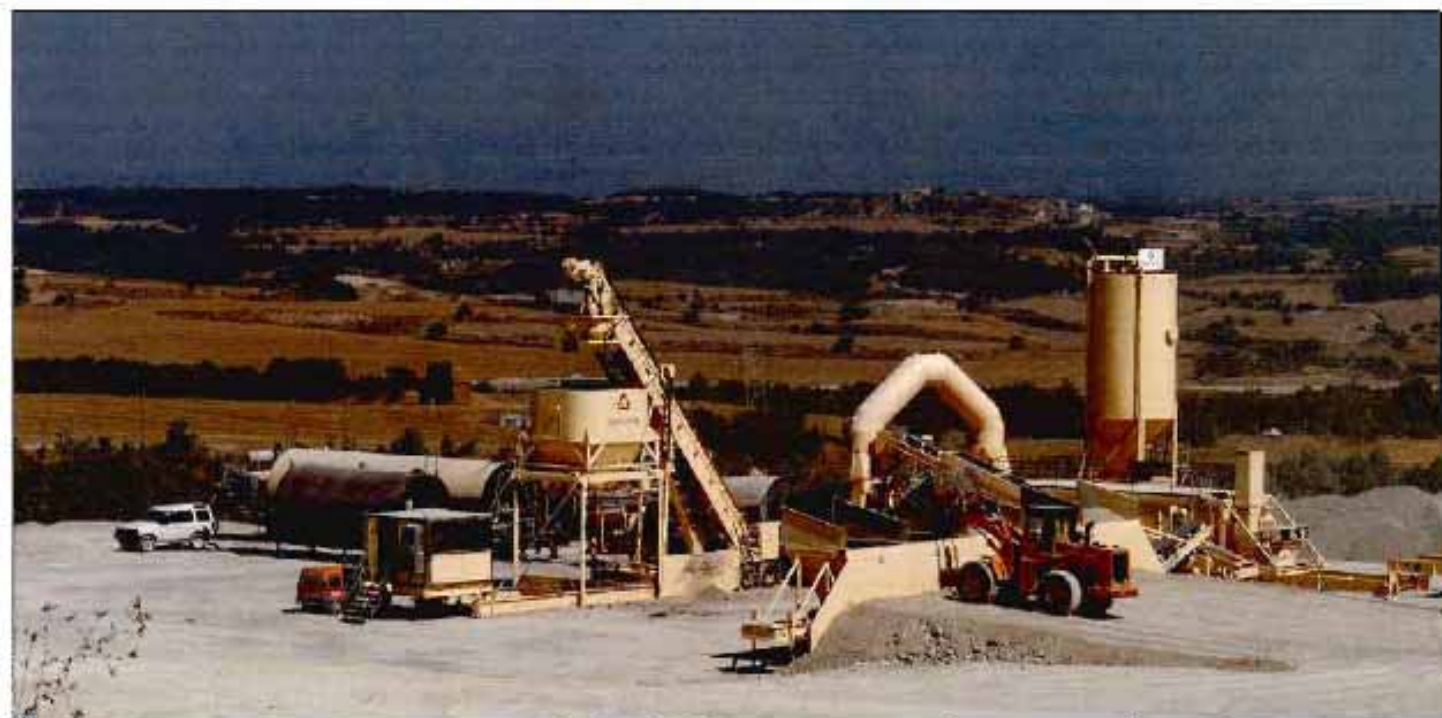


Instalaciones asfálticas.

Historia y principales diseños hasta el doble tambor



Por ANNA PARÍS MADRONA,
INSTALACIONES ASFÁLTICAS
SORIGUL, S.A.

Introducción

Las mezclas bituminosas convencionales son unos compuestos formados por áridos, de diferente gradación, betún (que actúa como material aglomerante), polvo mineral (el de los propios áridos o el procedente de aportación) y, en algunos casos, aditivos: tipo fibras, polímeros, asfaltos naturales, rejuvenecedores, etc.

Las mezclas bituminosas actuales, además de contener los componentes citados, permiten además la incorporación de material reciclado procedente del fresado de firmes: lo que constituye una alternativa de indudable interés que ha sido ya recogida en el artículo

22, *Reciclado en caliente de mezclas bituminosas*, de la Orden Circular 8/2001 y en la Orden Circular 9/2002, *Rehabilitación de Firmes*, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, donde se establece la equivalencia estructural entre las capas de mezcla convencional y las recicladas, así como sus limitaciones de uso según la categoría del tráfico y la situación de la capa.

En este artículo se describen los diferentes tipos de instalaciones asfálticas, con especial incidencia en la planta de tambor secador mezclador del tipo de doble tambor y las excelentes posibilidades que presentan este tipo de plantas para fabricar mezclas bituminosas en caliente incorporando altas proporciones de material reciclado.

Características principales de las plantas asfálticas

Son múltiples los modelos de instalaciones asfálticas, cada uno de ellos con sus peculiaridades. Los dos esquemas principales de funcionamiento de instalaciones asfálticas se describen a continuación.

La figura 1 representa una instalación con dosificación de áridos en frío y tambor secador-mezclador, en el que la mezcla bituminosa se produce de modo continuo.

El funcionamiento de estas instalaciones es el siguiente: los áridos se cargan desde las tolvas de almacenamiento, con un sistema de dosificación que puede ser de tipo volumétrico o de tipo ponderal. A través de la cinta elevadora, los áridos se introducen en el tambor. Esta

Breve historia de las instalaciones asfálticas

El primer aglomerado asfáltico se colocó en París en 1854. La mezcla se produjo en un cilindro hueco estacionario horizontal que disponía de unas palas que realizaban la mezcla.

El proceso de fabricación era el siguiente: los áridos y las piedras de asfalto se introducían en el mezclador y se calentaban entre sí por contacto. Este proceso se realizaba manualmente, ya que era un operario quien hacía girar el cilindro, con lo que era terriblemente lento: se necesitaban 4 horas para fabricar menos de 10 t de mezcla.

La primera central de fabricación de mezclas bituminosas en caliente se sitúa en Inglaterra, propiedad de la familia Cummer. En 1870 Cummer y su familia se trasladan a Cleveland (Ohio), donde continúan con su actividad durante bastantes años.

En el otro lado del Atlántico, en 1868 N. B. Abbott reemplaza la mezcla manual por la mecánica con un tornillo rotatorio. De este modo es como se pavimentan, por primera vez con mezclas bituminosas, las calles de Washington.

Durante el mismo periodo, Goodwin, Barb y Leicester desarrollaron en Inglaterra un secador que consistía en un largo cilindro con tornillo de Arquímedes, donde el árido se calentaba conforme iba avanzando por el cilindro. La compañía también diseñó un mezclador compuesto de un cilindro en el que a los áridos secos se les incorporaba alquitrán.

La primera instalación asfáltica que contenía algunos de los componentes usados actualmente se fabricó en 1901

en East Cambridge (Massachusetts) por los hermanos Warren. La literatura y grabados de la época muestran esta instalación como un receptáculo único para la arena y muchos y pequeños mezcladores rotatorios.

En 1909 se diseña el primer mezclador rotatorio donde el secado de los áridos y la mezcla se realizaban en el mismo mezclador. El origen de éste se remonta a los mezcladores de cemento Portland.

En 1910 cuatro empresas colocan aproximadamente 125 000 t en el área metropolitana de Nueva York.

En 1912 los hermanos Warren desarrollan los primeros

La primera instalación asfáltica que contenía algunos de los componentes usados actualmente se fabricó en 1901 en East Cambridge (Massachusetts) por los hermanos Warren

tambores. Estos tambores estaban divididos en dos compartimentos: en el primero se calentaban y secaban los áridos, y en el segundo se realizaba la envuelta con el betún.

En 1919 se desarrolla la producción por amasadas, o producción discontinua, con la invención del denominado "Gob-box" que sería un avance de los posteriores mezcladores. El Gob-box consistía en una caja con puertas basculantes, donde se podían fabricar amasadas en poco tiempo y de modo continuo. La planta discontinua convencional que conocemos actualmente se desarrollaría en 1930.

La mecanización dio un paso gigante en 1920 con el perfeccionamiento de los sistemas de alimentación en frío, la aparición de grúas menos pesadas y voluminosas y la mejora en los elementos de transporte: esto último permite incrementar las distancias de transporte desde la unidad productora.

Al principio de la década de los 30, los materiales con que se realizan los elementos de criba resisten las temperaturas de las instalaciones asfálticas. A finales de 1930, se desarrolla un sistema que permite introducir el betún pulverizado en los áridos. Esto permite reducir el tiempo de mezcla e incrementar la calidad del producto fabricado, a la vez que disminuye el coste.

También a finales de 1930, K. E. McConaughay desarrolló un prototipo de tambor secador-mezclador, donde se introducían los áridos, el betún y vapor de agua. El resultado era una masa formada por los áridos envueltos, agua y betún.

En 1939 Hetherington y Barner desarrollan el "Brass Brain", consistente en un sistema volumétrico de inyección del betún, siendo éste el principio de los sistemas eléctricos de control de mezclas empleados en la producción de mezclas bituminosas.

En 1950, en Estados Unidos, más del 10 % de las unidades fabricadas producían 240 t/h; esta cifra se eleva al 39 % en 1959.

En las décadas de los 50 y 60, las instalaciones asfálticas del tipo dosificador eran lo común. Por problemas en el cumplimiento de los requisitos sobre contaminación ambiental por emisiones, se sustituyeron por las plantas mezcladoras de tambor. Estas plantas ofrecían las características de ser sencillas de montaje, y de pequeño tamaño; esto les confería una gran movilidad.



Fotografía 1. Interior de un tambor secador de contraflujo

En 1960 es notable la adopción de los sistemas automáticos de control en las instalaciones asfálticas. La fiabilidad en las dosificaciones de áridos y betún es posible gracias a su control automático. En 1969 se fabricaron cuatro unidades equipadas con controles automáticos en todos sus elementos de dosificación y en el quemador. Estas unidades cumplían las severas especificaciones para la producción de mezclas bituminosas de los Departamentos de Carreteras de Estados Unidos.

En 1970 se fabrican las primeras plantas asfálticas de tambor secador-mezclador.

Debido a la simplicidad de los equipos, el tambor secador-mezclador puede ser transportado e instalado en poco tiempo y con bajo coste. Se produce una rápida adopción de estas plantas en el oeste del país, incrementándose de 8 unidades en 1972 a 800 en 1980.

En 1973, en EE. UU. se votó la Ley de Emisiones a la Atmósfera, que exigía que las plantas asfálticas tuvieran unas emisiones inferiores al 20 % de opacidad. La carga de partículas en suspensión debía ser inferior a 1,4 g/m³. Las emisiones de las plantas de mezcladores de tambor de modelos anteriores eran menores que en las plantas discontinuas; pero los mezcladores de tambor

no satisfacían los requisitos en cuanto a emisiones, por lo que se les introdujo un sistema de lavadores en húmedo, que desembocó en los actuales filtros de mangas. Éstos se aceptaron como estándares para el control de la polución, ya que permitían, además de coleccionar, almacenar el polvo mineral.

En cuanto a los pavimentos reciclados, aunque estos pueden considerarse relativamente recientes, los hermanos Warren venden folletos en 1915 sobre una unidad asfáltica portátil que trabaja y recalienta la lámina de pavimento asfáltico con resultados excelentes y considerables ahorros en el coste de las mezclas. En esa época no existe mucha demanda, debido a que, con la reciente construcción de las refinerías de petróleo en Estados Unidos, el precio del betún es muy bajo.

En los años anteriores a la crisis de 1970 se retoman las operaciones de reciclado con el calentamiento por radiación de infrarrojos; la mezcla reciclada se empleaba en capas de base e incluso en capas de rodadura de carreteras secundarias.

A partir de 1979 el material reciclado vuelve a ser importante en la construcción de pavimentos en muchos lugares del mundo. Según la NAPA, la operación de reciclado de pa-

vimentos asfálticos es un proceso viable técnica y económicamente, que se hace más importante en zonas con escasez de materiales.

Tambor secador mezclador. Evolución hasta el doble tambor

El diseño de los tambores evolucionó con los siguientes criterios:

- Fabricación de mezclas bituminosas en caliente con la incorporación de material reciclado en altas tasas.
- Menos contaminantes, esto es, que emitan humo a la atmósfera con la menor opacidad posible, que sean eficientes en el secado de los áridos y produzcan el justo vapor de agua en su interior.

En lo que respecta a sus propiedades, se denomina tambor secador aquel en el que se produce en el interior del tambor únicamente el secado de los áridos; y tambor secador-mezclador aquel en el que además se produce la mezcla con el betún.

Todos los tambores van provistos de paletas en su interior, que son los elementos que aseguran la correcta circulación de los áridos. Cada fabricante emplea distintos patrones de forma, tamaño, número y disposición de las paletas en el tambor. En todos los casos el diseño se realiza para que el calentamiento y secado de los áridos se realice con el mínimo consumo energético y, en el caso de tambores secadores-mezcladores, con la mayor eficiencia en el proceso de mezcla.

La fotografía 1 corresponde al interior de un tambor secador de contraflujo. En ella se observan las paletas de secado.

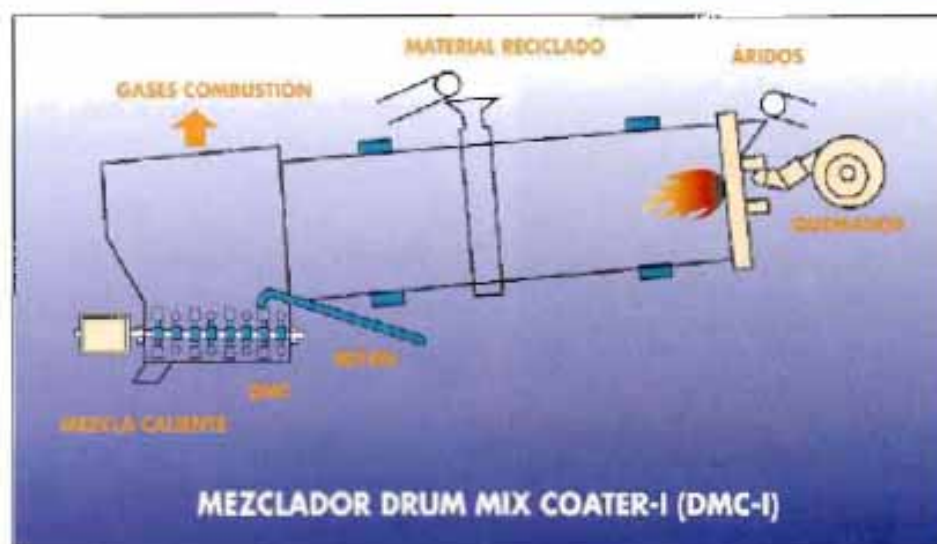


Figura 3 (Fuente: Tambor Secador Mezclador. BT T-119a).

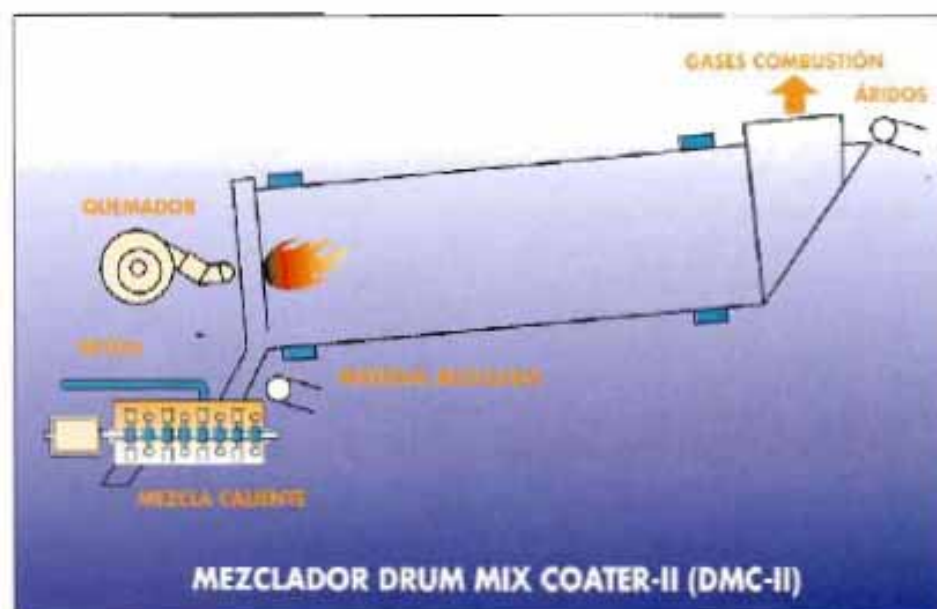


Figura 4 (Fuente: Tambor Secador Mezclador. BT T-119a).

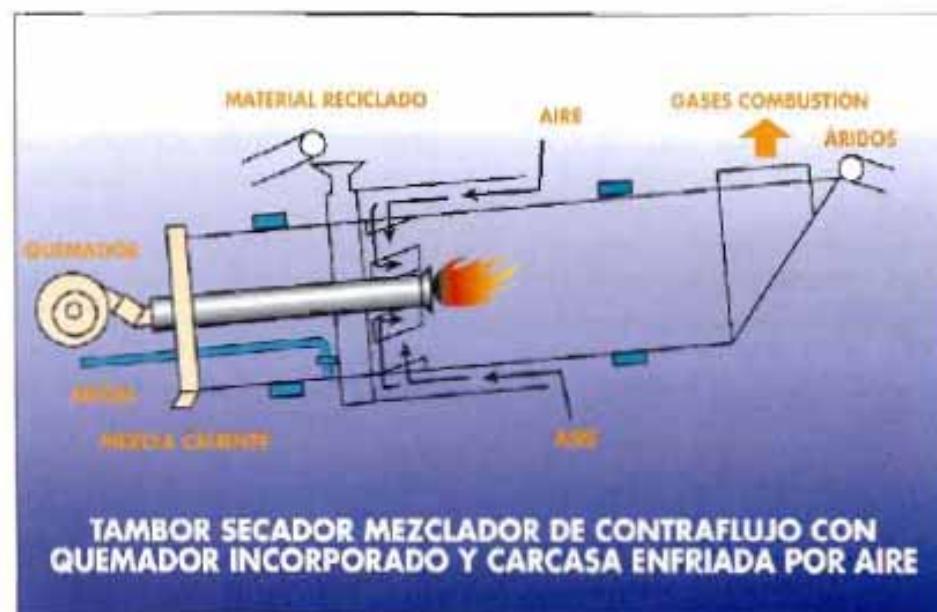


Figura 5 (Fuente: Tambor Secador Mezclador. BT T-119a).

La fotografía está obtenida desde el lado del quemador, y el orificio que se observa corresponde al lugar por donde entran los áridos al interior del tambor.

El primer tambor secador mezclador fue el tambor de flujo paralelo diseñado en los años 70.

El funcionamiento de este tambor era el siguiente: Los áridos entraban por el lado del quemador y avanzaban a lo largo del tambor en el sentido del flujo de gases de combustión.

La mezcla con el betún se realizaba dentro del tambor, a un tercio del final de su longitud.

El problema que presentaban estos tambores eran los humos muy opacos y de elevadas temperaturas que no cumplían con los requisitos de pureza de aire.

El diseño del tambor de la figura 3 se realizó a mediados de los 80. Se caracterizaba por ser un tambor secador de flujo paralelo, en el cual los áridos y los gases que producen al calentarse se mueven en el sentido del flujo. En esta planta asfáltica el mezclador se encontraba en el extremo de descarga del tambor.

Esta planta presentaba los inconvenientes de tener elevadas temperaturas de salida de humos, de ser muy sensibles a la temperatura de mezcla y de que las emisiones eran visibles, ya que el humo presentaba una alta opacidad.

Por ello esta planta evolucionó hacia otro tipo en el que, a diferencia del anterior, el secador trabaja a contraflujo, esto es: los áridos entran por el extremo donde se descargan los gases. De este modo, los gases avanzan en sentido opuesto a los áridos. Este nuevo diseño obtiene unas temperaturas de salida de gases mucho más bajas. Al trabajar con rangos de temperatura más bajos se puede



Figura 6 (Fuente: Tambor Secador Mezclador BT T-119s).



Fotografía 2. Palas de mezcla

incrementar la producción aumentando, de este modo, la eficiencia en la operación.

La mezcla entre los áridos calientes, el betón y el material reciclado se realiza en un compartimento independiente a la salida del tambor.

La principal desventaja que presenta esta planta es el corto espacio de tiempo que permanece la mezcla en la zona de mezcla, haciendo que sea menos homogénea.

El tercer tipo de tambor diseñado se trata de un tambor secador-mezclador de contraflujo con quemador incorporado.

Este tipo de plantas emplea un secador de contraflujo para secar y calentar los áridos. El quemador se encuentra insertado 4 metros en el interior del tambor. La mezcla entre el árido, el betón y el material reciclado, si procede, se produce en la zona posterior al quemador, como se observa en la figura 5.

La desventaja que presenta este tipo de plantas es que transfiere altas temperaturas a la superficie del tambor. Por este motivo se diseñó una planta de tambor secador mezclador de contraflujo con quemador incorporado, con una carcasa que recircula el aire en su interior, enfriando así únicamente el tambor y transfiriendo temperatura al interior para realizar la combustión. Esta planta

presenta el inconveniente de que la mezcla permanece un corto intervalo de tiempo en el interior del tambor.

Por las desventajas que presentan los tambores vistos hasta ahora, la industria de fabricación de instalaciones asfálticas evoluciona para conseguir un tambor secador-mezclador que cumpla a la vez los criterios de calidad de producto exigidos por el cliente, las regulaciones sobre contaminación ambiental, el empleo de material reciclado en el proceso de fabricación y que a su vez tenga un adecuado tamaño para asegurar así su movilidad. Así nace el tambor secador-mezclador del tipo de doble tambor (Double Barrel[®]), que consiste en la superposición de un tambor concéntrico a un tambor secador de contraflujo convencional.

En la zona entre tambores se distribuyen las palas de mezcla.

Existen dos tipos de palas de mezcla (fotografía 2): las que tienen como única misión la mezcla de los áridos con los otros componentes y las que, con forma de tornillo sin fin (de Arquímedes), tienen, además de mezclar, la misión de transportar la mezcla al exterior.

La circulación de los áridos en el interior del tambor central se produce a contracorriente: allí son secados, al final del recorrido al lado del quemador; y descienden por una rampa de descarga hacia un segundo tambor, iniciando el avance en sentido inverso a través de la cámara de mezcla.

La cámara exterior está preparada para introducir, betón, polvo mineral, material reciclado y otros aditivos. Su diseño permite incorporar material reciclado en altas tasas (hasta un 50 %) y calentarlo por conducción, convección y radiación, obteniendo así un pro-

La circulación de los áridos en el interior del tambor central se produce a contracorriente: allí son secados, al final del recorrido al lado del quemador; y descienden por una rampa de descarga hacia un segundo tambor, iniciando el avance en sentido inverso a través de la cámara de mezcla

ducto final de calidad óptima, al no entrar éste nunca en contacto con la llama ni con los gases de combustión, ya que ambos se producen en el interior del tambor central.

Cabe considerar la cámara de mezcla como un tambor independiente, si lo comparamos con los anteriores tambores descritos, ya que la mezcla reciclada se introduce en un tambor sin llama de quemador y sin gases de combustión. Las fracciones volátiles que produce el material lresado se introducen en el tambor central, donde son quemadas y eliminadas en unas condiciones ambientales adecuadas.

En la *fotografía 3* se muestra la primera planta instalada en España del tipo descrito. Se trata de una instalación móvil de 300 t / hora de capacidad, que hasta el momento ha sido utilizada para la producción de 80 000 t de mezclas bituminosas de alto módulo en el puerto de Barcelona. Se espera un mayor aprovechamiento en próximos desplazamientos a obras que permitan la fabricación de mezclas con altas tasas de reciclado.

Conclusiones

Los diseños en instalaciones asfálticas evolucionan hacia un óptimo de calidad de producto fabricado, teniendo en cuenta criterios de seguridad y salud en el trabajo, cumplimiento de los requisitos medioambientales, criterios de eficiencia energética y, siempre que sea posible, que permitan trabajar incorporando material reciclado.

El doble tambor descrito garantiza la calidad del producto fabricado, sobre todo por tres motivos: por un lado la ventaja que confiere el tener más tiempo para realizar la mezcla entre los áridos y el betún; por otro lado, realizar la incorpo-



Fotografía 3.

ración del betún en un tambor distinto al de secado permite que éste no entre en contacto con la llama ni con los gases procedentes de la combustión; y, por último, la ventaja que ofrece realizar el secado de los áridos en sentido de contraflujo.

Las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores se ven favorecidos por el hecho de que la carcasa exterior no alcanza temperaturas superiores a los 40°C.

El cumplimiento de los requisitos medioambientales lo proporciona el diseño del doble tambor, que permite a los gases contaminantes, procedentes del proceso de combustión, consumirse en la llama del quemador, teniendo como resultado que los gases que salen por la chimenea del filtro de mangas tengan un 0 % de opacidad y que no produzcan olores.

El realizar el proceso de fabricación de modo continuo supone, siempre, reducir los consumos de energía. Por otro lado, en las plantas de un solo tambor el calor procedente de la combustión se irradia al exterior, con lo que no se aprovecha. En el caso del doble tambor, su diseño permite un mejor aprovechamiento térmico del mismo, logrando de este modo una mayor eficiencia energética.

Finalmente, el doble tambor permite reciclar mezclas bitu-

minosas recuperadas en proporciones de hasta un 50 %, sin incrementar los consumos energéticos para su calentamiento, ni generar emisiones por la combustión del betún del material recuperado. La tasa del 50 % se considera alta, si se tiene en cuenta que la instalación no ha estado diseñada únicamente para este uso.

Bibliografía

- DON BROCK, J. (1997): *Tambor secador mezclador*. Boletín Técnico T-119 ASTEC.
- DON BROCK J., PHD, P.E. and MILSTEAD J. (1997): *Productivity*. Technical Paper T-126. Astec.
- GILLESPIE H.M. (1992): *The History of Hot Mix Asphalt*. A Century of Progress. NAPA.
- MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS (2001): O.C. 8/2001. *Reciclado de Firmes*. Ministerio de Fomento.
- MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS. (2002): O.C. 9/2002. *Rehabilitación de Firmes*. Ministerio de Fomento.
- NC. (2000) *Hot Mix Asphalt Paving Handbook 2000*. US Army Corps of Engineers.
- ROBERTS, F. et al. (1991). *Hot Mix Asphalt Materials. Mixture Design and Construction*. NCAT. ■