ENTENDIENDO EL CONCRETO

4

LAS DIFERENCIAS DE VOLUMEN

ENTRE LO CONTRATADO
Y LO RECIBIDO EN OBRA EN EL
CASO DEL CONCRETO PREMEZCLADO

Se explican los conceptos básicos en relación a los parámetros que afectan el volumen neto a ser despachado por los proveedores de concreto premezclado, sobre la base del marco técnico-legal vigente, y se detallan las precauciones y recomendaciones que deben asumir las partes involucradas para evitar conflictos que ocasionen reclamos por concreto faltante en las obras..

1.0 INTRODUCCIÓN

Los reclamos por volumen de concreto faltante constituyen una fuente de dolores de cabeza tanto para los contratistas como para los proveedores de concreto premezclado y paradójicamente se abordan por ambas partes con conceptos distorsionados y/o con desconocimiento de los parámetros que influyen en que no se suministre a la obra el volumen neto contratado.

Por ejemplo, así como cuando compramos un frasco de kétchup, mostaza o mermelada, nunca podemos extraer totalmente el contenido debido a que por la consistencia "pegajosa" de estos productos se adhieren a la superficie interna del recipiente y siempre queda una porción que no podemos retirar, en el caso del concreto es exactamente igual y hay una cantidad que siempre va a quedar en el camión y sólo saldrá cuando se lave internamente y es un desperdicio que nunca podrá usar el contratista.

Por otro lado, cuando un cocinero planifica un plato con una serie de ingredientes para una cantidad específica de comensales, y no toma en cuenta que las carnes y los líquidos se reducen con la cocción o que el aire que atrapan las masas con harina puede fugar y estas desinflarse, puede darse con la sorpresa que le faltó una porción para algún cliente, y esto le puede ocurrir al proveedor de premezclado si no domina los parámetros que controlan los diseños de mezcla y su volumen absoluto, y en vez de producir 1 m3 de concreto obtiene en la práctica un volumen menor.

Finalmente, todo aficionado a la repostería que debe usar una batidora sabe que hay una cantidad mínima de ingredientes que debe emplear para que se pueda realizar un mezclado eficiente, de otra manera la masa queda mal integrada y se adhiere una parte en el fondo del recipiente, y aunque parezca mentira, esto es lo que sucede cuando se preparan "saldos" de volumen muy pequeño en un camión de premezclado de 8 m3 y resulta que en el fondo queda concreto que nunca va a recibir el cliente.

Todos estos casos explicados con ejemplos domésticos los vamos a desarrollar y explicar a la luz de las normas y el sustento técnico correspondiente para que se entiendan estos conceptos en profundidad y esto contribuya a que se eviten o reduzcan en las obras los problemas derivados de reclamos por volumen faltante de concreto.



2.0 EL MARCO TÉCNICO - LEGAL EN RELACIÓN AL VOLUMEN DE CONCRETO QUE DEBE SUMINISTRAR UNA EMPRESA DE PREMEZCLADO

La Norma Técnica Peruana con fuerza de ley que rige el suministro de concreto premezclado en el Perú es la NTP 339.114-2012 "Concreto. Concreto Premezclado", que es de aplicación obligatoria tanto para las empresas como para los usuarios de concreto premezclado en nuestro país.

La norma indicada procede a su vez del estándar norteamericano ASTM C94/C94M "Standard Specification for Ready-Mixed Concrete" del cual es una traducción casi literal.

En lo concerniente al volumen a ser suministrado adjuntamos el texto del Acápite 5. de la norma aludida que define las pautas a tomarse en cuenta en este aspecto.

NORMA TECNICA PERUANA — NTP 339.114 — 6 de 34

5. BASES DE COMPRA

5.1 La unidad de medida, para la compra será el metro cúbico de concreto en estado fresco, tal como se descarga de la unidad de transporte

5.2 El volumen del concreto en estado fresco en una determinada mezcla, se determinará de la masa total de la mezcla dividida entre la densidad del concreto. La masa total de la mezcla se calculará como la masa neta del concreto tal como es despachado, incluyendo el agua total de mezclado, conforme se define en el capítulo 10.3. La densidad se determinará de acuerdo con el método de ensayo NTP 339.046. El rendimiento se determinará como el promedio de por lo menos tres mediciones, cada una sobre muestras tomadas de tres camiones mezcladores diferentes, utilizando el procedimiento dado en la NTP 339.036.

NOTA 1: Se debe considerar el volumen de concreto entregado y no el que se coloca debido al desperdicio , sobreexcavación o deformación de los encofrados, pérdida del aire incorporado o asentamiento de mezclas húmedas, que se pueden presentar, lo que puede aparentar un volumen menor que el esperado, nada de lo cual es responsabilidad del productor.

En cuanto a como se debe evaluar el volumen suministrado, en resumen se desprenden del texto los siguientes conceptos de aplicación obligatoria :

- La unidad de medida es el m3 en estado fresco.
- El volumen despachado se evalúa en estado fresco, no siendo aplicable el m3 endurecido.
- Se debe evaluar el volumen neto entregado por el proveedor, es decir el m3 neto suministrado en estado fresco, debiendo el proveedor de premezclado asumir los desperdicios derivados de su proceso de producción y transporte.
- El único método válido para verificar el volumen suministrado es mediante la determinación del peso total cargado en el mixer dividido entre el peso unitario medido en el sitio de descarga.
- No es aplicable para la determinación del volumen los metrados en planos, ni la medición física in-situ de encofrados o elementos endurecidos.
- Los desperdicios que son consecuencia del proceso constructivo no son responsabilidad del proveedor de premezclado.
- El proveedor de premezclado debe demostrar el volumen neto entregado mediante pruebas de rendimiento (mínimo : promedio de 3 pruebas en 3 suministros diferentes del mismo tipo de concreto).



3.0 FUENTES DE SUMINISTRO DE MENOR VOLUMEN DE CONCRETO POR PARTE DEL PROVEEDOR DE PREMEZCLADO

Las fuentes de falta de volumen de concreto en obra atribuibles al proveedor de premezclado se detallan a continuación :

3.1 Errores en las proporciones de la fórmula en los diseños de mezcla como consecuencia de la determinación deficiente de los parámetros físicos de los materiales (pesos específicos, humedades, absorciones, etc.) lo cual es verificable mediante la determinación del peso unitario y el rendimiento.

3.2 Retención de concreto en el mixer por adherencia de mortero en la superficie interna del mezclador.

3.3 Retención de concreto en el mixer por floculación y bolonería debidas a alta temperatura del cemento y carguío inadecuado en la planta.

3.4 Retención de concreto en el mixer por cargarlo con volumen inferior al mínimo recomendable, produciendo mezclado deficiente y adherencia de mortero en la superficie interna del mezclador.

Uno de los aspectos más importantes a tomar en cuenta es que cuanto mayor es el volumen total despachado, serán más notorios los faltantes de volumen, por lo que lo usual es que estos problemas saltan a la vista al final de proyectos grandes donde el contratista comprueba que ha comprado y consumido más volumen de concreto del que proyectó inicialmente.

Pasaremos a analizar técnicamente cada una de estas fuentes.

3.1 ERRORES EN LAS FÓRMULAS DE DISEÑO DE MEZCLA QUE UTILIZA EL PROVEEDOR DE PREMEZCLADO

Todos los métodos de diseños de mezcla de concreto se desarrollan sobre la base del balance de los volúmenes absolutos de los ingredientes a fin de lograr que la combinación de estos produzca 1 m3 en estado fresco, para lo cual se determinan en laboratorio sus pesos específicos en condición seca o saturada superficialmente seca y con estos valores se calculan las proporciones aplicando diferentes criterios técnicos.

Un factor adicional que influye también en el balance final es el aire atrapado.

Mientras se emplean los agregados que corresponden a los pesos específicos considerados en el cálculo y se controla que el contenido de aire del diseño de mezcla corresponda con el obtenido en la realidad, el productor de premezclado tiene controlado el volumen despachado.

Sin embargo, cada vez que el proveedor de premezclado utiliza plantas diferentes para el despacho de los concretos, y estas se abastecen de canteras diferentes, e incluso utiliza aditivos de diferentes proveedores, esto introduce mayores fuentes de error, y si no toma las previsiones para verificar con mucha frecuencia los pesos específicos de los insumos, contenidos de aire y rendimiento de sus mezclas, es usual que pierda el control de éstas y del volumen despachado.

En general los proveedores de premezclado suministran expedientes técnicos a sus clientes con formulaciones de diseños de mezcla muy generales, que no reflejan la realidad de la variabilidad innata a las diferentes plantas de producción, canteras y aditivos que emplean, así como los controles en estado fresco y endurecido que le permitan a sus clientes comprobar en detalle si están controlando adecuadamente sus mezclas y los volúmenes despachados.

Los contratistas tienen todo el derecho de solicitar el diseño de mezcla detallado por cada planta desde la cual le despacharán concreto, así como los controles de concreto fresco, parámetros físicos y rendimiento de las mezclas, de tal forma que puedan verificar en cualquier etapa del proceso de producción si su proveedor de premezclado ejecuta en la práctica el plan de calidad que declara en los documentos y no tendrá problemas por volumen faltante.

3.2 RETENCIÓN DE CONCRETO POR ADHERENCIA DE MORTERO AL INTERIOR DEL MEZCLADOR

Independientemente del volumen de concreto que se cargue en el mixer, la mezcla fresca tanto al ingresar al mezclador como cuando es descargada, impregna por adherencia y cohesividad la superficie interna del mismo, con una capa de mortero cuyo espesor es variable pero que se estima que es del orden del Tamaño Máximo de las partículas de arena, que en el caso de concreto premezclado corresponde al tamiz Nº 4 de 4.75 mm de abertura.

Los mezcladores sobre camión tienen diferentes capacidades, sin embargo, el más empleado en nuestro medio es el de 8m3 con sección cilíndrica tronco-cónica variable.

Los catálogos de los fabricantes no consignan ni el área interna, ni las dimensiones detalladas del mezclador, pues esto no es requerido por ninguna norma, sin embargo, si indican el volumen geométrico, diámetro de la sección cilíndrica y dimensiones externas generales que nos permiten calcular la superficie interna.

En efecto, en la Fig. 1 se incluyen los datos técnicos de mezcladores de la marca CIFA-Italia muy conocidos en nuestro medio, donde se han empleado los datos geométricos para estimar el área superficial interna asimilando la geometría a un cilindro de igual volumen.

Con este valor referencial hemos calculado el área interior así como el volumen y peso promedio de concreto que retiene un mixer típico de 8m3 de capacidad independientemente del volumen de carguío y que es del orden de 280 kg/viaje.

Durante los más de 30 años que hemos laborado en la industria del concreto premezclado, hemos hecho verificar muchas veces el peso de los sólidos que quedan como residuo en los mixers de 8 m3 luego de efectuarse el lavado en la planta, oscilando en el rango de 250 kg/viaje a 350 kg/viaje dependiendo de la mezcla, comprobándos en la práctica el cálculo anterior.

Esto nos indica pues que para que el cliente no se perjudique con este desperdicio y cumplir con la norma qie obliga a despacho de volumen neto, los proveedores de premezclado deberían incluir en la fórmula del diseño de mezcla un volumen adicional del orden del 1.5% al 3.9% dependiendo del volumen cargado para que no falte concreto en obra.

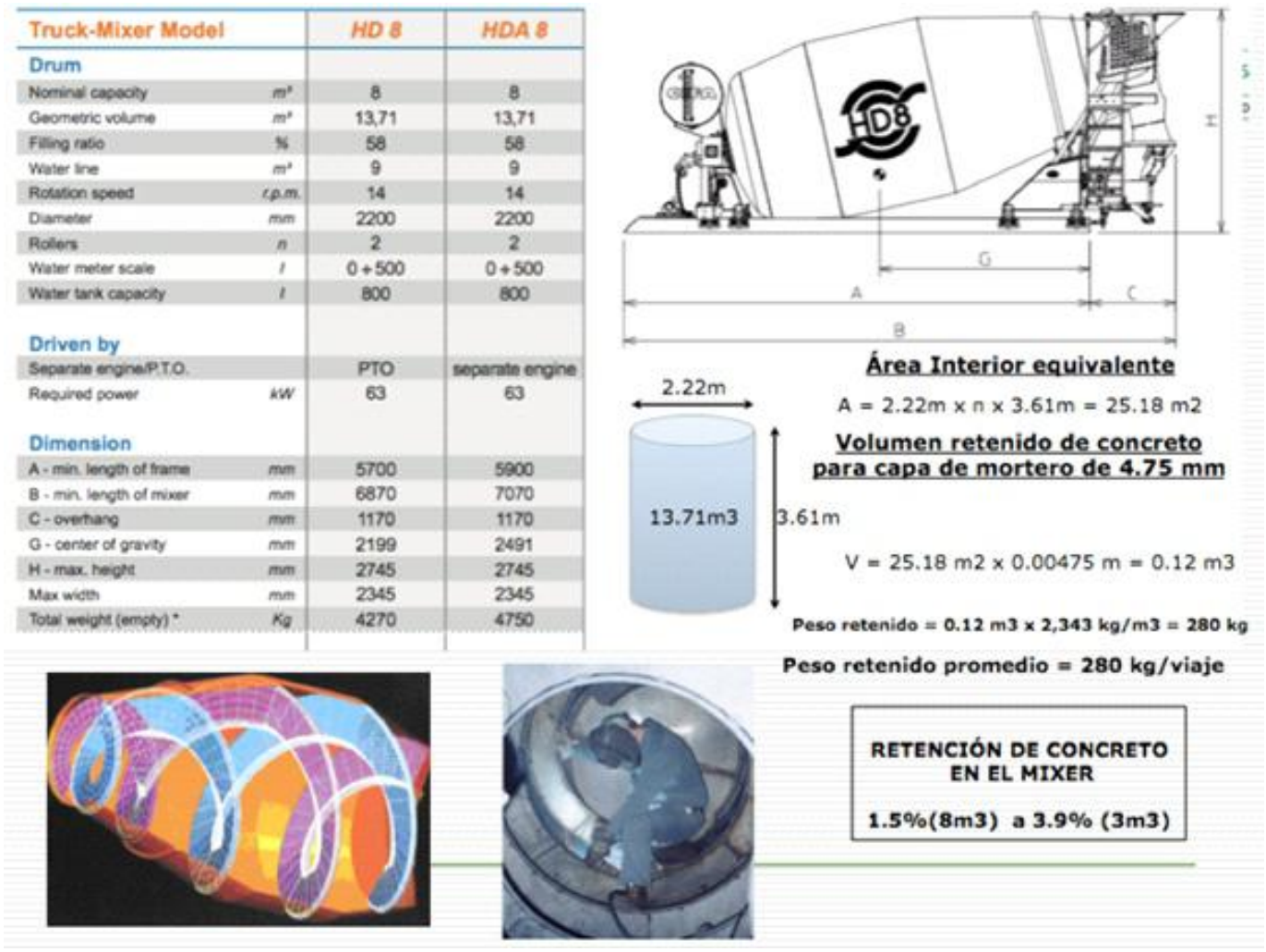


Figura Nº 1 - Cálculo de área interna y volumen de mortero retenido por adherencia.

3.3 RETENCIÓN DE CONCRETO POR FLOCULACIÓN Y BOLONERIA

El fenómeno ocurre cuando se emplea cemento muy fresco con temperatura mayor de 50 ºC. que al mezclarse con el agua y los agregados a menor temperatura durante la secuencia de carguío normal en la planta produce floculación y bolonería, evitando el mezclado uniforme.

No se puede calcular cuanto concreto puede quedar retenido en el mixer por adherencia debido a este fenómeno, ya que ello depende de la secuencia específica de carguío y la combinación particular de temperatura elevada del cemento y la de los componentes, habiendo casos en que puede llegar a 1 m3 por viaje.

No obstante, esta fuente de retención de concreto es detectable durante la descarga del concreto en vaciado directo o en concreto bombeado, por los bolones de mezcla seca que son visualmente apreciables en la estructura o en la rejilla de la "batea" de la bomba.

Cada vez que se detecte este problema en obra durante la descarga del concreto hay que considerar que hay un riesgo potencial de falta de volumen, además de las deficiencias obvias en falta de uniformidad y sectores de calidad dudosa si el concreto ingresa a la estructura en esta condición, por lo que no debe aceptarse en la obra concreto premezclado suministrado con estas irregularidades.

3.4 RETENCIÓN DE CONCRETO POR CARGUÍO INFERIOR AL VOLUMEN MÍNIMO PARA MEZCLADO EFICIENTE

Esta fuente de retención de concreto en el mixer se origina cuando se carga éste con muy poco volumen y la disposición de las paletas no permite un buen mezclado, y consecuentemente una parte de la mezcla se pega a la superficie interna y no llega a descargarse.

La razón técnica reside en que los mixers mezcladores están diseñados para que si se supera el 63% de su volumen interno no hay el espacio suficiente para que las paletas helicoidales integren eficientemente la mezcla, estableciendo este límite la Norma NTP 339.114-12 en el acápite 12.12, apreciándose en la Figura Nº 2 una ilustración de esto para un camión de volumen nominal 8 m3.

Si se recuerda el volumen geométrico reportado de 13.71 m3 para un mixer de volumen nominal 8m3 se comprueba que el fabricante ha aplicado la limitación indicada por la norma : 13.71 m3 x 0.63 = 8.63 m3 como volumen máximo de mezclado.

De igual manera, pese a que la Norma indicada no lo precisa, existe un volumen mínimo que puede cargarse en el mixer para que haya mezclado eficiente, por lo que en la Figura Nº 3, se puede observar que para un volumen de carguío del orden del 22% de la capacidad interna (3m3 para un camion de volumen nominal 8m3), la mitad de las paletas helicoidales aún pueden efectuar un mezclado eficiente.

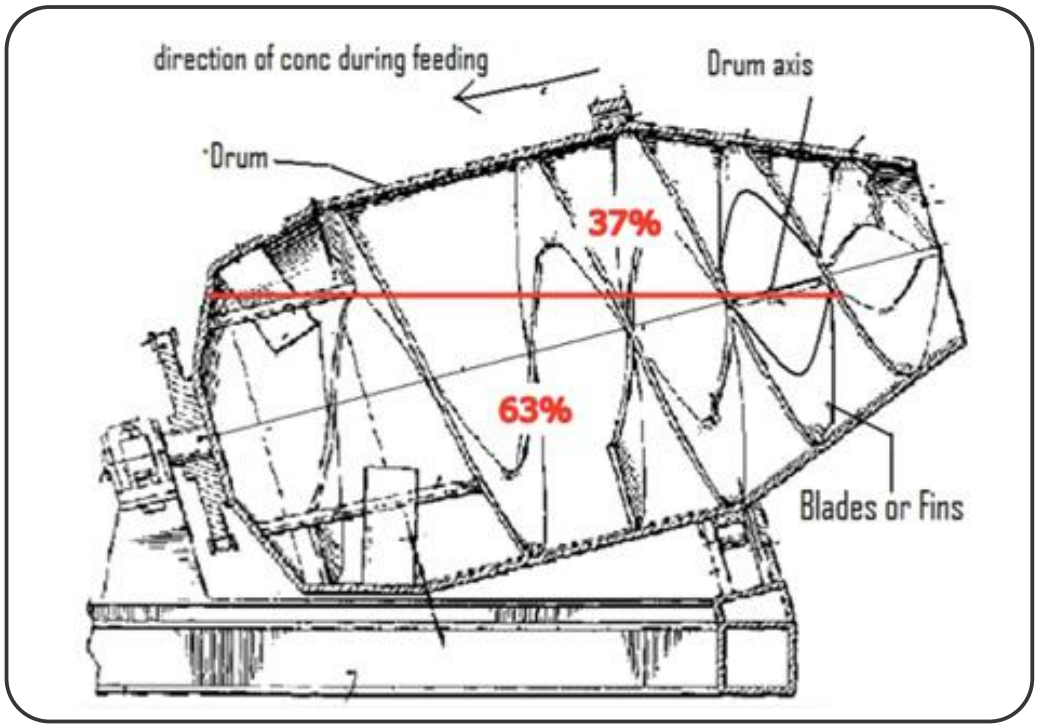


Figura Nº 2 - Disposición de carga total de concreto en camión de Volumen Nominal = 8m3

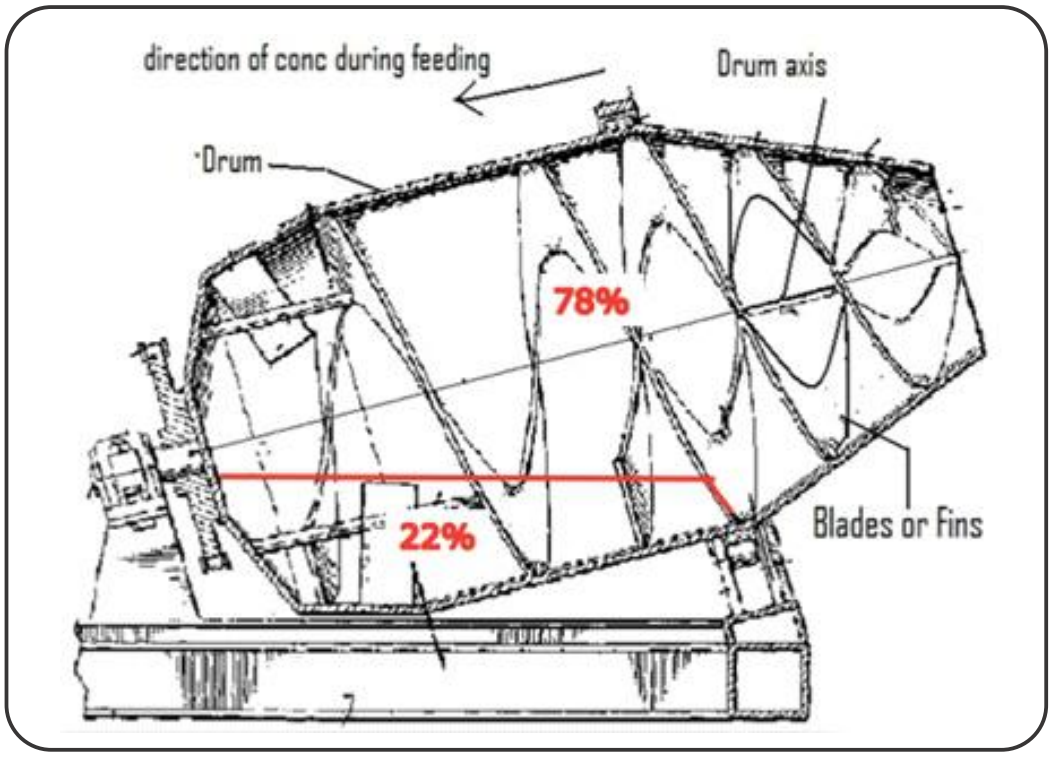


Figura Nº 3 - Disposición de carga de 3m3 de concreto en camión de Volumen Nominal = 8m3

Pero cuando se carga un camión de 8m3 con 2m3 o 1m3 (Figuras Nº 4 y Nº 5) sólo una paleta interviene en el mezclado no siendo suficiente para que la mezcla resulte uniforme e integre totalmente a los componentes.

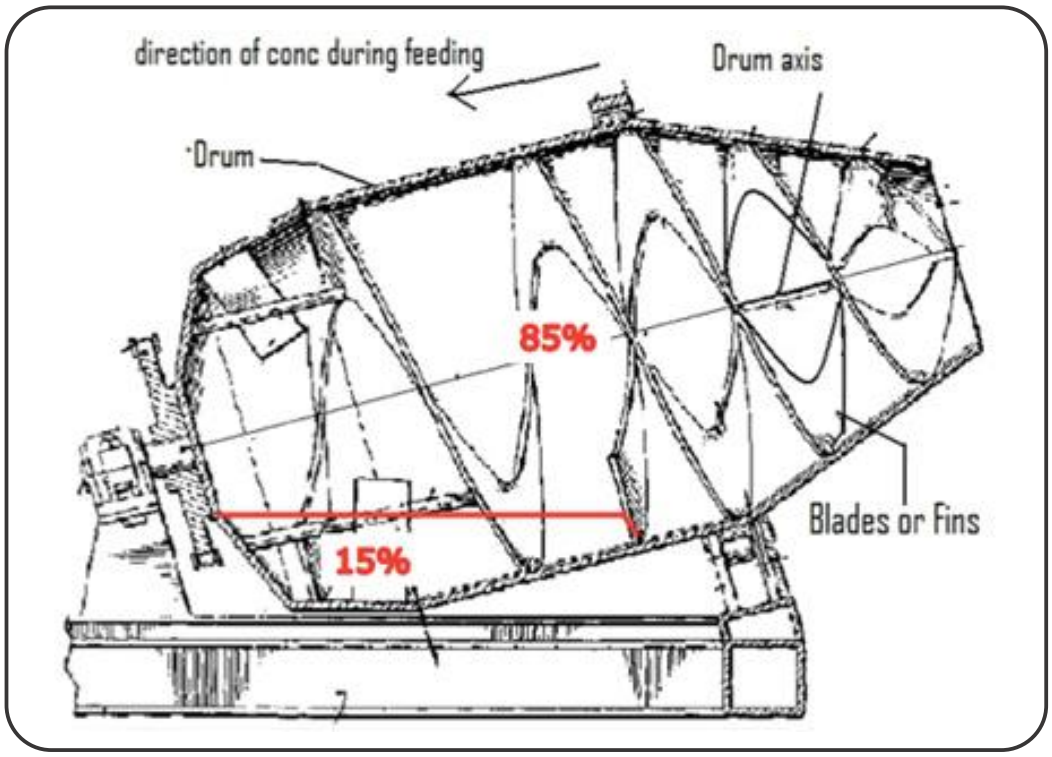


Figura Nº 4 - Disposición de carga de 2m3 de concreto en camión de Volumen Nominal = 8m3

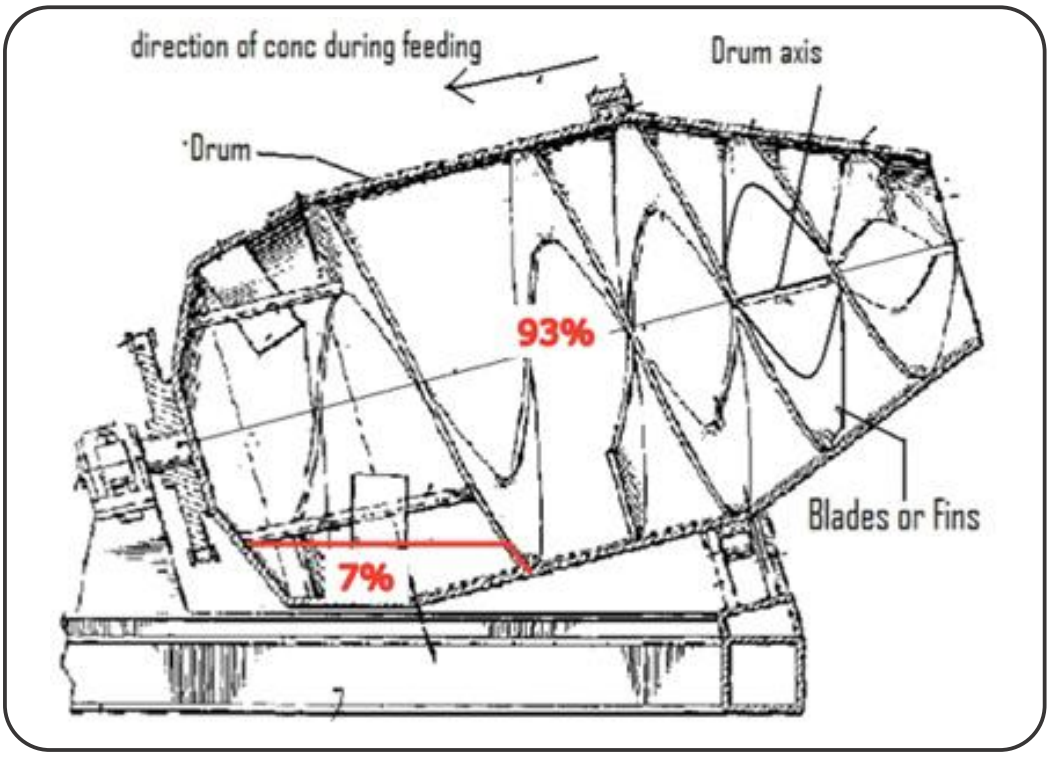


Figura Nº 5 - Disposición de carga de 1m3 de concreto en camión de Volumen Nominal = 8m3

Dependiendo del volumen, el diseño de mezcla, técnica de carguío y slump, pueden quedar retenidos entre 0.5 m3 a 1.0m3 por cada viaje con volumen inferior a 3m3 en un mixer de volumen nominal 8m3.

4.0 FUENTES DE DIFERENCIA EN VOLUMEN POR DESPERDICIOS DE CONCRETO ATRIBUIBLES AL CONSTRUCTOR

Aunque el marco legal constituido por la Norma NTP 339.114 sólo admite la verificación del volumen neto suministrado por el proveedor de premezclado a través de la medición del peso unitario, consideramos que es importante comentar las fuentes de desperdicio que son consecuencia del proceso constructivo, pues de ellas se derivan en muchos casos las diferencias entre los volumenes teóricos estimados por los constructores y los despachados a la obra.

Las principales fuentes son :

- Vaciados de estructuras contra terreno (muros de contención con sólo una cara encofrada, sustratos horizontales con poca precisión en nivelación).
- Vaciados de losas con poca precisión en el nivel de acabado : Una diferencia de 5 mm en el nivel final representa un volumen adicional de 0.5 m3 por cada 100 m2.
- Vaciados de placas y columnas con deformación del encofrado.
- Vaciados de aligerados con ladrillos rotos donde ingresa concreto.
- Vaciados con bomba (se pierde de 0.25m3 a 0.50m3 por vaciado debido al concreto adherido en la tubería y/o en la batea de remezclado).
- Desperdicios por caída de concreto de la manguera al hacer cambio de posición de la bomba durante los vaciados.
- Desperdicios por caída de concreto a los lados del encofrado de placas o columnas de sección pequeña.
- Metrados geométricos errados.



2.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El marco técnico-legal establecido por la Norma NTP 339.114-2012 precisa que el proveedor de premezclado debe suministrar el volumen neto contratado por el cliente, por lo tanto debe asumir los desperdicios y/o concreto que pueda quedar retenido en el equipo de mezclado como consecuencia del proceso de producción.

El único método validado por la NTP 339.114-2013 para verificar el volumen realmente despachado por el proveedor de premezclado es mediante la verificación del peso unitario en el sitio de obra, dividiendo el peso total registrado en la planta durante el carguío del mixer entre el peso unitario obtenido in-situ y comparándolo con el volumen teórico cargado.

Considerando que un camión de 8 m3 retiene en promedio por adherencia del orden de 300 kg de mezcla independientemente del volumen cargado, el proveedor de premezclado debe considerar en su diseño de mezcla este peso adicional para que el cliente reciba el volumen neto contratado.

No se deben admitir carguíos de menos de 3 m3 en mixers con volumen total de 8 m3 ya que ello ocasiona retención de concreto y diferencias de volumen en obra.

Sobre la base de lo anterior, es recomendable que los proveedores de premezclado no admitan el envío de saldos inferiores a 3 m3 por las dificultades técnicas mencionadas y en todo caso acuerden previamente con el cliente las implicancias comerciales derivadas.

No deben admitirse en obra suministros de concreto que muestren bolonería o porciones floculadas, pues son indicios de problemas potenciales de retención de concreto en el mixer y diferencias de volumen.

En proyectos que involucren el suministro de cientos o miles de m3 de concreto es recomendable que el cliente y el proveedor de premezclado concilien previamente al inicio de los suministros, la rutina y frecuencia de verificación de peso unitario y volúmenes de concreto realmente despachados para evitar problemas de diferencia de volumen posteriores.

Es conveniente también que en los proyectos antes mencionados, el proveedor de premezclado haga notar al cliente las fuentes potenciales de diferencia de volumen provenientes del proceso constructivo y que son de su exclusiva responsabilidad, para prevenir reclamos que no están avalados por la Norma NTP 339.114-2013 que sólo admite la verificación mediante el peso unitario en el sitio de obra.

Es recomendable que los proveedores de premezclado incluyan en el expediente técnico que deben suministrar a sus clientes, el detalle de los diseños de mezcla que emplearán en los suministros y las consideraciones técnicas que han tomado para contrarrestar las fuentes de desperdicio y/o retención de concreto en el mixer que se han detallado en el presente artículo, que pueden ocasionar que el cliente no reciba el volumen neto contratado.

Es fundamental que los proveedores de premezclado tengan establecida la trazabilidad que permita relacionar los registros de los carguíos en planta con cada suminsitro que llega a obra y las mediciones de peso unitario in-situ, para demostrar cuando lo requiera el cliente el cumplimiento del despacho del volumen neto determinado por la Norma NTP 339.114-2013.

