTDA.
ECOPETROL
IMOCON
MBT
METROCONCRETO S.A.
PROALCO S.A.
TOXEMENT S.A.
UNIVERSIDAD JAVERIANA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales y otros documentos relacionados.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

CONTENIDO

	Página
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. BASE DE COMPRA.....	3
4. ESPECIFICACIONES Y ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN.....	4
5. MATERIALES	7
6. TOLERANCIAS EN EL ASENTAMIENTO	8
7. CONCRETO CON AIRE INCORPORADO	9
8. MEDIDA DE LOS MATERIALES	9
9. SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN.....	11
9.1 PLANTAS DOSIFICADORAS.....	11
9.2 DOSIFICACIÓN EN OBRA.....	11
10. MEZCLADORAS Y AGITADORES.....	12
11. MEZCLADO Y ENTREGA.....	14
12. USO DE EQUIPO NO AGITADOR.....	17
13. COMPROBANTE DE ENTREGA O DOCUMENTO QUE AVALE LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO	17

	Página
14. INSPECCIÓN EN PLANTA O EN OBRA	18
15. MÉTODOS DE MUESTREO, ENSAYOS E INFORMES.....	18
16. MUESTREO Y ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO.....	19
17. RESISTENCIA.....	20
18. INCUMPLIMIENTO EN LOS REQUISITOS DE RESISTENCIA.....	21
19. CURADO	22
19.1 CURADO INICIAL DEL CONCRETO	23
19.2 CURADO FINAL DEL CONCRETO.....	24
20. PALABRAS CLAVE	24
DOCUMENTO DE REFERENCIA	29
ANEXOS	
ANEXO A (Normativo) REQUISITOS DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO	25
ANEXO B (Normativo) PARÁMETROS PARA DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO.....	27
ANEXO C (Informativo) BIBLIOGRAFÍA.....	28
Figura 1. Abaco.....	23

Tabla 1. Contenido total de aire incorporado recomendado para concreto^{(A), (B)}	4
Tabla 2. Temperatura mínima de aplicación del concreto.....	16
Tabla 3. Coeficiente de modificación para la desviación estándar cuando hay disponibles menos de 30 ensayos	21

PRODUCCION DE CONCRETO

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece las especificaciones para la producción de concreto, considerando que el concreto se entrega a la obra en estado fresco. Los requisitos para la calidad del concreto deben ser los especificados en esta norma o los especificados por el cliente. Cuando existan diferencias entre las dos especificaciones, deben primar las del cliente siguiendo los métodos de evaluación de las Normas Técnicas Colombianas.

1.2 Esta norma no incluye técnicas para la colocación, compactación y protección del concreto después de entregado.

1.3 Los valores normativos están expresados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades, los valores informativos se expresan entre paréntesis. Véase la NTC 1000 (ISO 1000).

1.4 Para el uso de esta norma el productor ya sea contratista, subcontratista, proveedor o productor, es quien suministra el concreto. El cliente es el propietario o su representante.

1.5 Las notas de esta norma que hagan parte de las figuras y tablas, se consideran obligatorias. Las demás notas son de carácter informativo.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos normativos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento normativo. Para referencias fechadas, se aplica únicamente la edición citada. Para referencias no fechadas, se aplica la última edición del documento normativo referenciado (incluida cualquier corrección).

NTC 92, Ingeniería civil y arquitectura. Determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas y agregados (ASTM C29).

NTC 121, Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Pórtland. Especificaciones físicas y mecánicas. (ASTM C150).

NTC 129, Ingeniería civil y arquitectura. Práctica para la toma de muestras y agregados (ASTM D75).

NTC 174, Concretos. Especificaciones de los agregados para concreto. (ASTM C33).

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3318 (Cuarta actualización)

- NTC 321, Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Pórtland. Especificaciones químicas. (ASTM C150).
- NTC 396, Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. (ASTM C143).
- NTC 454, Ingeniería civil y arquitectura. Concretos. Concreto fresco. Toma de muestras. (ASTM C172).
- NTC 550, Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra (ASTM C31).
- NTC 673, Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto. (ASTM C39).
- NTC 1028, Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del contenido de aire en concreto fresco. Método volumétrico. (ASTM C173).
- NTC 1032: Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en concreto fresco. Método de presión. (ASTM C231).
- NTC 1299, Concretos. Aditivos químicos para concreto. (ASTM C494).
- NTC 1377, Ingeniería Civil y Arquitectura. Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos de laboratorio (ASTM C192)
- NTC 1776, Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar por secado el contenido total de humedad de los agregados (ASTM C566).
- NTC 1926, Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar la masa unitaria, rendimiento y contenido de aire por gravimetría del concreto. (ASTM C138).
- NTC 1977, Compuestos líquidos formadores de membrana de curado para el concreto (ASTM C309)
- NTC 2031, Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático. Requisitos metrológicos y técnicos. Ensayos. (COPANT 1684)
- NTC 2275, Ingeniería civil y arquitectura. Procedimiento recomendado para la evaluación de los resultados de los ensayos de resistencia del concreto (ACI 214)
- NTC 2871, Concretos. Método de ensayo para determinar la resistencia del concreto a la flexión utilizando una viga simple con carga en los tercios medios (ASTM C78).
- NTC 3357, Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la temperatura del concreto fresco. (ASTM C1064).
- NTC 3459, Concretos. Agua para la elaboración de concreto. (BS 3148).
- NTC 3493, Ingeniería civil y arquitectura. Cenizas volantes y puzolanas naturales, calcinadas o crudas, utilizadas como aditivos minerales en el concreto de cemento Pórtland (ASTM C618)
- NTC 3502, Ingeniería civil y arquitectura. Aditivos incorporadores de aire para concreto. (ASTM C260).
- NTC 3658, Ingeniería civil y arquitectura. Método para la obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto aserradas. (ASTM C42).

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3318 (Cuarta actualización)

NTC 3692, Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para medir el número de rebote del concreto endurecido. (ASTM C805).

NTC 3823, Ingeniería civil y arquitectura. Muestreo y ensayo de cenizas volantes o puzolanas naturales para uso como aditivo mineral en el concreto de cemento Pórtland (ASTM C311)

NTC 4018, Ingeniería civil y arquitectura. Escoria de alto horno granulada y molida para uso en concretos y morteros. (ASTM C989).

NTC 4022, Ingeniería civil y arquitectura. Masa unitaria de concreto liviano estructural. (ASTM C567).

NTC 4023, Ingeniería civil y arquitectura. Especificaciones para aditivos químicos usados en la producción de concreto fluido. (ASTM C1017).

NTC 4045, Ingeniería civil y arquitectura. Agregados livianos para concreto estructural. (ASTM C330).

NTC 4637, Ingeniería civil y arquitectura. Concretos. Especificaciones para el uso de microsilica como adición en mortero y concreto de cemento hidráulico (ASTM C1240).

NTC 5551, Concretos. Durabilidad de estructuras de concreto

NTC-ISO 1000, Metrología. Sistema Internacional de Unidades. (ISO 1000).

ASTM C595, Standard Specification for Blended Hydraulic Cements.

ASTM C597, Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete.

ASTM C1077, Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation.

ASTM C1157, Standard Performance Specification for Hydraulic Cement.

ACI 211.1, Recommended Practice for Selecting Proportions for Normal and Heavy Weight Concrete.

ACI 211.2, Recommended Practice for Selecting Proportions for Structural Light Weight Concrete.

ACI 305 R, Hot Weather Concreting.

ACI 306 R, Cold Weather Concreting.

ACI 308R, Guide to Curing Concrete.

NSR-98, Ley 400:1997, Por la cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes.

3. BASE DE COMPRA

3.1 La unidad de medida, base de la compra, tomada cuando se descarga en el punto de recepción debe ser el metro cúbico de concreto fresco y no endurecido.

3.2 El volumen de concreto fresco y no endurecido de una bachada dada, se debe determinar como la masa total de ella dividida por la masa unitaria del concreto. La masa total de la bachada es calculada ya sea como la suma de las masas de todos los materiales que la conforman, incluyendo el agua, o como la masa neta del concreto en la bachada en el momento de la entrega. La masa unitaria se debe determinar de acuerdo con la NTC 1926 y como el promedio de por lo menos tres mediciones, tomadas cada una sobre muestras diferentes. Cada muestra se debe tomar, del punto medio de la bachada o aquella porción que garantice la homogeneidad del mezclado, mediante el procedimiento descrito en la NTC 454.

Cuando se produzca el concreto en obra la base de compra puede ser modificada por medio de un acuerdo entre el cliente y el proveedor.

NOTA 1 El volumen de concreto en estado endurecido puede parecer menor por efectos de desperdicio, sobre excavación, expansión de formaleas, pérdidas de aire incorporado, ninguno de los cuales son responsabilidad del productor.

4. ESPECIFICACIONES Y ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN

Estas especificaciones son aplicables para la producción de concreto

4.1 En ausencia de especificaciones generales aplicables, el cliente debe especificar:

4.1.1 El tamaño o tamaños del agregado grueso.

4.1.2 El asentamiento del concreto deseado en el sitio de entrega. Para las tolerancias permitidas véase el numeral 6.

4.1.3 El contenido de aire de la mezcla en el sitio de descarga. Cuando se solicite concreto con aire incorporado, véanse el numeral 7 y la Tabla 1, para el contenido total de aire y para su tolerancia, véase la Nota 2.

Tabla 1. Contenido total de aire incorporado recomendado para concreto ^{(A), (B)}

Condiciones ^(C) de exposición	Contenido total de aire % en volumen						
	Tamaño máximo del agregado en mm						
	9,5	12,5	19,0	25,0	37,5	50,0	75,0
Suave	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5
Moderado	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5
Severo	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5

(A) Para concreto con aire incorporado, cuando sea especificado.

(B) A menos que las condiciones de exposición dictaminen lo contrario, los contenidos de aire recomendados en la Tabla 1 se pueden reducir hasta en un 1 % para concretos con resistencia a la compresión especificada, $f'c$, de 35,0 MPa o superiores.

(C) Para la descripción de las condiciones de exposición, consultar la norma NTC 5551 y la norma ACI 211.1, Sección 6.3.3, con atención a los pies de página respectivos.

4.1.4 La alternativa seleccionada A, B, C o D, descritas en los numerales 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5, que se debe emplear como base para la determinación de las proporciones del concreto con el fin de producir la calidad requerida.

4.1.5 La masa unitaria ya sea seca al aire, húmeda o seca al horno, cuando se especifique concreto estructural de masa liviana (véase la Nota 3).

NOTA 2 En la selección del contenido de aire que se va a especificar, el cliente considera las condiciones de exposición a las cuales va a estar sometido el concreto. Contenidos de aire menores que los mostrados en la Tabla 1 pueden no suministrar la resistencia necesaria ante el fenómeno de hielo y deshielo o el ataque de las sales disueltas en el agua, los cuales son propósitos básicos del concreto con aire incorporado. Contenidos mayores a los indicados pueden disminuir la resistencia a la compresión sin contribuir a un mejoramiento de la durabilidad.

NOTA 3 La masa unitaria del concreto fresco, que es la única que se puede determinar en el momento de la entrega, es siempre mayor que la masa unitaria seca al aire o al horno. Las definiciones y los métodos para determinar estas masas están indicados en la NTC 4022.

4.2 Alternativa a (diseño de mezcla realizado por el productor)

4.2.1 Cuando el cliente solicita al productor que asuma toda la responsabilidad por la selección de las proporciones para la mezcla de concreto (véase la Nota 4), también debe especificar lo siguiente:

4.2.1.1 Los requisitos de resistencia a la compresión o flexión determinada en muestras tomadas de la unidad de transporte en el sitio de descarga y evaluada de acuerdo con el numeral 17. Cuando existan consideraciones diferentes o adicionales a las establecidas por el numeral 17 de esta norma, deben ser informadas previamente al productor como especificación de la mezcla. El cliente debe especificar los requisitos de resistencia a la compresión en especímenes curados en condiciones normalizadas de laboratorio que cumplan lo establecido en las NTC 550, NTC 1377 y NTC 673 (véase el numeral 17). Si no se especifica otra edad de ensayo, éste se debe realizar a los 28 d.

Los especímenes para determinar la resistencia a la flexión deben ser ensayados de acuerdo con la NTC 2871.

Las pruebas de caracterización, ensayos de materiales y demás pruebas del concreto deben estar avaladas por un laboratorio de materiales que tenga los equipos calibrados y con la trazabilidad de los patrones de calibración.

4.2.1.2 Otras propiedades adicionales del concreto en caso que se requieran.

NOTA 4 En la definición de las especificaciones de la mezcla es responsabilidad del cliente tener en cuenta los requisitos de: trabajabilidad, colocación, durabilidad, textura superficial, y densidad, además de las especificaciones del diseño estructural. El cliente selecciona las proporciones que le permitan obtener un concreto adecuado para los diversos tipos de estructuras y condiciones de exposición, para lo cual se recomienda consultar la norma NTC 5551 y las normas ACI 211.1, ACI 211.2 y NSR-98. La relación agua-cemento de la mayoría de concretos estructurales livianos no se puede determinar con suficiente exactitud para ser empleada como especificación base.

4.2.2 Antes de la entrega real del concreto, a solicitud del cliente, el productor debe suministrar un informe en el que se indiquen evidencias satisfactorias de un adecuado desempeño del concreto tales como información estadística del concreto y de los materiales que se van a usar, su procedencia, propiedades, marca o tipo.

En el caso en que el productor y el cliente sean el mismo, se deben mantener los registros de la información exigida en este numeral.

4.3 Alternativa b (diseño de mezcla suministrado por el cliente)

4.3.1 Cuando el cliente asume la responsabilidad por las proporciones de la mezcla de concreto y el desempeño del mismo, también debe especificar lo siguiente antes de la entrega:

4.3.1.1 Especificaciones del cemento y contenido en kilogramos por metro cúbico de concreto.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3318 (Cuarta actualización)

4.3.1.2 Contenido admisible de agua en litros por metro cúbico de concreto, incluyendo la humedad superficial de los agregados, pero excluyendo el agua de absorción (véase la Nota 4).

4.3.1.3 Si se requieren aditivos, el tipo, nombre y dosis que se deben usar. El contenido de cemento no se debe reducir cuando se usen aditivos bajo esta alternativa sin la aprobación escrita del cliente.

4.3.1.4 Especificaciones de los agregados, contenido en kg/m³ de cada tipo de agregado en condición SSS (saturado y seco superficialmente) o en condición seca y la absorción de los agregados, para cada tipo de concreto solicitado por el cliente.

4.3.2 Antes de la entrega real del concreto, a solicitud del cliente, el productor debe suministrar un informe en el que se indiquen la fuente, la densidad nominal y la granulometría de los agregados; las masas del cemento seco y de los agregados fino y grueso en estado SSS; cantidades, tipo, dosis y nombre de aditivos (si los hay) y el agua por metro cúbico de concreto que se van a usar en la fabricación de cada clase de concreto solicitada por el cliente y los registros de cargue donde se indiquen las dosificaciones realizadas.

4.4 Alternativa c (diseño de mezcla realizado por el productor con el contenido mínimo de cemento especificado por el cliente)

4.4.1 Cuando el cliente solicita que el productor asuma la responsabilidad en la selección de las proporciones para la mezcla de concreto con el contenido mínimo de cemento permitido especificado (véase la Nota 5), el cliente también debe especificar lo siguiente:

4.4.1.1 Los requisitos de resistencia a la compresión, determinada en muestras tomadas de la unidad de transporte en el sitio de descarga y evaluada de acuerdo con el numeral 17. Cuando existan consideraciones diferentes o adicionales a las establecidas por el numeral 17 de esta norma, deben ser informadas previamente al productor como especificación. El cliente debe especificar los requisitos de resistencia a la compresión en especímenes curados en condiciones normalizadas de laboratorio que cumplan lo establecido en las NTC 550, NTC 1377, NTC 673 y NTC 2871 (véase el numeral 17). Si no se especifica otra edad de ensayo, éste se debe realizar a los 28 d.

4.4.1.2 Las especificaciones del cemento y contenido mínimo en kilogramos por metro cúbico de concreto.

4.4.1.3 Si se requieren aditivos, el tipo, nombre y dosis que se van a utilizar. El contenido de cemento no se debe reducir del mínimo especificado por el cliente aún cuando se empleen aditivos.

NOTA 5 La alternativa "C", puede ser conveniente únicamente si el contenido mínimo de cemento señalado es aproximadamente del mismo nivel requerido ordinariamente para la resistencia, el tamaño del agregado y el asentamiento especificado. Así mismo se garantiza que una vez obtenida la resistencia se puede lograr una buena textura superficial, densidad y durabilidad en las condiciones de servicio. Para información adicional referirse a la NTC 5551 y las normas ACI 211.1, ACI 211.2 y NSR-98 mencionadas en la Nota 4.

4.4.2 Antes de la entrega real del concreto, a solicitud del cliente, el productor debe suministrar un informe en el que se indiquen evidencias satisfactorias de un adecuado desempeño del concreto, tales como información estadística del concreto y de los materiales que se van a usar, su procedencia, propiedades, marca o tipo.

Cualquiera que sea la resistencia que se obtenga, la cantidad de cemento usada no debe ser menor a la mínima especificada.

4.5 Alternativa d (cuando el dueño del proyecto asume la responsabilidad sobre la producción del concreto). Cuando la responsabilidad sobre la producción del concreto es asumida por el dueño del proyecto, éste debe suministrar los registros exigidos en la alternativa A.

El dueño del proyecto debe registrar y mantener evidencias satisfactorias de un adecuado desempeño del concreto tales como información estadística del concreto y de los materiales que se van a usar, su procedencia, propiedades, marca o tipo, incluyendo las proporciones empleadas para cada clase de concreto utilizada.

Las pruebas de caracterización, ensayos de materiales y demás pruebas del concreto deben estar avaladas por un laboratorio de materiales que tenga los equipos calibrados y con la trazabilidad de los patrones de calibración.

4.6 Las proporciones que sean determinadas por las alternativas A, B, C ó D, para cada clase de concreto y aprobadas para uso en un proyecto, se deben codificar, con el fin de facilitar la identificación de cada mezcla de concreto entregada a la obra. Esta codificación es la solicitada en el numeral 13.1.6 y ofrece información de las proporciones cuando ellas no son dadas separadamente en cada comprobante de entrega o documento que avale la fabricación como se plantea en el numeral 13.2. Se debe archivar en la planta o sitio de mezclas un registro de todas las proporciones establecidas en las alternativas A, B, C ó D con la información de producción, relacionando el origen, caracterización y proporciones de los materiales con que se prepararon los concretos consumidos que permitan tener trazabilidad.

4.7 El comprador debe asegurar que el fabricante suministre copias de todos los reportes de los ensayos realizados en las muestras de concreto para determinar el cumplimiento de los requisitos de la especificación. Los informes se deben suministrar oportunamente.

NOTA 6 Toda la información solicitada para los diferentes esquemas de responsabilidades de producción del concreto está disponible en la obra, en caso que sea solicitada por las autoridades competentes, para dar cumplimiento con lo establecido en la Ley 400 de 1997 Decreto 33 de 1998, NSR-98.

5. MATERIALES

5.1 A menos que se incluyan otras especificaciones, los materiales deben cumplir los siguientes requisitos:

5.1.1 Cemento

El cemento debe cumplir con las NTC 121 y NTC 321, o las normas ASTM C595 y ASTM C1157 (véase la Nota 7). El cliente debe especificar el tipo o tipos requeridos, si no lo hace, se aplican los requisitos del Tipo 1, según las normas citadas. Estos requisitos deben estar documentados y archivados para verificar su cumplimiento.

NOTA 7 Los diferentes tipos de cemento producen concretos con diferentes propiedades y por lo tanto no se utilizan indiscriminadamente.

5.1.2 Agregados

Los agregados deben cumplir con los requisitos de la NTC 174, o la NTC 4045 si el cliente especifica un concreto de masa liviana. Estos requisitos deben estar documentados y archivados para verificar su cumplimiento.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3318 (Cuarta actualización)

NOTA 8 Diferentes tipos de agregados producen concreto con diferentes propiedades y por tanto se caracterizan para realizar los ajustes al diseño de mezcla correspondiente.

5.1.3 Agua

El agua debe cumplir con la NTC 3459.

5.1.4 Aditivos químicos

Los aditivos químicos definidos según lo indicado en la NTC 385, deben cumplir las especificaciones de las NTC 1299, NTC 3502 para aditivos incorporadores de aire y NTC 4023, si son aplicables (véase la Nota 9).

NOTA 9 En algunas circunstancias las dosis requeridas de incorporadores de aire, acelerantes y de aditivos retardantes pueden variar. Por consiguiente, se permite un intervalo de dosificaciones con el fin de obtener los efectos deseados.

5.1.5 Adiciones

Las adiciones definidas según lo indicado en la NTC 385 deben cumplir las siguientes normas según corresponda. Para el caso de adiciones son ceniza volante y puzolana natural cruda o calcinada deben estar de acuerdo con la NTC 3493 y para escoria de alto horno granulada y triturada con la NTC 4018. La microsílica debe cumplir con la NTC 4637 y cuando se adicione cenizas volantes debe cumplir la NTC 3823.

5.1.6 Otros materiales

Se permite el uso de otros materiales (colorantes, pigmentos minerales, fibras, icopor, etc.) siempre y cuando no afecten la durabilidad del concreto y estén certificados en su desempeño.

6. TOLERANCIAS EN EL ASENTAMIENTO

6.1 A menos que otras tolerancias sean incluidas en las especificaciones del proyecto, se deben aplicar las siguientes:

6.1.1 Cuando en las especificaciones del proyecto para el asentamiento se describa como requisitos un "máximo" o "no deben exceder de":

Asentamiento de 75 mm, o menos, tolerancia por defecto: 40 mm
tolerancia por exceso: 0 mm

Asentamiento mayor a 75 mm, tolerancia por defecto: 65 mm
tolerancia por exceso: 0 mm

Esta opción es empleada sólo si una adición de agua es permitida en la obra, y siempre que la adición no incremente la relación agua - cemento por encima del máximo permitido por las especificaciones.

6.1.2 Cuando en las especificaciones del proyecto para el asentamiento no se prescriban como requisito un "máximo" o un "no deben exceder de":

Asentamiento de 50 mm, o menos, tolerancia: ± 15 mm

Asentamiento entre 50 mm y 100 mm, tolerancia: ± 25 mm

Asentamiento mayor que 100 mm, tolerancia: ± 40 mm

6.2 El concreto debe permanecer trabajable dentro del intervalo de asentamiento permitido, durante un período de 30 min medidos a partir de la llegada al sitio de trabajo ó del término de la preparación en obra ó después del ajuste inicial de asentamiento permitido en el numeral 11.7, (lo que ocurra de último). En el caso del concreto premezclado se exigen de este requisito el primer y último $1/4$ m³ de la descarga. Si el usuario no está preparado para la descarga del concreto del vehículo, el productor no es responsable de la limitación de asentamiento mínimo, después de que hayan transcurrido 30 min desde que el camión llega al destino prescrito. Este numeral no será aplicable cuando el concreto llegue antes de la hora acordada con el cliente, en este caso el proveedor debe garantizar las propiedades a la hora acordada.

6.3 Si a una mezcla de concreto se le añade agua o aditivo para obtener la consistencia especificada, se deben realizar los ensayos necesarios para verificar el cumplimiento de las especificaciones del concreto. La responsabilidad en todo caso será de quien tomó la decisión de la adición.

7. CONCRETO CON AIRE INCORPORADO

7.1 Cuando se desea el concreto con aire incorporado, el cliente debe especificar el contenido total de aire del concreto. La Tabla 1 referencia los contenidos totales de aire recomendados. (Véase la Nota 9).

7.2 Cuando se toma la muestra de la unidad de transporte en el sitio de descarga, el contenido de aire de un concreto con aire incorporado debe ser el del valor especificado en porcentaje $\pm 1,5$ %.

7.3 Cuando una muestra preliminar tomada dentro de los límites de tiempo del numeral 11.7 y antes de la descarga para colocación, presenta un contenido de aire por debajo del nivel especificado en más de la tolerancia permisible de acuerdo con el numeral 7.2, el productor puede remezclar o usar una dosis adicional de aditivo incorporador de aire para lograr el nivel del contenido de aire deseado, seguido por un mínimo de 30 revoluciones a la velocidad de mezclado, mientras no se exceda el límite de revoluciones del numeral 11.7 (véase la Nota 10)

NOTA 10 La toma de muestras y los ensayos de aceptación son de acuerdo con la NTC 454.

8. MEDIDA DE LOS MATERIALES

8.1 El cemento se debe medir por masa. Cuando en el diseño de mezcla se especifiquen cenizas volantes, microsílca u otras puzolanas, éstas se pueden pesar acumulativamente con el cemento. Tanto el cemento como las puzolanas se deben pesar sobre una báscula exclusiva para estos materiales, debidamente calibrada (el cemento se debe pesar antes que las puzolanas). Cuando la cantidad de cemento exceda el 30 % de la capacidad total de la báscula, la cantidad de cemento, y la acumulada del cemento más puzolanas, debe estar dentro del ± 1 % de la masa requerida. Para batchadas menores de un metro cúbico (1 m³), la cantidad usada de cemento y la de cemento más puzolana, no debe ser menor que la cantidad requerida ni más del 4 % en exceso. El cemento también se puede medir en bultos de masa conocida (véase la Nota 11). No se deben usar fracciones de bulto salvo que éstas sean pesadas.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3318 (Cuarta actualización)

NOTA 11 La presentación usual en Colombia de los bultos de cemento es de 50 kg. Se recomienda de todas maneras observar la cantidad que suministra cada productor para evitar errores en la dosificación. El registro de calibración de las básculas de pesaje debe estar disponible.

8.2 Los agregados se deben medir por masa. Las masas de las bachadas medidas se deben basar en materiales secos y se requieren las masas de estos materiales, más la masa total de la humedad (tanto superficial como la de absorción) contenida en los agregados. La cantidad de agregado usada en una bachada de concreto, de acuerdo con lo que indique la báscula, debe estar dentro de $\pm 2\%$ del valor requerido, cuando se utilicen básculas de masa individual. En básculas de masa acumulada de agregados, la masa después de cada pesaje sucesivo debe estar dentro de $\pm 1\%$ de la cantidad acumulada requerida, cuando la báscula se está usando por encima del 30 % de su capacidad. Para cantidades inferiores al 30 % de la capacidad de la báscula, la tolerancia debe ser $\pm 0,3\%$ de su capacidad total ó $\pm 3\%$ de la masa acumulada requerida, tomando el menor de los dos valores.

Si no se dispone de báscula y con previa aprobación del cliente, los agregados se pueden medir por volumen a partir de la masa unitaria suelta del material de acuerdo con la NTC 92 y teniendo en cuenta la respectiva corrección por humedad, la cual debe efectuarse cada vez que se haga una mezcla de concreto de acuerdo con la NTC 129 y NTC 1776 se debe dejar constancia de estos datos en los documentos de fabricación en obra. Las básculas y balanzas empleadas para la medición de las proporciones de los materiales y para determinar la humedad de los mismos deben estar debidamente calibradas.

8.3 El agua de mezclado puede consistir en:

- Agua adicionada a la mezcla.
- Hielo agregado a la mezcla.
- Agua correspondiente a la humedad superficial en los agregados.
- Agua introducida con los aditivos.

El agua adicionada se debe medir por masa o por volumen con una precisión del 1 % del agua total de mezclado requerida. El hielo agregado se debe medir por peso. En camiones mezcladores, toda el agua que se retenga en el dispositivo mezclador para emplearla en la siguiente bachada se debe medir cuidadosamente; si esto es poco práctico o imposible, dicha agua se debe vaciar antes del cargue de la siguiente bachada. El agua total (incluyendo cualquier agua de lavado) se debe medir o pesar con una precisión de $\pm 3\%$ de la cantidad total especificada.

8.4 Los aditivos en polvo se deben medir por masa y los aditivos en pasta o líquidos se deben medir por masa o por volumen. Los aditivos medidos por masa o por volumen, deben ser dosificados con una precisión de $\pm 3\%$ del total de la cantidad requerida, o más o menos la cantidad suficiente para dosificar 50 kg de cemento, la que sea mayor.

NOTA 12 Se recomienda emplear dosificadores de aditivos que sean de fácil calibración y que permitan una variedad de dosis.

9. SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN

9.1 PLANTAS DOSIFICADORAS

9.1.1 Las plantas dosificadoras deben estar provistas de depósitos o compartimientos adecuados y separados para los agregados finos y para cada tamaño requerido de agregado grueso. Cada compartimiento se debe diseñar para que la operación de descargue sea libre y eficiente, de tal manera que haya una mínima segregación. Los controles de operación deben permitir la interrupción de la descarga de material a la báscula en el momento deseado, de manera que el material se pueda medir con precisión. Las tolvas y las básculas se deben construir, de forma que se elimine el material de tara y que permita el descargue completo de la misma.

9.1.2 Los controles e indicadores de operación deben estar colocados en lugares donde sean completamente visibles y bastante cerca para que sean leídos fielmente por el operador mientras se lleva a cabo el pesaje sobre las básculas. El operario debe tener fácil acceso a todos los controles.

9.1.3 Las básculas deben tener una precisión de $\pm 0,2$ % de su capacidad total cuando se calibran o verifican con carga estática, en cada uno de los cuartos de la capacidad de la escala.

Se deben calibrar las básculas de pesaje de las plantas productoras de concretos con la frecuencia que garantice la tolerancia especificada y debe quedar constancia de ello, véase la NTC 2031.

9.1.4 Las básculas para el pesaje de los ingredientes del concreto pueden ser de brazo o de resorte. Otros sistemas (eléctricos, hidráulicos, celdas de carga, entre otros) también son aceptables, mientras cumplan las tolerancias de pesaje antes señaladas.

9.1.5 Se debe contar con pesos patrones adecuados para verificar la precisión de las básculas. Todos los puntos de apoyo, cuchillas, y partes mecánicas de las básculas deben mantenerse limpias. Las básculas deben tener una sensibilidad tal que se perciba movimiento cuando una masa igual al 0,1 % de la capacidad nominal de la báscula es colocada en la tolva de pesaje. El viaje del puntero es mínimo de un 5 % de la capacidad neta normal de la viga de pesado para peso por debajo del normal y un 4 % para sobrepeso.

9.1.6 El mecanismo de medición del agua debe ser capaz de adicionar la cantidad requerida en la mezcla con la precisión exigida en el numeral 8.3. El aparato debe estar acondicionado para que las mediciones no sean afectadas por las variaciones de presión en las tuberías de abastecimiento. Los tanques de medición deben estar equipados con vertedero y válvulas para su correcta calibración, a menos que se proporcionen otros métodos para determinar rápidamente, y con exactitud, la cantidad de agua en el tanque.

9.2 DOSIFICACIÓN EN OBRA

9.2.1 Los agregados se deben almacenar en compartimientos que aseguren que no se va a producir mezcla entre ellos y que se evite cualquier contaminación con agentes externos. Dicho almacenaje debe hacerse de manera tal que se garantice su drenaje para asegurar humedad uniforme en la bachada.

9.2.2 Todos los recipientes empleados para dosificar los ingredientes para la producción de concreto deben garantizar la medida correcta ya sea por masa o por volumen, realizando una verificación periódica con la frecuencia que garantice permanentemente las tolerancias especificadas y debe quedar constancia de ello.

9.2.3 La dosificación de aditivos debe realizarse teniendo en cuenta las indicaciones técnicas del proveedor. Los aditivos en polvo se deben medir por masa y los aditivos en pasta o líquidos se deben medir por masa o por volumen. La precisión de la masa debe estar dentro de $\pm 3\%$ de la masa requerida. Las medidas volumétricas deben tener una precisión de $\pm 3\%$ del total de la cantidad requerida (véase la Nota 12).

9.2.4 Para la dosificación de agua, se puede inicialmente agregar una cantidad aproximada del 70 % de la cantidad necesaria según el diseño corregido por humedad y se mezcla. El agua restante se agrega gradualmente hasta obtener el asentamiento especificado en el diseño y de acuerdo con las tolerancias establecidas en el numeral 6.1 de esta norma. Si el asentamiento especificado en el diseño no se cumple, debe hacerse una revisión del diseño de mezcla.

9.2.5 Se establecen las siguientes tolerancias en la dosificación de los ingredientes (véase la Nota 13):

	%
Cemento (masa)	± 4
Agregados finos (masa)	± 3
Agregados gruesos (masa)	± 3
Aditivos (masa o volumen)	± 3
Agua (masa o volumen)	± 1

Para calibrar los dispositivos de medida, previo conocimiento de las masas unitarias de los agregados (relaciones de masa/ volumen suelto), se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Gradación y características de los agregados
- b) Contenido de humedad e hinchamiento de los agregados finos
- c) Viscosidad de los aditivos
- d) Otros factores como condiciones mecánicas de los mecanismos de mezcla y las condiciones ambientales.

10. MEZCLADORAS Y AGITADORES

10.1 Las mezcladoras pueden ser estacionarias o camiones mezcladores. Los agitadores pueden ser camiones mezcladores o camiones agitadores.

10.1.1 Las mezcladoras estacionarias deben llevar una o más placas metálicas en las cuales se señale claramente la velocidad de mezclado del dispositivo mezclador o de las aspas y la capacidad máxima, en términos de volumen de concreto mezclado. Cuando sean usadas para un mezclado completo, éstas deben estar equipadas con un dispositivo que no permita la descarga de la bachada antes de completar el tiempo especificado de mezcla.

10.1.2 Cada camión mezclador o agitador debe tener en un lugar adecuado una o más placas metálicas, en las cuales se señale claramente el volumen bruto y la capacidad del dispositivo mezclador en términos de volumen de concreto mezclado y la mínima y máxima velocidad de rotación del dispositivo mezclador, cuchillas o aletas. Cuando el concreto es mezclado en camión como se describe en el numeral 11.5, o se dosifica como se describe en el numeral 11.4, el volumen no debe exceder del 63 % del volumen bruto del dispositivo mezclador. Cuando el concreto es mezclado en central como se describe en el numeral 11.3, el volumen del concreto en el camión mezclador o agitador no debe exceder del 80 % del volumen bruto del dispositivo mezclador. Los camiones se deben equipar con sistemas que permitan verificar claramente el número de revoluciones del dispositivo mezclador, cuchillas o aletas.

10.2 Toda mezcladora, estacionaria ó móvil debe tener capacidad de mezclar los ingredientes del concreto dentro del tiempo especificado o dentro del número de revoluciones dado en el numeral 11.5, para convertirlo en una masa uniforme y que al descargarlo se cumplan por lo menos cinco de los seis requisitos señalados en la Tabla A del Anexo A (véase la Nota 13).

NOTA 13 La secuencia o método de cargue de la mezcladora tiene un efecto importante en la uniformidad del concreto.

10.3 El agitador debe tener la capacidad de mantener el concreto mezclado completamente y en una masa uniforme y descargarlo con un grado satisfactorio de uniformidad como se define en el Anexo A.

10.4 Como una verificación rápida de la uniformidad del concreto, se pueden realizar ensayos de asentamiento a muestras individuales, tomadas después de haber descargado, aproximadamente entre el 15 % y el 85 % de la carga (véase la Nota 14). Estas dos muestras se deben obtener en un tiempo no mayor de 15 min. Si los asentamientos difieren en más de lo especificado en el Anexo A, la mezcladora o el agitador no se deben usar a menos que el defecto se corrija, con excepción de lo indicado en el numeral 10.5.

NOTA 14 No se pueden tomar muestras antes que el 10 % ni después que el 90 % de la bachada haya sido descargada. Debido a la dificultad para determinar con exactitud la cantidad de concreto descargado, lo que se pretende es tomar muestras que sean representativas de porciones bien separadas de concreto, que no sean ni del comienzo ni del final de la carga.

10.5 Si el equipo no cumple con los requisitos del Anexo A, se puede autorizar su operación con un tiempo mayor de mezclado, una carga menor o una secuencia de cargue más eficiente para cumplir dichos requisitos.

10.6 Las mezcladoras y agitadores deben ser revisados periódicamente, el número de veces que sea necesario con el fin de detectar cambios en su estado, debido a la acumulación de concreto o mortero endurecido y para establecer el estado real de las aspas o aletas. Cuando se detecte un cambio bastante significativo, que pueda afectar el trabajo normal de la mezcladora, se deben efectuar los ensayos descritos en el Anexo A para establecer los correctivos necesarios. Se debe dejar constancia de tales revisiones.

10.7 Para la elección de los mecanismos de mezcla en obra se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones además de las contenidas en la NSR-98 (véase el literal C.5.8.3):

10.7.1 Los concretos se deben preparar en mezcladora y ésta debe ser aprobada por el supervisor técnico.

10.7.2 La mezcladora debe ser operada a la velocidad recomendada por el fabricante.

10.7.3 Debe garantizar la consistencia y uniformidad de la bachada, conforme con lo especificado en la tabla A del Anexo A

10.7.4 Después de cada mezcla se debe limpiar el mecanismo para impedir que la pasta se adhiera al dispositivo mezclador.

10.7.5 Periódicamente y cumpliendo un plan preestablecido se debe revisar y dejar registro de la velocidad del dispositivo mezclador y las condiciones mecánicas y técnicas del mezclador, para detectar cambios en su estado debidos a la acumulación de concreto o mortero endurecido y para establecer el estado real de las partes. Cuando se detecte un cambio bastante significativo, que pueda afectar el trabajo normal de la mezcladora, se deben efectuar los ensayos descritos en la tabla A del Anexo A para establecer los correctivos necesarios.

10.7.6 No se debe permitir que residuos de la mezcla se acumulen debajo del dispositivo mezclador impidiendo el correcto funcionamiento del mecanismo del mezclador.

11. MEZCLADO Y ENTREGA

11.1 El concreto se debe mezclar y entregar en el sitio designado por el cliente, por medio de una de las siguientes combinaciones de sistemas:

11.1.1 Concreto proveniente de planta

11.1.2 Concreto parcialmente mezclado en planta.

11.1.3 Concreto mezclado en camión o en equipos móviles.

11.1.4 Concreto mezclado en obra

11.2 Las mezcladoras y los agitadores se deben operar dentro de los límites de capacidad y velocidad de rotación establecidos por los fabricantes del equipo.

11.3 Concreto proveniente de planta. El concreto que se mezcla completamente en una mezcladora estacionaria, y es transportado al sitio de entrega, ya sea por un camión agitador, o un camión mezclador operado a la velocidad de agitación, o cualquier equipo no agitador aprobado por el cliente y que cumpla los requisitos del numeral 12, debe estar de acuerdo con lo siguiente: el tiempo de mezclado se debe contabilizar a partir del momento en que todos los materiales sólidos entren a la mezcladora estacionaria. La bachada se debe cargar en la mezcladora de modo que haya un poco de agua antes de introducir el cemento y el agregado; toda el agua debe estar en la mezcladora hacia el final del primer cuarto del tiempo total especificado de mezcla.

11.3.1 Cuando no se han efectuado ensayos para determinar el tiempo en el cual se obtiene la uniformidad de la mezcla, el tiempo para mezcladoras de 1 m³ o menos, debe ser mínimo 90 s o el tiempo especificado por el productor. Para mezcladoras de mayor capacidad, este tiempo mínimo se debe incrementar en 20 s por cada metro cúbico o fracción adicional.

11.3.2 Cuando se hayan realizado ensayos para determinar el tiempo en el cual se obtiene la uniformidad de la mezcla, de acuerdo con el numeral 11.3.3 y la mezcladora haya sido cargada a su capacidad nominal, el tiempo de mezcla puede ser reducido, para estas circunstancias particulares, siempre que se obtenga un mezclado satisfactorio. Cuando se reduce el tiempo de mezclado, esta reducción no puede ser mayor de 60 s para concreto con aire incorporado.

11.3.3 Muestreo para ensayos de uniformidad de mezcladoras estacionarias. Las muestras de concreto, con propósitos comparativos, se deben tomar inmediatamente después del tiempo de mezclado establecido, de acuerdo con uno de los siguientes procedimientos:

11.3.3.1 Procedimiento alternativo 1. La mezcladora se debe detener y las muestras se deben tomar con los medios apropiados, de manera que se tome del centro de la masa contenida en el dispositivo mezclador.

11.3.3.2 Procedimiento alternativo 2. Las muestras individuales se deben tomar durante la descarga, entre el 15 % y el 85 % de la bachada aproximadamente. Se puede usar cualquier método de muestreo, siempre y cuando las muestras sean representativas de porciones bien separadas, pero nunca de los extremos de la bachada (véase la Nota 14).

11.3.3.3 Las muestras de concreto se deben ensayar de acuerdo con el numeral 16 y las diferencias de los resultados del ensayo para dos muestras no deben exceder los límites dados en el Anexo A. Los ensayos de uniformidad se deben repetir cada vez que la apariencia del concreto y del contenido de agregado grueso indiquen que el mezclado no ha sido adecuado.

11.4 Concreto parcialmente mezclado en planta. Cuando el proceso de mezcla se inicia en planta y se termina en un camión mezclador debe cumplir lo siguiente:

Debe haber una premezcla suficiente para que los ingredientes no ingresen por separado al camión mezclador.

Una vez transferida la cantidad de mezcla al camión mezclador, a la velocidad de mezclado especificada, es necesario que cumpla los requisitos de uniformidad del concreto indicados en el Anexo A. Los ensayos de desempeño de las mezcladoras se deben realizar de acuerdo con los numerales 11.3.3 y 11.3.3.3. Si se requiere de giros adicionales del dispositivo mezclador, éstos se deben realizar a la velocidad de agitación especificada.

11.5 Concreto mezclado en camión. Es un concreto que es completamente mezclado en camión, entre 70 revoluciones y 100 revoluciones a la velocidad de mezclado establecida por el productor, para garantizar la uniformidad del concreto como se indica en el Anexo A. Los ensayos de uniformidad se deben llevar a cabo de acuerdo con el numeral 11.5.1, y si los requisitos de uniformidad, una vez todos los materiales que estén en el dispositivo mezclador incluida el agua no son obtenidos luego de 100 revoluciones, el camión mezclador no se debe emplear hasta que esta condición sea corregida, excepto como se establece en el numeral 10.5. Cuando se ha obtenido el desempeño satisfactorio para un camión mezclador, el desempeño de mezcladoras con diseño substancialmente igual y con la misma condición de las aletas, puede considerarse también satisfactorio. Las revoluciones adicionales por encima del número establecido para obtener la uniformidad del concreto, deben darse sin alterar la velocidad de mezclado.

11.5.1 Muestreo para la uniformidad del concreto producido en camiones mezcladores. El concreto se debe descargar a un ritmo normal de operación por la mezcladora bajo ensayo sin obstruir o retardar la salida del concreto. Se deben tomar muestras separadas, cada una de 0,1 m³, aproximadamente, tomadas entre el 15 % y el 85 % de la carga (véase la Nota 14). Estas muestras se deben tomar dentro de un tiempo límite de 15 min. de acuerdo con la NTC 454, y se deben guardar separadamente para que representen puntos específicos de la mezcla, en lugar de combinarlas para formar una mezcla compuesta. Entre muestras, cuando sea necesario mantener el asentamiento, la mezcladora se debe girar a la velocidad normal de agitación.

Durante el muestreo, el recipiente debe recibir la descarga plena de la canal. Se debe contar con suficiente personal disponible para efectuar rápidamente los ensayos que se requieran. Se debe evitar la segregación durante el muestreo y la manipulación posterior. Cada muestra se debe remezclar durante un tiempo mínimo para asegurar uniformidad antes de que sean fundidos los especímenes para un ensayo particular.

11.6 Cuando un camión agitador o mezclador es utilizado para el transporte de concreto que se ha mezclado completamente en una mezcladora estacionaria, cualquier giro durante el transporte debe hacerse a la velocidad de agitación diseñada por el fabricante del equipo.

11.7 Cuando un camión mezclador, camión agitador o un equipo destinado para la mezcla de concreto sea aprobado para mezclar o despachar concreto, no se le debe adicionar agua o aditivo al concreto ni del sistema de agua del camión, ni de ninguna otra parte después de la introducción inicial del agua de amasado de la bachada, excepto cuando al llegar al sitio de la obra el asentamiento del concreto sea menor que el especificado. Dicha agua (o eventualmente un aditivo) para obtener el asentamiento dentro de los límites requeridos se debe inyectar dentro de la mezcladora bajo la presión y dirección de flujo adecuadas, de tal modo que se cumplan los requisitos de uniformidad especificados en el Anexo A. El dispositivo mezclador o las cuchillas se deben rotar adicionalmente 30 revoluciones o más si fuese necesario, a la velocidad de mezclado, hasta que la uniformidad del concreto esté dentro de estos límites. No se debe adicionar agua o aditivo a la mezcla en ningún momento posterior. La descarga del concreto se debe realizar dentro de la 1½ h siguiente, o antes de que el dispositivo mezclador haya dado 300 revoluciones, lo que se cumpla primero, después de la introducción del agua de mezclado al cemento y los agregados o de la introducción del cemento a los agregados. Estas limitaciones pueden ser descartadas por el comprador si el concreto tiene un asentamiento tal que después de transcurrido un tiempo de 1½ h o de haberse pasado el límite de las 300 revoluciones, pueda ser colocado, sin la adición de agua a la mezcla. En clima cálido, o bajo condiciones que contribuyan al endurecimiento rápido del concreto, un tiempo menor a la 1½ h puede ser especificado por el comprador.

11.8 El concreto entregado en clima frío debe tener una temperatura mínima de aplicación según lo indicado en la siguiente tabla: (el cliente debe informar al productor el tipo de construcción en donde se va a utilizar el concreto).

Tabla 2. Temperatura mínima de aplicación del concreto

Menor dimensión de los elementos por fundir en mm	Temperatura mínima °C
< 300	13
300 – 900	10
900 – 1 800	7
> 1 800	5

La temperatura máxima del concreto producido con agregados calientes, agua caliente, o ambos, no debe exceder de 32 °C en ningún momento durante su producción o transporte.

NOTA 15 Cuando se utiliza agua caliente puede ocurrir endurecimiento rápido si ésta es adicionada directamente al cemento. Información adicional sobre producción de concreto en climas fríos está contenida en la ACI 306R.

11.9 El productor debe entregar el concreto en clima cálido con temperaturas lo más bajas posibles, sujeto a la aprobación del cliente.

NOTA 16 En algunas situaciones se puede experimentar dificultad cuando la temperatura del concreto llega a los 32 °C. Se puede encontrar información adicional en el Manual de Concreto del Bureau of Reclamation y en la ACI 305R.

11.10 Concreto mezclado en obra. Cuando se produzca concreto en obra, se deben seguir las recomendaciones de volumen de mezclado, velocidad y tiempo sugeridas por el fabricante del equipo para obtener bachadas uniformes de concreto; igualmente se deben efectuar las pruebas de acuerdo con el Anexo A para asegurar la uniformidad de la mezcla obtenida con los parámetros antes descritos.

12. USO DE EQUIPO NO AGITADOR

12.1 El concreto se puede transportar en equipo no agitador aprobado por el cliente. Las proporciones del concreto también deben ser aprobadas por el cliente aplicando las siguientes limitaciones:

12.2 El recipiente del equipo no agitador debe ser liso, impermeable y los contenedores metálicos, equipados con compuertas que permitan el control de la descarga del concreto. Cuando lo requiera el cliente, se deben proveer cubiertas para la protección contra el clima.

12.3 El concreto se debe entregar en el sitio de la obra completamente mezclado y descargado con un grado satisfactorio de uniformidad, como se prescribe en el Anexo A.

12.4 Los ensayos de asentamiento en muestras individuales tomadas entre el 15 % y el 85 % de la descarga de la bachada se pueden realizar para una verificación rápida del grado probable de uniformidad (véase la Nota 14). Esas dos muestras se deben tomar en un lapso no mayor de 15 min. Si difieren en más de lo especificado en la Tabla A, el equipo no agitador no se debe emplear, a menos que sean corregidas las condiciones según lo previsto en el numeral 12.5.

12.5 Si no se cumplen los requisitos del Anexo A, cuando el equipo no agitador se opera para el tiempo máximo de transporte, y con el concreto mezclado el tiempo mínimo, el equipo debe seguir siendo utilizado para viajes más cortos, o para tiempos de mezclado más largos, o en las combinaciones necesarias que resulten en el cumplimiento de los requisitos del Anexo A.

13. COMPROBANTE DE ENTREGA O DOCUMENTO QUE AVALE LA FABRICACION DEL CONCRETO

Este numeral se aplica para cualquiera de las alternativas de producción descritas en el numeral 4 del presente documento.

13.1 El productor debe entregar al cliente, con cada despacho de concreto y antes de la descarga en el sitio, un comprobante de entrega o documento que avale la fabricación del concreto que contenga la siguiente información:

13.1.1 Nombre del productor, planta o sitio de producción y su número de identificación.

13.1.2 Número consecutivo del comprobante de entrega o fabricación.

13.1.3 Fecha.

13.1.4 Nombre del cliente, nombre de la obra y su dirección.

13.1.5 Cantidad de concreto, en m³.

13.1.6 Tipo de concreto de acuerdo con la designación y código de la mezcla de concreto de acuerdo con la especificación técnica solicitada por el cliente.

13.1.7 Resistencia especificada en MPa (véase el numeral 17).

13.1.8 Tamaño máximo del agregado grueso.

13.1.9 Hora de cargue o del primer contacto del cemento y los agregados.

13.1.10 Espacio para consignar la hora de llegada del concreto al sitio de descarga.

13.1.11 Hora de inicio de la descarga.

13.1.12 Asentamiento especificado.

13.1.13 Número del camión y nombre (código) del conductor cuando aplique.

13.1.14 Indicación expresa de que se requiere agregar agua o aditivos en la obra y espacio para consignar las cantidades respectivas

13.1.15 Espacio para la firma y sello del cliente. (Avala toda la información consignada en el recibo).

NOTA 17 En el caso de pequeñas bachadas únicas (menores a 1 m³), se puede implementar un sistema de registro parcial que permita hacer la correspondiente trazabilidad, de modo que se pueda realizar la consolidación al final de la jornada de trabajo.

13.2 Cuando el cliente lo requiera, el productor debe estar en capacidad de suministrar la información del anexo B.

14. INSPECCIÓN EN PLANTA O EN OBRA

14.1 El productor debe proporcionar al cliente, sin costo adicional, todos los medios razonables, para efectuar los controles necesarios en las instalaciones de producción y la toma de las muestras necesarias para determinar si el concreto está siendo elaborado de acuerdo con esta norma. Todo ensayo e inspección se debe efectuar de modo que no interfiera con la fabricación y la entrega del concreto.

15. MÉTODOS DE MUESTREO, ENSAYOS E INFORMES

15.1 Los ensayos sobre el concreto se llevan a cabo de acuerdo con los métodos contenidos en las siguientes normas:

15.1.1 NTC 550 (ASTM C31). Cilindros de concreto tomados en las obras para ensayos de compresión. Elaboración y curado (curado húmedo).

15.1.2 NTC 673 (ASTM C39). Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto.

15.1.3 NTC 1926 (ASTM C138). Concreto. Determinación de la masa unitaria, rendimiento y contenido de cemento y aire.

15.1.4 NTC 1028 (ASTM C173). Determinación del contenido de aire en concreto fresco. Método volumétrico.

15.1.5 NTC 1032 (ASTM C231). Determinación del contenido de aire en concreto fresco. Método de presión.

15.1.6 NTC 396 (ASTM C143). Método de ensayo para determinar el asentamiento de concreto.

15.1.7 NTC 454 (ASTM C172). Concreto fresco. Toma de muestras.

15.1.8 NTC 3357 (ASTM C1064). Método de ensayo para determinar la temperatura del concreto fresco.

15.1.9 NTC 2871 (ASTM C78). Método para determinar el esfuerzo a flexión del concreto.

15.1.10 NTC 5551 Concretos. Durabilidad de estructuras de concreto.

15.2 El laboratorio de ensayo que realice los ensayos de aceptación del concreto debe estar acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio o cumplir con las especificaciones de la norma ASTM C1077.

15.3 Los informes de laboratorio de los resultados de ensayos del concreto usados para determinar el cumplimiento de esta especificación deben incluir una declaración de que todos los ensayos realizados por el laboratorio o sus agentes están en concordancia con los métodos de ensayo aplicables y se deben anotar todas las desviaciones conocidas de los procedimientos prescritos (véanse las Notas 17 y 18). Los informes deben mencionar cualquier parte de los métodos de ensayo no realizada por el laboratorio.

NOTA 18 Apartarse de los métodos de ensayo normalizados puede tener efectos adversos sobre los resultados de los ensayos.

NOTA 19 El cambio en las condiciones de curado normalizadas (humedad y temperatura) descritos en la NTC 550, usualmente conducen a resultados de ensayos con baja resistencia. Tales desviaciones pueden invalidar el uso de dichos resultados como base para el rechazo del concreto.

16. MUESTREO Y ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO

16.1 El constructor debe proporcionar al cliente o su representante, la ayuda y el acceso necesario para la obtención de muestras del concreto fresco, en el momento de la colocación, con el objeto de determinar su conformidad con esta norma.

16.2 Las personas que tomen las muestras y aquellas que analicen los resultados de ensayos de acuerdo con esta norma, deben tener conocimiento y evidenciar competencia para realizar estas labores.

16.3 Las muestras de concreto se deben obtener de acuerdo con la NTC 454, excepto cuando se tomen para determinar la uniformidad del asentamiento dentro de cualquier bachada o carga de concreto (véanse los numerales 10.4, 11.3.3, 11.5.1 y 12.4).

16.4 Los ensayos de asentamiento, contenido de aire y temperatura se deben realizar en el momento de la colocación y a juicio del cliente o su representante cuando sea necesario como elemento de control. Estos ensayos deben ser realizados cuando se especifique y siempre que se tomen especímenes para evaluar resistencia.

16.5 Las muestras para el ensayo de resistencia que califica el concreto en la obra, así como para los ensayos de asentamiento, temperatura y contenido de aire correspondientes a cada clase de concreto que la obra consume, se deben tomar aleatoriamente y de acuerdo a los criterios del Capítulo C 5.6. de la NSR-98.

La frecuencia de muestreo del productor está determinada por la calificación obtenida con la Tabla 4 (normas para el control del concreto) de la NTC 2275.

Si se obtienen calificaciones de “bueno” a “pobre” se toma mínimo una vez por día o por lo menos una vez por cada 60 m³ de producción; si el control resulta de “muy bueno” a “excelente” el proveedor puede, mediante la aplicación de criterios estadísticos, determinar la frecuencia de muestreo siempre y cuando demuestre a través de su historia de control que ha permanecido estable o ha reducido su desviación y que el número de datos que genera, le permite mediante la evaluación de los resultados de resistencia, cumplir con la resistencia promedio requerida del concreto a la compresión (f'_{cr}) en cada tipo de concreto de línea.

Cuando el producto sea especial y su producción poco frecuente, se debe muestrear según el criterio del responsable, previa justificación de la decisión. La población que conforma el análisis de la resistencia promedio requerida del concreto a la compresión (f'_{cr}) debe cumplir con las exigencias de la NSR 98 Capítulo C 5.2 y C 5.3

16.6 Si el asentamiento o el contenido de aire medidos resultan por fuera de los límites especificados, se debe hacer un ensayo de verificación inmediatamente sobre otra porción de la misma muestra. En el evento de un segundo incumplimiento, se debe considerar que el concreto no ha cumplido los requisitos de la especificación.

17. RESISTENCIA

17.1 Cuando se usa la resistencia como base de aceptación del concreto, los especímenes normalizados deben ser elaborados por un tomador de muestras calificado, de acuerdo con la NTC 454 y NTC 550. Las muestras se deben curar en condiciones controladas de humedad y temperatura, de acuerdo con lo establecido en dichas normas. El laboratorio que realice los ensayos de aceptación del concreto debe estar acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio o cumplir con las especificaciones de la norma ASTM C1077 y el ensayo se debe realizar de acuerdo con la NTC 673.

17.2 Cada valor de resistencia obtenido a la edad especificada en los numerales 4.2.1.1 y 4.4.1.1, debe ser el resultado del promedio de por lo menos dos cilindros normalizados y representativos de una misma mezcla. (Véase la Nota 19). Si un cilindro presenta evidencia definitiva de baja resistencia respecto a los demás, debido a un muestreo, moldeado, manejo, curado o ensayo inadecuado, se debe descartar y la resistencia de los cilindros restantes es considerada como el resultado del ensayo.

Si la diferencia entre los resultados de cilindros de una misma muestra, ensayados a la misma edad, con los mismos procedimientos, equipo y operarios, supera el 10 % de la resistencia media de las muestras, el ensayo se debe descartar.

NOTA 19 Se pueden realizar ensayos adicionales a otras edades para obtener información acerca de la evolución en el desarrollo de resistencia, verificar la efectividad del curado y protección del concreto o para determinar el tiempo de remoción de formaletas cuando la estructura se va a poner en servicio. Los cilindros elaborados para este efecto se curan de acuerdo con la NTC 550.

17.3 El representante del cliente debe cerciorarse y registrar el número del comprobante de entrega del concreto y la localización exacta en la obra de la carga representada por la muestra que se va a someter a un ensayo de resistencia.

17.4 De acuerdo con los requisitos de esta norma, el promedio de todos los ensayos de resistencia que representen cada clase de concreto deben ser suficientes para asegurar que cumplen simultáneamente los siguientes dos requisitos (véase la Nota 20):

17.4.1 Los promedios de todos los conjuntos de tres resultados consecutivos de ensayos de resistencia, deben ser mayores o iguales al valor especificado para f'_c .

17.4.2 Ningún resultado individual de los ensayos de resistencia (promedio de dos cilindros), debe estar 3,5 MPa por debajo de la resistencia especificada f'_c (véase NSR-98).

NOTA 20 Debido a variaciones en los materiales, operaciones y ensayos, el promedio de resistencia para cumplir estos requisitos es sustancialmente mayor que la resistencia especificada. La cantidad en exceso depende de la desviación estándar de los datos de los ensayos y del coeficiente de modificación con que es afectada, de acuerdo con lo establecido por la NSR-98. Estos valores se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Coeficiente de modificación para la desviación estándar cuando hay disponibles menos de 30 ensayos**

Número de ensayos*	Coeficiente de modificación
Menos de 15	***
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30, o más	1,00

* Se puede interpolar entre el número de ensayos.
** La desviación se modifica para determinar la resistencia promedio requerida f'_{cr} .
*** Para concretos con resistencia menor a 21 MPa la resistencia promedio requerida f'_{cr} debe ser mayor a la especificada en 7,0 MPa. Si la resistencia está comprendida entre 21 MPa y 35 MPa el incremento debe ser 8,5 MPa, y si es superior a 35 MPa el incremento debe ser 10 MPa.

18. INCUMPLIMIENTO EN LOS REQUISITOS DE RESISTENCIA

En caso que exista duda de la calidad del concreto en la estructura, y que este haya sido analizado de acuerdo con la metodología establecida en los literales C.5.6.2. Ensayo de muestras curadas en el laboratorio, literal C.5.6.4. investigación de los ensayos bajos de resistencia de la NSR-98 y el numeral 4.6 Rechazo de cilindros dudosos de la NTC 2275, y que el resultado del ensayo de los especímenes estándar indique que no se alcanzó la resistencia esperada, (responsabilidad del productor, siempre y cuando las muestras de concreto hayan sido tomadas, curadas y ensayadas de conformidad con lo establecido en el numeral 17 de esta norma, y el curado de la estructura evaluada de acuerdo a los requisitos establecidos en el literal C.5.6.3 Ensayo de muestras curadas bajo condiciones de campo de la NSR-98), o porque existan evidencias de incumplimiento sobre los procedimientos de toma, curado y ensayo de muestras, colocación, compactación, vibrado, acabado y curado del concreto (responsabilidad del usuario), se permite la comprobación de dicha calidad mediante el ensayo de núcleos de concreto extraídos de la parte de la estructura en la que se colocó el concreto de cuya calidad se cuestiona de acuerdo con lo especificado en los literales C.5.6.4. Investigación de los resultados bajos en los ensayos de resistencia de la NSR 98.

18.1 En el caso de que el concreto ensayado, de acuerdo con los requisitos del numeral 17, no cumpla con los de resistencia de esta norma, el productor del concreto y el cliente deben llegar a un acuerdo para realizar ensayos de pulso ultrasónico o índice esclerométrico, o ambos, de acuerdo con los procedimientos de ensayo de la norma ASTM C597 y NTC 3692 respectivamente, como método para investigar los resultados en los ensayos de resistencia. Estos resultados se deben tomar como una orientación y no como valores definitivos.

18.2 En caso de confirmarse que el concreto es de baja resistencia y los cálculos indican que la capacidad de carga se ha reducido significativamente, se debe recurrir al ensayo sobre núcleos extraídos de la zona en duda, de acuerdo con la NTC 3658. En tal caso, deben tomarse tres núcleos por cada ensayo cuya resistencia obtenida esté 3,5 MPa por debajo de la especificada.

18.3 En caso de que el concreto de la estructura vaya a estar seco durante las condiciones de servicio, los núcleos deben secarse al aire a una temperatura entre 15 °C y 30 °C y humedad relativa menor del 60 % durante 7 d antes del ensayo y se deben ensayar secos. Si el concreto de la estructura va a estar más que superficialmente húmedo durante las condiciones de servicio, los núcleos deben sumergirse en agua por lo menos durante 40 h, y ensayarse húmedos.

18.4 El concreto de la zona representada por los núcleos es estructuralmente adecuado, si el promedio de los tres núcleos resulta por lo menos igual al 85 % de f'_c y ningún núcleo es menor al 75 %. Para verificar la precisión del ensayo, se pueden volver a ensayar los lugares que presenten resultados dudosos. Para mayor claridad véase la NTC3658.

18.5 Si lo indicado en el numeral 18.4 no se cumple, y la seguridad estructural permanece en duda, el ingeniero puede ordenar que se realicen ensayos de carga, como los descritos en la NSR-98, para la parte dudosa de la estructura, o tomar otra medida adecuada a las circunstancias.

18.6 Si una vez cumplidos los pasos establecidos por la NSR-98, no hay solución satisfactoria en cuanto al cumplimiento de la resistencia del concreto, se procede a convocar una comisión compuesta por tres ingenieros de reconocido prestigio; uno de los cuales debe ser nombrado por el productor, otro por el cliente y el último elegido por estos dos miembros. La decisión tomada por esta comisión se debe acoger, excepto cuando sea modificada por la justicia.

NOTA 21 Los núcleos extraídos evalúan no sólo la calidad del concreto sino también la calidad del manejo, la colocación, el vibrado y el curado del concreto en la estructura.

18.7 En el caso que no haya acuerdo entre las partes, el costo generado por los ensayos requeridos, es asumido de la siguiente manera: por el productor si el concreto no es estructuralmente adecuado, o por el reclamante si el concreto resulta estructuralmente adecuado, según el numeral 18.4.

19. CURADO

El curado defectuoso en una estructura causa:

- Un defecto de hidratación del material cementante que impide obtener la resistencia mecánica potencial del material.
- Una estructura superficial del concreto fácilmente atacable y que permite el paso de los agresores del medio.

- Fisuración temprana.

Cuando no sea posible curar con agua fría, el uso de membranas de curado, se constituye en una alternativa.

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad de fisuras por retracción en los pavimentos rígidos, se deben monitorear las condiciones de obra con el fin de reconocer momentos críticos donde la evaporación de agua supera $1,0 \text{ kg/m}^2/\text{h}$ haciendo uso del ábaco descrito por el ACI 308 (véase la Figura 1).

Cuando la tasa de evaporación excede $1,0 \text{ kg/m}^2/\text{h}$ deben ser tomadas medidas excepcionales para prevenir la pérdida excesiva de humedad de la superficie del concreto en estado plástico. Cuando ésta no es prevenida pueden aparecer fisuras por retracción.

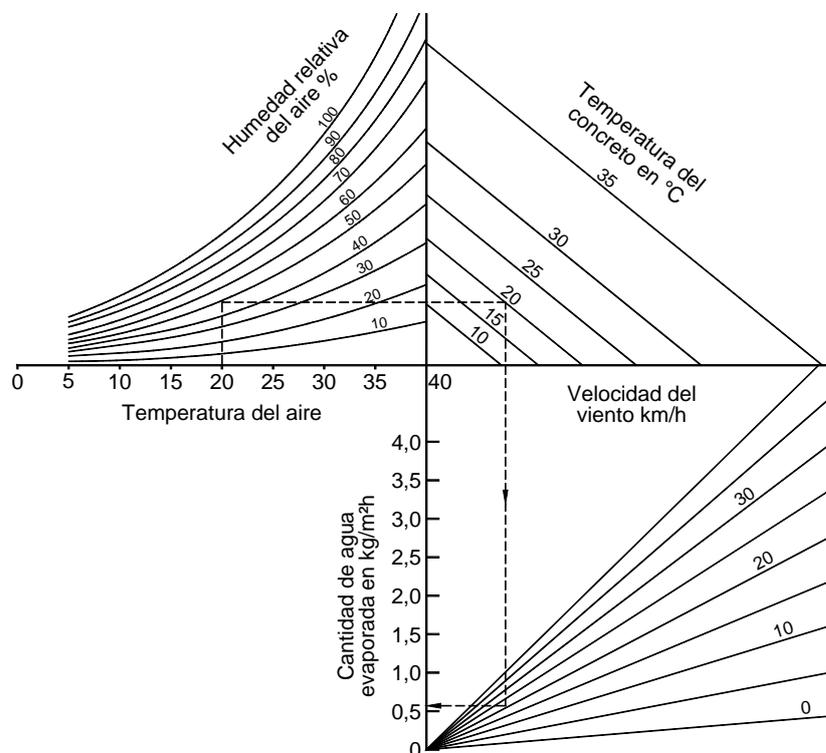


Figura 1. Abaco

Sin embargo se considera como limite mínimo razonable sobre el cual deben llevarse a cabo medidas preventivas, cuando la evaporación supera los $0,5 \text{ kg/m}^2/\text{h}$.

19.1 CURADO INICIAL DEL CONCRETO

Cuando la estructura esté sometida a severas condiciones ambientales, el ACI 308, recomienda efectuar el curado inicial del concreto mediante las siguientes actividades:

- Erigir barreras de viento.
- Utilizar productos retardadores de evaporación en dilución con una niebla sobre la superficie del concreto en el caso de pisos y placas de concreto antes y durante las labores de acabado del concreto.

19.2 CURADO FINAL DEL CONCRETO

El curado final se debe aplicar cuando el concreto ya ha endurecido y puede efectuarse mediante riego continuo de agua o aplicación de membranas curadoras.

Los compuestos curadores deben ser sustancias que una vez aplicadas sobre la superficie del pavimento y evaporado el vehículo (agua o solvente) están en capacidad de formar una membrana con el fin de reducir la evaporación de agua de la superficie de la estructura y deben cumplir la NTC 1977.

20. PALABRAS CLAVE

20.1 Precisión; cemento hidráulico; certificación; concreto; balanzas; ensayo.

ANEXO A
(Normativo)**REQUISITOS DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO**

A.1 La variación dentro de una bachada como se establece en la Tabla A se debe determinar para cada propiedad enumerada como la diferencia entre el valor más alto y el más bajo, obtenidos de las diferentes proporciones de la misma bachada. Para esta norma la comparación se hace entre dos muestras que representen la primera y la última porción de la bachada en ensayo. Se considera que el concreto es uniforme dentro de los límites de esta norma cuando cumple cinco de los seis ensayos enumerados en la Tabla A.

A.2 El contenido de agregado grueso, usando el ensayo de lavado por arrastre se debe calcular mediante la siguiente expresión:

$$P = \left(\frac{c}{b} \right) \times 100$$

en donde

- P = la masa en % de agregado grueso en el concreto.
- c = la masa del agregado retenido en el tamiz de 4,75 mm, en condición saturado y superficialmente seco, obtenido del lavado de todo el material más fino que dicho tamiz, presente en el concreto fresco, (kg).
- b = la masa de la muestra de concreto fresco en recipientes de masa unitaria, (kg).

A.3 La masa unitaria del mortero libre de aire se debe calcular mediante la siguiente expresión:

$$M = \frac{b - c}{V - \left(\frac{VA}{100} + \frac{c}{G} \right)}$$

en donde

- M = masa unitaria del mortero libre de aire, (kg/m³).
- b = masa de la muestra de concreto en el recipiente de masa unitaria, (kg).
- c = masa del agregado retenido en el tamiz 4,75 mm en estado saturado y superficialmente seco (SSS), (kg).
- V = volumen del recipiente unitario, en m³.
- A = contenido de aire del concreto, en %, medido de acuerdo con las NTC 1028 ó NTC 1032, sobre la muestra en cuestión.
- G = densidad relativa del agregado grueso (SSS).

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3318 (Cuarta actualización)

Tabla A. Requisitos para uniformidad del concreto

Ensayo		Requisito expresado como la máxima diferencia permitida en resultados de ensayos de muestras tomadas en dos sitios en una bachada de concreto
1	Masa por m ³ , calculado para una base "sin aire", kg/m ³	16
2	Contenido de aire, volumen % del concreto.	1,0
3	Asentamiento en mm: Si el asentamiento promedio es 100 mm, o menos.	25
	Si el asentamiento promedio está entre 100 mm y 150 mm	38
4	Contenido de agregado grueso porción por masa de cada muestra retenida en el tamiz de 4,75 mm, %	6,0
5	Masa unitaria del mortero sin aire ^(A) , basado en el promedio comparativo para todas las muestras ensayadas, %	1,6
6	Resistencia a la compresión promedio a 7 d, para cada muestra ^(B) , con base en el promedio de resistencia para todos los especímenes de ensayo, %	7,5 ^(C)
(A)	Para el ensayo de variabilidad de los ingredientes para concretos se debe consultar la designación 26 Bureau of Reclamation Concrete Manual.	
(B)	Se deben fundir y ensayar no menos de tres cilindros por edad para cada una de las muestras.	
(C)	La aprobación tentativa de la mezcladora se debe condicionar de acuerdo con los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 d.	

ANEXO B
(Normativo)

PARÁMETROS PARA DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO

B.1 Para efectos de distribución del producto se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

B.1.1 El ciclo de la máquina, detallado en horas y minutos, de los siguientes pasos operativos del camión:

B.1.1.1 Sale de la planta.

B.1.1.2 Llega a la obra.

B.1.1.3 Inicia la descarga.

B.1.1.4 Termina la descarga.

B.1.1.5 Sale de la obra.

B.1.2 Asentamiento en el sitio de entrega.

B.1.3 El tipo de aditivos o adiciones, o ambos, que se incorporen en la obra.

B.1.4 Cantidad de agua adicionada en el sitio de entrega y responsable.

B.1.5 Demora, dejando constancia del atraso en la descarga, cuando se sobrepase los 30 min. después de llegado a la obra o de la adición de agua permitida.

B.1.6 Observaciones

ANEXO C
(Informativo)

BIBLIOGRAFÍA

C.1 Handbook 44 Specifications, Tolerances, and Other Technical Requirements for Commercial Weighing and Measuring Device.

C.2 Bureau of Reclamation Concrete Manual.

DOCUMENTO DE REFERENCIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Specification for Ready-Mixed Concrete. Philadelphia, 2004, 11p (ASTM C 94).