

CONTROL DE CALIDAD DE MEZCLAS BITUMINOSAS MEDIANTE EL ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE BARCELONA

CARLOS WAHR DANIEL, Ingeniero Civil Profesor Depto. Obras Civiles
Universidad Técnica Federico Santa María, carlos.wahr@ociv.utfsm.cl

ERIKA MARIPANGUI PAZ, Ingeniero Civil

MARIO DÍAZ ORTIZ, memorista Construcción Civil
Universidad Técnica Federico Santa María, mario.diazo@alumnos.utfsm.cl

RESUMEN

En Chile, el control en obra se realiza a partir de la composición de la mezcla y de los parámetros obtenidos según el procedimiento Marshall. Con esta metodología no se consideran los parámetros estructurales de la capa asfáltica.

Basado en la experiencia de la Universidad Politécnica de Cataluña en la aplicación del ensayo de Resistencia a Tracción Indirecta (equipo Marshall con prensa Lottman) en testigos de numerosas obras en España, se realiza una investigación a fin de observar las características mecánicas de la capa asfáltica.

En esta investigación se analizan los resultados aplicando el ensayo de tracción indirecta en testigos extraídos de obras de la V Región de nuestro país, comparándolos con probetas que reproducen las características de obra agregados de planta, cemento asfáltico, etc.

1. INTRODUCCIÓN

En nuestro país el control de calidad de las mezclas en caliente se realiza verificando: porcentaje de compactación 97% MOP, MINVU 97 o 98% tomando la compactación del Marshall de la mezcla como 100%. La composición de la mezcla se verifica por medio de ensayos de extracción, determinándose porcentaje de asfalto y granulometría de los áridos siempre con relación al Marshall de diseño.

La recepción de la mezcla colocada y compactada, consiste en la extracción de testigos para evaluar su: espesor, contenido de ligante densidad comparada con el valor de referencia determinado según el método Marshall. Con esta metodología no se consideran los parámetros estructurales de la capa asfáltica una vez ejecutada.

Además se debe considerar que el control del proceso no se realiza etapa por etapa (transporte, extendido y ejecución) y es allí donde pueden producirse graves errores y deterioros como el escurrimiento de ligante, segregación del árido grueso, trituración del material mineral, etc.

Considerando que sólo se realiza el control de densidades sobre el producto final, no se tiene certeza sobre la resistencia mecánica de la carpeta, evaluar esta propiedad es una ayuda a garantizar el comportamiento del pavimento y decidir rechazar, multar o aceptar.

Basado en la experiencia del Dr. Félix Pérez en la aplicación del ensayo de Resistencia a Tracción Indirecta en testigos de numerosas obras en España, se realiza una investigación a fin de observar las características mecánicas de la capa asfáltica.

Con la determinación de la Resistencia a Tracción Indirecta, no solo se podrá evaluar la calidad de los materiales sino también la construcción de la carpeta.

2. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La investigación se realizó en pavimentos de vías urbanas de la V Región, los que se construyeron con las especificaciones vigentes. El test de tracción indirecta no se empleó como control en la obra ya que no forma parte de las especificaciones vigentes.

En esta investigación se analizan los resultados aplicando el ensayo de Tracción Indirecta de Barcelona a testigos extraídos de obras de la V Región de nuestro país, comparándolos con probetas que reproducen las características de obra (agregados de planta, cemento asfáltico 60/80, etc.) las cuales se confeccionaran en laboratorio.

Para determinar la resistencia a tracción indirecta se somete a compresión axial la probeta, aplicando una carga estática a una velocidad constante de deformación de 50.8 [mm/min.] a una temperatura de 5 °C.

El test se realiza con el equipo Marshall el cual permite aplicar la velocidad de deformación especificada, pero este se ha equipado especialmente con la prensa Lottman que permite disponer la probeta de manera horizontal y hacer efectiva la carga aplicada.



La imagen de la izquierda muestra la posición del espécimen en la prensa Lottman. La imagen de la derecha muestra la fractura de la probeta después del ensayo.

Con los antecedentes recogidos se procedió a calcular la resistencia a tracción indirecta a través de la siguiente fórmula:

$$T = Q / (H * D * \pi)$$

Donde:

T es la resistencia a Tracción Indirecta expresada en [kg/cm²]

Q es la carga de falla de la probeta

H es la altura de la probeta en [mm]

D es el diámetro de la probeta en [mm]

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

A fin de comparar los resultados obtenidos del ensayo de los testigos extraídos de las vías urbanas con probetas fabricadas en laboratorio, fue necesario reproducir las mismas características del Marshall de Planta en Laboratorio, de manera de tener un valor de referencia.

3.1 Materiales

Considerando el diseño Marshall de la planta asfáltica, se confeccionaron probetas con las siguientes características: Cemento asfáltico 60/80, áridos de procedencia río Aconcagua.

De acuerdo a las características de los áridos y a las especificaciones de la obras los materiales que se utilizaron se encuentran dentro de la banda IV-12 especificada en el Manual de Carreteras tomo V.

De acuerdo al Marshall de diseño se utilizó 6.4 % de asfalto referido a los agregados pétreos y la temperatura de mezclado utilizada fue 150 °C, la densidad Marshall para la planta “A” fue 2302 [kg/m³].

3.2 Procedimiento general

De acuerdo a los datos anteriormente mencionados se confeccionaron probetas, reproduciendo las características de la mezcla que se utiliza en obra. La compactación de probetas se realizó en forma mecánica mediante el martillo Marshall (75 golpes por cara) según LNV 24.

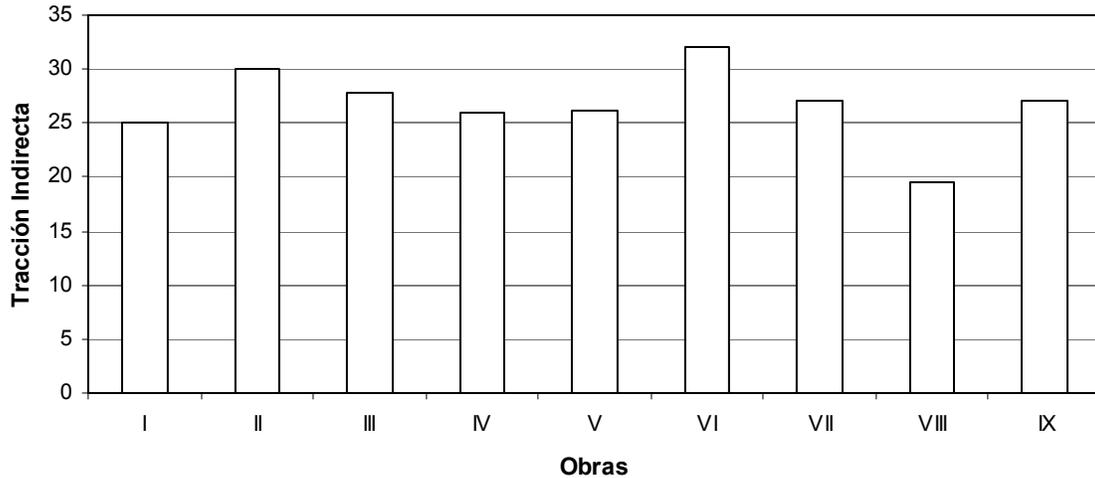
Se determinó la densidad real mediante el procedimiento que se describe en LNV-13. Se sometieron las probetas a una temperatura de 5 °C, durante 24 horas. Luego se sometieron al test de tracción indirecta utilizando la prensa Lottman y el equipo Marshall.

4. RESULTADOS

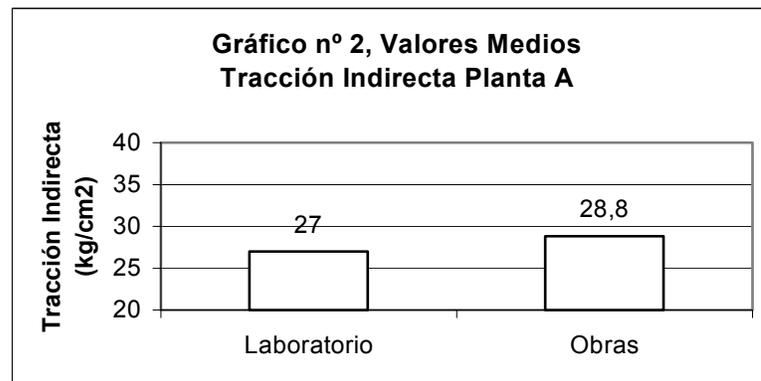
El ensayo de tracción indirecta se utilizó en diversas vías urbanas de la V Región, construidas durante los últimos meses, se pudo observar que gran parte de estos pavimentos tienen un alto grado de compactación con relación a la densidad Marshall, esto se debe a que los contratistas prefieren aumentar la compactación para evitar las multas, y esto es posible, ya que no es penado el que se sobrecompacte.

Se procedió a repetir la dosificación Marshall de la planta A en Laboratorio, para lo cual se confeccionaron 10 testigos que fueron ensayados a tracción indirecta. En el gráfico n° 1 se observan los valores medios de tracción indirecta de cada obra, en el gráfico n° 2 se registran los valores medios del ensayo de tracción indirecta tanto de las probetas confeccionadas en laboratorio como de testigos de obras.

Gráfico n° 1, Valores Medios Tracción Indirecta Planta A

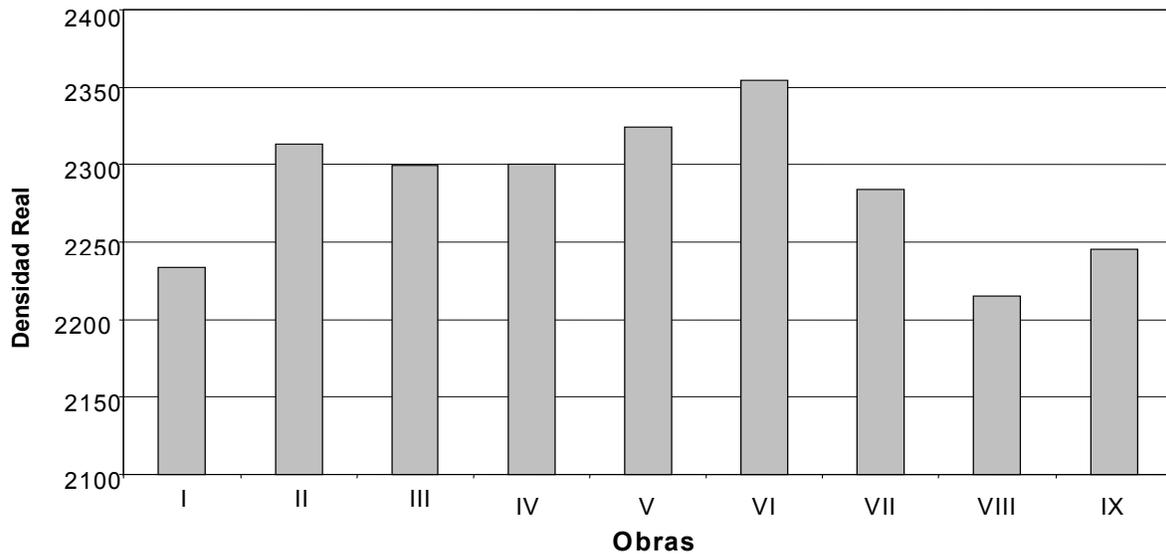


En el gráfico n° 1 se puede ver la situación particular de cada obra, el gráfico entrega una idea general de la realidad de la planta A en las obras de las vías urbanas de la V Región. Los valores medios se encuentran entre 20 y 30 [kg/cm²] aproximadamente.

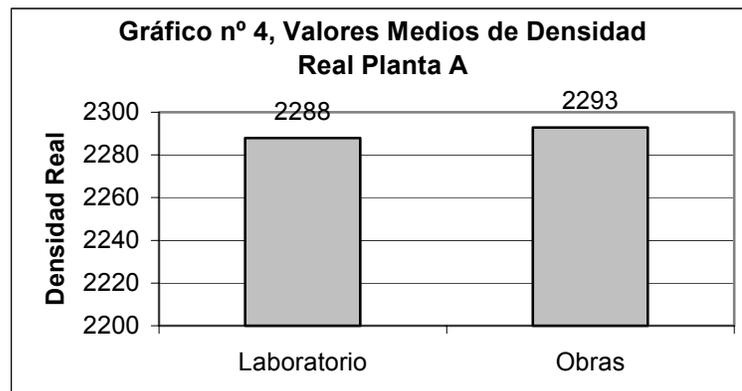


En el gráfico n° 2, se pueden observar los valores medios del ensayo de tracción indirecta en [kg/cm²], los valores para probetas de laboratorio, así como el valor medio que arrojó el análisis de testigos de vías urbanas de la V Región.

Gráfico n° 3, Densidades Reales Medias de Obra



El gráfico n° 3 presenta realidad de cada obra y es posible observar una variación en la densidad real entre 2240 y 2355[kg/m³].

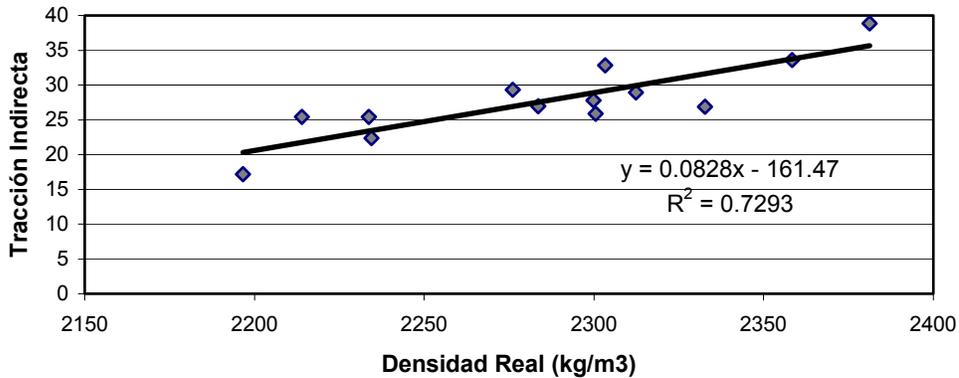


En el gráfico n° 4 se pueden observar los valores medios de las densidades reales en [kg/m³], los valores de probetas de laboratorio, así como el valor medio que arrojó el análisis de testigos de vías urbanas de la V Región que se muestran muy cercano a la densidad Marshall.

		Densidad	Tracción Indirecta
Promedio	Laboratorio	2288	26,5
	Testigos(obra)	2293	29
Desv. Estandar	Laboratorio	18	3
	Testigos(obra)	48	6
Coef. Var.	Laboratorio	0,8	10,1
	Testigos(obra)	2,1	20,1

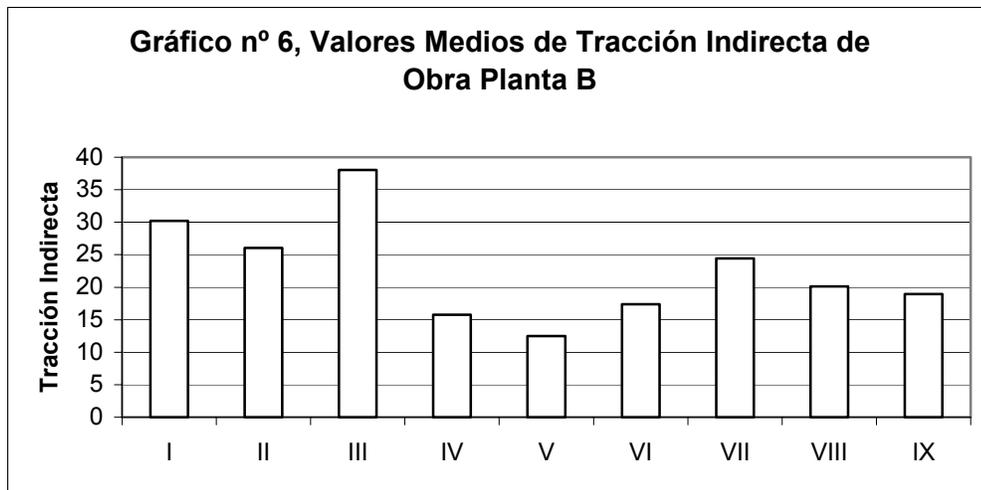
La tabla N° 1, resume el análisis de la planta A, de la cual se extrajeron 19 testigos en 9 obras ubicadas en la V región, y en laboratorio se confeccionaron 10 probetas, los valores de la densidad se encuentran en [kg/m³] y los valores medios de Tracción Indirecta se encuentran en [kg/cm²].

**Gráfico n° 5, Densidad Real (Obras) v/s Tracción Indirecta
Planta A**

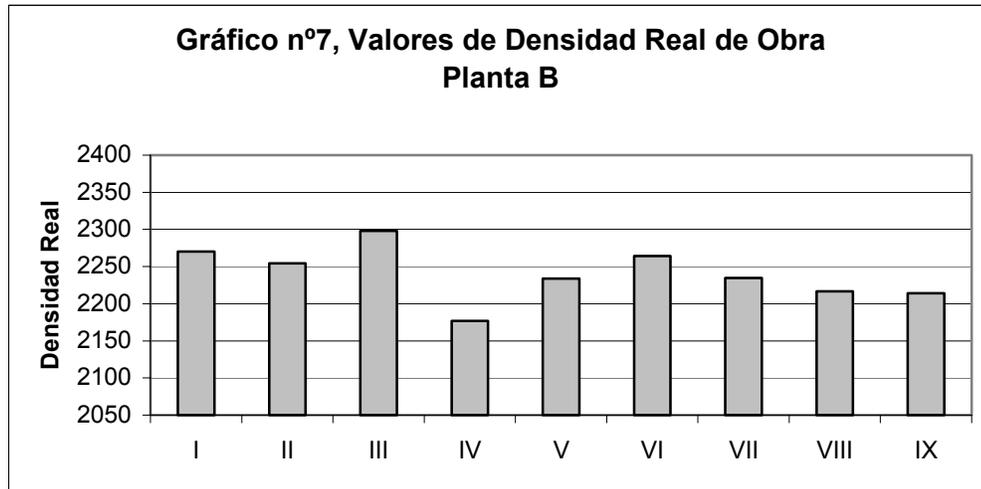


De los resultado obtenidos con el ensayo de resistencia a tracción indirecta en la planta A es posible observar que existe un coeficiente de correlación medianamente aceptable entre densidad y resistencia a tracción indirecta como se muestra en el gráfico n° 5, además los resultados reproducidos en el laboratorio (según diseño Marshall) entregan valores similares lo que permite aseverar que existe una correlación medianamente aceptable entre la densidad y la resistencia a tracción indirecta.

**Gráfico n° 6, Valores Medios de Tracción Indirecta de
Obra Planta B**



En el gráfico N°6 se puede observar la situación particular de cada obra nos da una idea más general de la realidad de la planta B en las obras de las vías urbanas de la V Región, los valores medios se encuentran entre 15 y 37 [kg/cm²].



El gráfico n° 7, muestra una variación en la densidad real entre 2180 y 2292[kg/m³] valores que corresponden a la planta B.

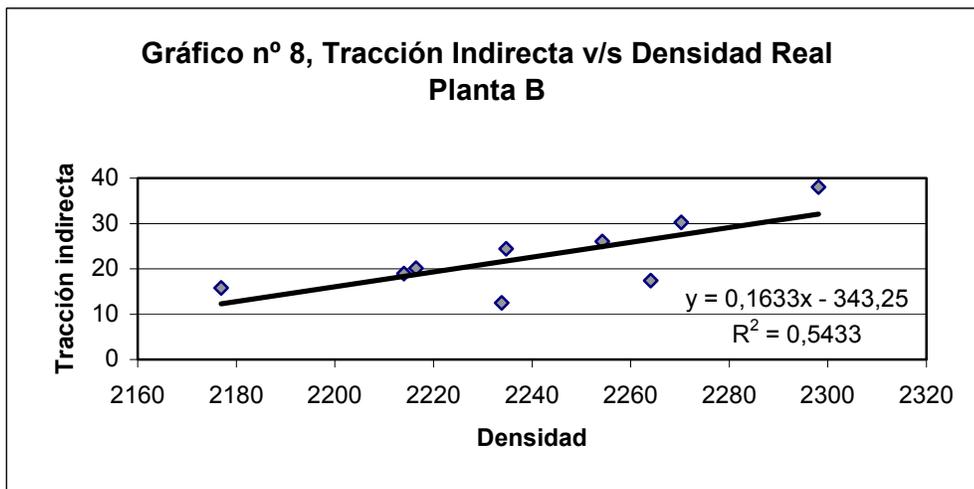


TABLA N° 2	Planta B	Densidad	Tracción Indirecta
Promedio	Laboratorio	No disponible	No disponible
	Testigos(obra)	2240	23
Desv. Estandar	Laboratorio	No disponible	No disponible
	Testigos(obra)	36	8
Coef. Var.	Laboratorio	No disponible	No disponible
	Testigos(obra)	1,6	35,3

Los resultados obtenidos con el ensayo de tracción indirecta para las obras correspondientes a la planta B muestran coeficiente de correlación no tan bueno entre densidad real y resistencia a tracción como se observa en el gráfico nº 8.

La tabla Nº 2, resume el análisis de la planta B, de la cual se extrajeron 9 testigos en 9 obras ubicadas en la V región, los valores de la densidad real se encuentran en $[\text{kg}/\text{m}^3]$ y los valores de tracción indirecta se encuentran en $[\text{kg}/\text{cm}^2]$.

Los valores para probetas de laboratorio no estuvieron disponibles ya que no se conoció del diseño Marshall.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la aplicación del ensayo de tracción indirecta nos muestran la posibilidad de emplear este ensayo en el control de ejecución de mezclas asfálticas, ya que sus resultados se traducen en características mecánicas del pavimento y esto nos entrega una idea mejor respecto del comportamiento esperado para cualquier pavimento. Además nos permite determinar la variabilidad de la mezcla colocada relacionándola con la variabilidad en laboratorio.

El coeficiente de correlación entre densidad real y resistencia a tracción indirecta es medianamente aceptable con las muestras ensayadas en planta A y bajo en planta B.

Tal como se mencionó gran parte de los pavimentos analizados tienen un alto grado de compactación con relación a la densidad Marshall, esto sólo se explica debido a la especificación existente y a que se trata de capas delgadas. Además se debe considerar que el ensayo Marshall considera otra forma de compactación muy distinta a la que se utiliza en terreno, por lo cual los valores de compactación no debieran sorprender.

En resumen es posible apreciar la variabilidad entre las mezclas de la planta A y B, observándose una variabilidad excesiva en las mezclas de planta B.

REFERENCIAS

Miró R., Control sobre el Producto y el coste de la falta de calidad en la ejecución de mezclas asfálticas, Infraestructura Vial Volumen 4, Nº1, 2002.

Normas Españolas NLT 346/90. Resistencia a Compresión Diametral(ensayo Brasileño) de Mezclas bituminosas.

Pérez F., Miró R., Martínez A., Empleo del ensayo de Tracción indirecta para el control de calidad de la ejecución de mezclas bituminosas, Congreso Ibero- Panamericano del asfalto.869-877 Sevilla España 1999.