

METODOLOGÍA LEMaC PARA LA REALIZACIÓN DE RECICLADOS EN LA OBRA VIAL

Botasso, H.G., Fensel, E.A., Rivera, J.J., Gonzalez, R.O., Cuattrocchio, A.S.

LEMaC

Centro de Investigaciones Viales

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Plata

Calle 60 y 124 La Plata, Buenos Aires Argentina

lemac@frlp.utn.edu.ar

www.frlp.utn.edu.ar/lemac

1. Introducción

En tiempos muy lejanos el hombre buscaba, en cuanto a infraestructura se refiere, un refugio, un espacio que le permitiera protegerse del clima y de los depredadores. Hoy luego de una larga evolución, no solo buscamos un refugio, sino ámbitos que satisfagan nuestras necesidades mas diversas. Las funciones de habitar, trabajar, educarse y esparcimiento, generan la tremenda necesidad de establecer infraestructuras de importancia capaces de satisfacer las demandas del usuario, medidas a través de su confort, siendo éste uno de los ejes de la planificación de la obra vial.

Después de años, en que la humanidad ha generado obras de infraestructura, en pos de satisfacer sus necesidades, los usuarios comenzaron a considerar el efecto sobre el ambiente, tanto de la obra en servicio como el de los procesos constructivos. Este parámetro afecta notoriamente la ecuación de confort que mencionamos. La toma de conciencia sobre el cuidado de los recursos naturales no renovables integra hoy en día líneas prioritarias de trabajo y puntos centrales en los proyectos formulados.

Según datos obtenidos por la IRF más de 20 mil millones de dólares se pierden en América Latina y el Caribe debido a la mala conservación. Se gasta entre el 1 y 3 % del PBN en los aumentos de los costos de operación de vehículos.

En la red vial Argentina, de gran extensión por su geografía, en donde las distancias a cubrir entre ciudades son en general significativas, se ha evolucionado en el cuidado de los recursos (fundamentalmente los no renovables) invertidos en las obras. Esto se evidencia en políticas claras al respecto, que si bien por las cuestiones económicas de los últimos años a llevado a interrumpir el programa de inversiones en mantenimiento vial a través de las Leyes de Reforma del Estado, se pudo concretar la Concesión de unos 9.000 kilómetros de rutas de la Red Nacional de Caminos por el régimen de Concesión de Obra Pública (Ley N° 17.520), que representaban aproximadamente un tercio de la red pavimentada principal. Durante el período '93-'99 las asignaciones presupuestarias de la Dirección Nacional de Vialidad, frente a demandas crecientes de inversión, sufrieron diversos recortes, disminuciones de crédito y de disponibilidad real de fondos. No obstante ello, la gestión por Sistemas de Rehabilitación y Mantenimiento permitió contar con corredores de Índice de Estado homogéneos en gran parte de la red pavimentada, y lograr un salto cuantitativo en el estado de la misma.

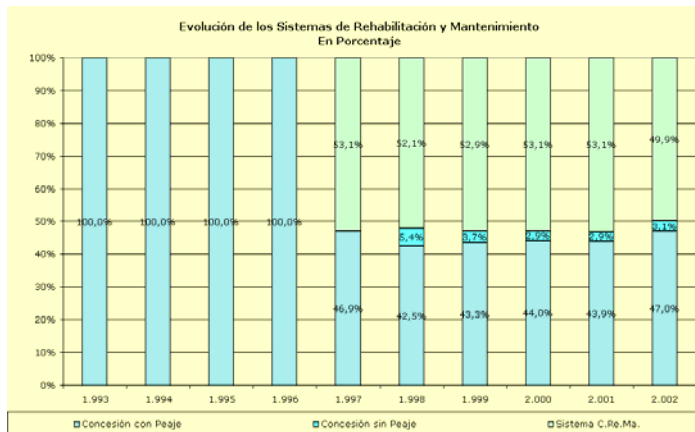


Gráfico N° 1 Crecimiento de los sistemas de mantenimiento



Gráfico N° 2 Esquema de rutas concesionadas por peajes

En el gráfico 1 se pueden observar los crecimientos en el tiempo de dos sistemas de mantenimiento: C.Re.Ma. (Sistema de Contratos de Recuperación y Mantenimiento) y la concesión por peaje. El avance en estas líneas de trabajo ha llevado a jerarquizar las técnicas de reutilización de materiales ya dispuestos en las obras, la ejecución de microcapas, la menor explotación de canteras, entre otros tópicos. En las técnicas de determinación de refuerzo por retrocálculo se fueron considerando alternativas estructurales que involucran capas recicladas o con utilización de residuos, a las cuales se las debe valorar y/o comparar con parámetros diferentes a los de una obra nueva. La menor generación de residuos en el proceso constructivo también es un tema a considerar y en el cual se han logrado significativos avances.

Dada esta realidad, en la que la actividad vial se centrará fuertemente en el cuidado de los recursos aportados, la Universidad Tecnológica Nacional, a través del LEMaC Centro de Investigaciones Viales, generó el PROCQMA. Programa que tiene como objetivo la redacción de un Pliego General de materiales Reciclados que pretende establecer políticas y criterios de control de calidad en las obras realizadas con materiales reciclados.

2. La Argentina y su posicionamiento frente al Reciclado

El concepto de **desarrollo sostenible** es una necesidad a ser considerada en el sector de la construcción, ante una sociedad preocupada por la alta generación de residuos provenientes de la actividad humana en general.

Los residuos del proceso de construcción y demolición, habitualmente denominado RCD, necesitan en su mayor parte de un tratamiento para poder ser reutilizados en la construcción y para que generen mezclas o compuestos durables y acordes a las prestaciones exigidas en la obra.

En la Argentina se está en camino de establecer una política clara al respecto. Desde la visión del LEMaC se aconseja que los organismos públicos asuman un compromiso regulador, procurando que se de un incremento en la reutilización de los materiales

reciclados en la obra vial. Para ello se ve como conveniente establecer una gestión que detecte los volúmenes de reciclados en relación a la vida útil del sistema de vías nacionales, orientar los residuos desde su generación hasta los posibles destinos y posibilidades de técnicas de reciclado y fomentar el consumo de materiales que se reciclan como una alternativa frente a diferentes umbrales de prestación.

El ciclo de vida de un material involucra la etapa de producción del material propiamente dicha, su intervención en el proceso constructivo, su uso, su mantenimiento y su demolición. La combinación de los agentes climáticos, el estado de solicitación y la intervención de maquinaria en el proceso constructivo determinan el mayor o menor deterioro de un material o de una mezcla que interviene en la estructura de una vía. Asociados a este ciclo se encuentran los consumos energéticos demandados en las etapas citadas. Para la obtención de una ecuación técnico-económica adecuada deben incorporarse a la misma no solo las variables directas en cuanto al valor agregado del material residual sino además el conjunto de actividades asociadas que permiten volver a utilizar los mismos en otro proceso. Los consumos de energía cobran en estos tiempos fundamental importancia ya que es la variable a disminuir en su umbral de participación.

Concretamente el reciclado, tanto superficial como profundo de una carretera, cumple en la mayoría de los casos con estas premisas consideradas en el ciclo completo de un material.

Actividades de reciclado en la obra vial en la Argentina	Estado de difusión y utilización
Reciclado de capas asfálticas	En crecimiento
Reciclados de capas de base	Consolidado
Mejorado de suelos, sin sustitución	Consolidado
Reciclado de capas de concreto	Escaso
Recuperación de elementos puntuales, adoquines, tapas, cordones	Escaso
Utilización de residuos de la industria	En crecimiento
Utilización de residuos agrícolas	En difusión
Utilización de residuos peligrosos	En crecimiento

Tabla Nº 1 Posición de actividades de reciclado en Argentina

Las actividades citadas en la tabla Nº 1 describen las principales acciones registradas en la obra vial, considerando como período los últimos 15 años de la actividad en nuestro país.

La obra vial así considerada, cumple dos roles fundamentales en el proceso de reciclado, por un lado el de poder absorber materiales envejecidos y/o fatigados de su propia estructura y por el otro el de encapsular y retener residuos provenientes de otros procesos.

Se abren de esta forma dos grandes campos de trabajo:

- Reciclado de la infraestructura vial existente
- Recepción de residuos contaminantes por parte de la obra vial

A continuación se avanzará en el tratamiento del primer punto, el reciclado de la infraestructura vial.

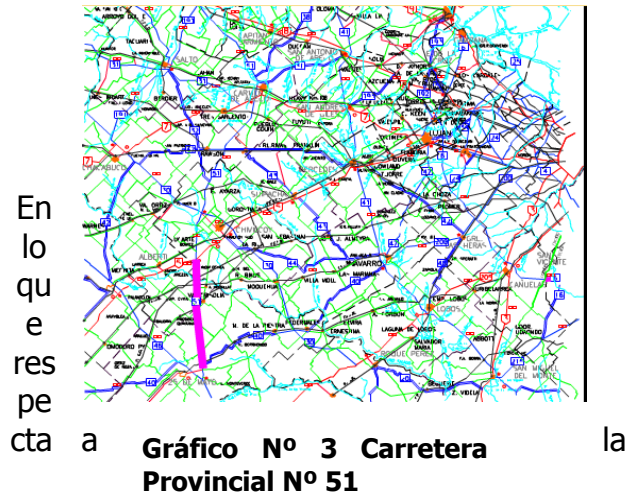
3. Dos casos de reciclado de firmes flexibles.

La alternativa de reciclar las estructuras existentes de nuestras carreteras e incorporar esta técnica como estrategia de rehabilitación es una decisión que debe ser correctamente evaluada.

En la Argentina, mediante la financiación del Banco Mundial, a través de convenios con 6 provincias, se ha instrumentado como estrategia de rehabilitación el reciclado de pavimentos asfálticos en forma superficial y profunda según, la evaluación realizada.

A modo de ejemplo se puede citar la carretera provincial N° 51 administrada por la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires.

RUTA PROVINCIAL N° 51	
TRAMO: CHIVILCOY – 25 DE MAYO	
PARTIDOS: CHIVILCOY – ALBERTI – 25 DE MAYO	
M	NIO 2002: \$
9.	provincial
FECHA DE REVISIÓN: 07/03/2000	
PLAZO DE EJECUCIÓN: 240 días	
LONGITUD TOTAL DEL TRAMO: 41,615 KM.	
Obras que incluye:	
Básicas: Bacheo, fresado corrector, escarificado, recompactación y perfilado, estabilizado granular, base granular asfáltica, recapado con carpeta de concreto asfáltico	
Complementarias: Riego de imprimación y liga, y reconformación de banquetas	
Señalización horizontal y vertical	



vialidad urbana se han diseñado en muchas ciudades la recuperación de firmes flexibles mediante el reciclado de los mismos. Una de las ventajas centrales, mas allá de las ciudades, es el no recrecimiento del nivel de la calzada, situación trascendental a la hora de no interferir en los desagües y escurrimientos superficiales de las áreas tratadas.

Se cita a modo de ejemplo el reciclado en un barrio cerrado en la región de la ciudad de La Plata.



tra de pavimento deteriorado y luego la construcción de la base granular con el reclamado de la capa asfáltica con equipo de reciclado pequeño. Trama tipo urbana.

4. Tipos de reciclados más utilizados

Los reciclados, como sabemos, pueden realizarse tanto in situ como en planta fija. En ambos casos los materiales provenientes de la trituración o reciclado se pueden considerar como áridos, a excepción de los triturados provenientes de mezclas aglomeradas con ligante bituminoso.

Pueden disponerse de tratamientos en caliente o en frío, lo cual conduce a consumos energéticos diferentes.

Además puede utilizarse o no aporte de árido virgen y puede aportarse o no algún aglomerante ya sea hidráulico o hidrocarbonado (cemento asfáltico, emulsiones, asfalto espumado).

Por último se pueden clasificar en base a la profundidad del mismo, así encontramos los reciclados profundos y los reciclados superficiales.

5. La elección de su utilización.

Las variables posibles del reciclado deben ser conocidas por los equipos profesionales que trabajan en la administración de las vías y planifican su mantenimiento o rehabilitación.

De la experiencia generada hasta la fecha en nuestro país se pueden observar los siguientes inconvenientes principales:

- a) Desconocimiento del proyectista de todas las alternativas de reciclados posibles.
- b) Falta de valoración de la variable energética en la ecuación técnico económica. A la luz de este concepto se lleva a jerarquizar la aplicación de las mezclas en frío realizadas in situ.
- c) No imposición de límites en la prestación de acuerdo al tipo de reciclado realizado.
- d) No siempre es posible utilizar la técnica del reciclado en un proceso de rehabilitación. La elección de esta alternativa debe estar estrechamente asociada al proceso de evaluación estructural y superficial del firme y al umbral de prestación (tipo de tránsito) de la vía. La evaluación del firme es un tema central para justificar adecuadamente su elección como alternativa.

Algunos fracasos en muchas obras, evidencian no estar asociados a la técnica propiamente dicha, sino a la falta de consideración de las variables enumeradas.

6. Criterios de evaluación para análisis de factibilidad.

Se sabe que resulta adecuado realizar la valoración de un firme desde el punto de vista superficial y estructural. En Argentina se encuentran consolidadas las técnicas de auscultación estructural y las que involucran las determinaciones de parámetros superficiales. Aplicar los criterios de las deformadas en cuanto a valoración estructural asociados al tráfico es una buena herramienta con las que se establecen las relaciones modulares del conjunto estructural con el de las capas en forma individual. Desde el punto de vista superficial la obtención de índices de serviciabilidad o de estado, con la inclusión de la mayor cantidad de variables medidas permite asociarlos al envejecimiento y deterioro que las capas de rodadura posean.

El punto crítico se encuentra en la toma de decisión frente a los resultados arrojados en dichas valoraciones.

La oportunidad de incluir la técnica del reciclado y su justificación no es una tarea sencilla ya que las preguntas centrales a responder conllevan el siguiente análisis:

- a. ¿Qué características posee el reciclado? En todos sus aspectos físicos, mecánicos, químicos, estado de los ligantes, envejecimiento, etc.
- b. ¿Qué prestación puede brindar al integrarse nuevamente en el firme?

Tal vez este punto sea en el que más fallas se ha observado, debido a que no siempre se realizan las valoraciones adecuadas, los análisis de factibilidad respectivos y no se ha generado aún un Pliego General de Obras con Inclusión de Materiales Reciclados.

La utilización de materiales reciclados conlleva a tener en cuenta que los mismos poseen umbrales de prestaciones muy diferentes a los de un material virgen.

7. El material reciclado. Propuesta de tratamiento del LEMaC.

Una vez superada la etapa de valoración del firme, su evaluación estructural y superficial y analizadas las variables energéticas involucradas en su totalidad, se ve como necesario considerar los siguientes factores que ayudarán a ordenar el análisis sobre el reciclado en si mismo:

- 7.1. La calidad de los materiales constitutivos en su origen y la tipología de la obra.
- 7.2. El envejecimiento al que fueron sometidos por las sollicitaciones de tráfico y climáticas.
- 7.3. La tecnología utilizada en el proceso de reciclado.
- 7.4. Los criterios de selección establecidos después del triturado
- 7.5. El control de calidad ejercido sobre el producto y los estándares fijados de aceptación de materiales, mezclas y procesos en las especificaciones técnicas.

7.1. La calidad de los materiales constitutivos en su origen

Las construcciones viales, en cuanto a su composición se refiere, están muy asociadas a la época en la que fueron realizadas. La utilización de los legajos de construcción de las obras, ayudan a ubicar de antemano tipologías de materiales y procesos constructivos utilizados.

La generación de los residuos se da en las diferentes etapas de la obra, lo que implica que tengamos residuos provenientes de:

- La fabricación de los materiales
- La utilización en obra de los materiales vírgenes
- Las etapas de mantenimiento de la obra
- El reciclado de las mismas.

Por ello la actividad de obra que genere el residuo deja su impronta en la calidad final del mismo.

Esta consideración nos permite valorar la calidad esperada del residuo y el grado de participación en la nueva mezcla. Es importante destacar que en muchas obras existe un importante volumen de residuos constituidos por materiales sin uso, descartados por excesos de volúmenes iniciales.

El proceso de fabricación de los materiales, o el proceso de obtención desde un yacimiento, son parámetros que deben ser considerados pues nos permitirán saber

sobre el control de calidad ejercido en los mismos y los valores esperables desde el punto de vista mecánico, químico o de durabilidad.

Los procesos de colocación, o sea el proceso constructivo de la obra, reviste una especial importancia y debe contemplarse en este análisis. En el caso de la obra vial, la incidencia de las temperaturas de mezclado en plantas asfálticas, las humedades previas a los procesos de compactación de bases, la temperatura a la cual se compacta un concreto asfáltico, las condiciones de curado de un concreto hidráulico, su relación agua cemento, etc., son factores que influyen en la capacidad estructural de la obra y en su juventud al momento de entrar en servicio, ya que podemos tener materiales o mezclas envejecidas o fisuradas antes de que presten servicio.

7.2. El envejecimiento al que fueron sometidos por las solicitaciones de tráfico y climáticas

La edad de la obra a reciclar es una información de gran importancia. Como dijéramos, una vez analizadas las variables constructivas se deberá considerar el estado actual de la obra y aplicada la técnica de reciclado elegida valorar las características del producto obtenido. En definitiva el envejecimiento, de este potencial material ha de ser incluido en la obra, será el que se evalúe en ese momento y responderá a la sumatoria del envejecimiento inicial y el generado en su vida en servicio. La acción del tráfico y de los agentes climáticos como régimen de precipitaciones, UV, etc., producen un deterioro manifestado en fisuraciones, agotamiento de capacidades estructurales, deformaciones, desgranamientos, pérdida de capacidad aglomerante, formación de reacciones entre agregados y aglutinantes, entre otros.

Este ítem que resulta de vital importancia, deben considerarse instructivos muy bien definidos en cuanto a las técnicas de muestreo, y el grado de alteración que en el mismo puede sufrir el espécimen extraído. También se debe muy claro en las técnicas de valoración utilizados en laboratorio, a efectos de no introducir variables o deterioros en la determinación propiamente dicha. Por ejemplo, la extracción de ligante asfáltico de una mezcla con agregados, puede introducir significativas variaciones en la calidad final del ligante a evaluar, dependiendo del método utilizado, existiendo técnicas que exponen al asfalto a 360 °C, mientras otras, como la del rotovapor, trabajan sin ese grado de alteración. Otro ejemplo lo constituyen las determinaciones de los módulos resilientes, humedades, plasticidades y granulometrías, las mismas se pueden ver afectadas por las variables incorporadas en la extracción y por las técnicas de secado involucradas.



Gráfico N° 5: Algunas determinaciones necesarias

Las nuevas adiciones de agentes rejuvenecedores, ligante y árido virgen, ya sea para la constitución de una nueva mezcla aglomerada o para una estabilización granular de base, dependerán de la valoración realizada en este aspecto.

Las valoraciones realizadas al pavimento envejecido en servicio, deben constituir una sistemática diseñada a efectos de contar con un conjunto de datos que permita valorar adecuadamente las alternativas de reparación.

Sintetizando, podemos decir que debe procurarse eliminar la introducción de variables que puedan llevar a apreciar en forma inadecuada al firme existente. Los principales errores detectados se ven en las técnicas de muestreo, en donde no se hacen selecciones de lotes defectuosos o no representativos y en los cuidados de las técnicas de valoración en laboratorio.

Estas variables deberían incluirse en las especificaciones técnicas generales para materiales reciclados.



Gráfico N° 6: Caso de dos firmes deteriorados con diagnóstico de reciclado en vías provinciales

7.3. La tecnología utilizada en el proceso de reciclado

Analizadas las variables propias del material constitutivo se marca la incidencia que tiene el tipo de equipo utilizado en el proceso de reciclado.

Las variaciones principales se registran en:

- Tamaño del triturado
- Forma del triturado
- Granulometría
- Homogenización de la capa reciclada

Antes de comenzar con el reciclado se dispondrá de datos del proceso de evaluación.

En un firme que ha recibido como diagnóstico de rehabilitación el reciclaje, se pueden observar importantes variaciones en su perfil longitudinal y transversal, dados por tareas de recrecido, bacheos puntuales, sustitución de capas granulares, etc. Esto hace que la homogeneidad del producto reciclado a lo largo de la traza no esté garantizada. Esto se acentúa aun más cuando el reciclado es del tipo profundo, en donde pueden llegar a intervenir los diferentes contenidos de humedad de las capas de base y las contaminaciones de suelos de subrasantes.

La forma mas adecuada de poder triturar las capas de rodamientos de los firmes, tanto rígidos como flexibles, es mediante el uso de recicladoras. Estas se pueden acompañar con el uso de escarificadores de motoniveladora en los primeros tratamientos. El

estado, mantenimiento y reposición de los elementos de trituración y puntas diamantadas, resultan tener un alto impacto en el producto final, como también la horizontalidad del plano de trabajo del equipo. Las exigencias de tamaños máximos y granulometrías consideradas en el diseño del proyecto deben cumplir con entornos al de la curva patrón utilizada. Las granulometrías ficticias de las partículas aglomeradas deben considerarse parcialmente y observar su relación con la granulometría real del árido desprovisto del ligante. La generación del producto triturado dependerá, desde el punto de vista operativo, del rendimiento del equipo, potencia y profundidad de mezclado,.

Las variables enunciadas permiten observar como desde la tecnología utilizada se logran variaciones de significación en el producto final.

Se muestran algunas técnicas utilizadas en obras de la región de la ciudad de La Plata:



Gráfico N° 7: algunos equipos del proceso de reciclado



Gráfico N° 8: Algunos equipos del proceso de reciclado

7.4. Los criterios de selección establecidos después del triturado

En la obra vial existe en general la intención de utilizar el material tal cual queda en el proceso de triturado o reclamado. Esto no siempre puede ser así ya que deben efectuarse correcciones debidas principalmente a:

- Falta de uniformidad en la estructura del firme
- Presencia de suelos de altas plasticidades
- Corrección de la granulometría obtenida
- Presencia de agregados reactivos y/o deletéreos
- Presencia de áridos con falta de cubicidad y caras fracturadas entre otros
- Presencia de sustancias contaminantes, tales como combustibles, ácidos, etc.
- Elevados contenidos de humedad
- Corrección final del nivel de rasante

En general es necesario realizar estas correcciones, las cuales deben estar previstas desde el proyecto, con posibilidad de ajustes a nivel de obra.

Se podrá demandar el traslado a plantas fijas del material triturado a efectos de acondicionarlo, clasificarlo y corregirlo, aunque algunas de estas tareas se pueden realizar in situ.

Se cita, por ejemplo, el caso de reciclado de un pavimento con presencia de materiales deletéreos en donde parte del tratamiento fue la separación física inicial de la fracción alterada por compactación con equipo metálico liso en pistas habilitadas a tal efecto. Ver gráfico 9.



Gráfico N° 9: Tratamiento de materiales deletéreos.

En el gráfico 10 se pueden observar algunos ejemplos de plantas fijas en donde se puede hacer una adecuada selección y adecuación de los materiales provenientes de obra.

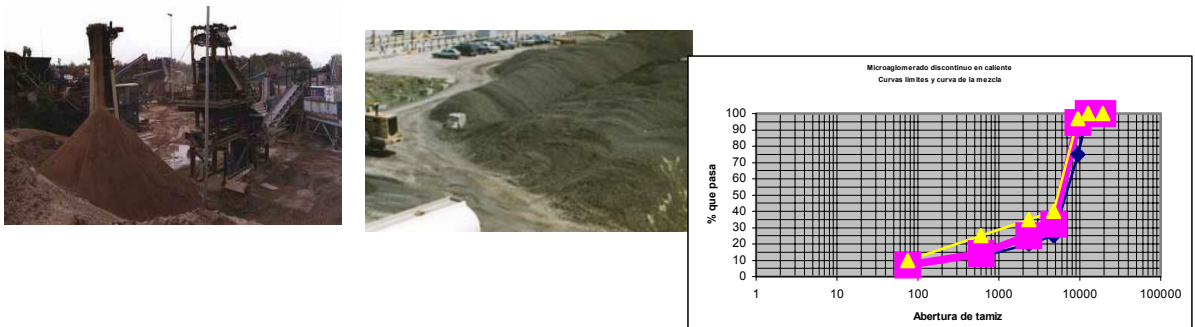


Gráfico N° 10: Traslado del triturado a plantas fijas y posible corrección granulométrica según especificaciones

Lo importante a destacar es que lo habitual es observar la necesidad de corrección de los materiales recuperados. Esta corrección puede darse tanto a pie de obra como en plantas fijas.

La presencia de especificaciones claras al respecto, es un parámetro de vital importancia, cuando el reciclado comienza a ser una opción en las políticas de mantenimiento y rehabilitación de firmes.

7.5. El control de calidad ejercido sobre el producto y los estándares fijados de aceptación de materiales, mezclas y procesos en las especificaciones técnicas.

Los materiales reciclados deben ser monitoreados más intensamente debido a las variaciones citadas en el ítem anterior.

El marco normativo que se debería utilizar debe comprender nuevas determinaciones y evaluar en algunos casos la incidencia de los métodos sobre el resultado final de la valoración.

En base a la tecnología disponible y a los tipos de firmes se deberán establecer tipos de materiales reciclados esperables a efectos de estimar las posibles granulometrías, grado de contaminación, etc. Disponer de esta información es fundamental para prever cualquier diseño antes de llevar los equipos a la obra. De la experiencia acumulada se puede formar una base de datos que contemple la eficiencia de equipos y la tipología del triturado asociado al mismo. No es posible esperar el comienzo de la obra para avanzar en el diseño del reciclado. Para esto pueden utilizarse equipos de laboratorio, tipo trituradoras, que representen el efecto de la recicladora de pavimentos.

Por lo expuesto, resulta de vital importancia fijar en las especificaciones el tipo de equipo a utilizar ya que estará asociado al tipo de reciclado a obtener. Es recomendable, si no se tiene experiencia, conseguir un equipo y probar su eficiencia en tramos de la obra que puedan ser rehabilitados con facilidad, o en obras de menor tránsito equivalentes. Este punto es crucial pues el proyectista debe tener una idea de cómo será el material reciclado, antes de que esta tarea se desarrolle.

Solo en estas condiciones, es posible observar los contenidos del reciclado, formas, granulometrías, plasticidades, contenidos de materia orgánica, cantidad de ligante, etc. y de esta forma, planificar las correcciones que surjan del análisis.

Disponer de un reciclado representativo previo, permite establecer con claridad el proyecto final y adoptar las técnicas in situ o en planta que se crean más convenientes. Igualmente se deberán plantear técnicas de control a pie de obra que permitan corregir las dosificaciones preestablecidas en el laboratorio, las que deben ser contempladas en las especificaciones originales. El expediente técnico de una obra de reciclado debe ser más amplio que las especificaciones corrientes, ya que se ha incorporado un material menos homogéneo en el diseño de las mezclas. Este carácter amplio, no debería ser sinónimo de ambigüedad, por el contrario, debe reflejar un conocimiento más profundo de esta técnica.

Algunas consideraciones estarán asociadas a los límites de forma y granulometría, como así también a los contenidos de aglomerantes y ligantes. En base a las variaciones estimadas como posibles se pueden prefijar las técnicas de ajuste en el tratamiento in situ y las del tratamiento en planta.

Es común también pensar en que los valores estructurales de las mezclas, tanto granulares como ligadas, disminuyan en sus módulos resilientes o módulos dinámicos, por lo cual pueden determinarse los valores esperados en el diseño de la mezcla. Esta consideración nos asignará los posibles usos y limitaciones de los nuevos diseños, asociados a la cantidad de ejes equivalentes de diseño. De esta forma se pueden definir en forma precisa los umbrales de utilidad de las mezclas en la estructura a diseñar.

Un error en el muestreo puede llegar a ser más significativo que en una obra nueva. En el LEMaC, en base a la experiencia acumulada, se ha observado la importancia de fijar un claro control estadístico en este tipo de obra, dispuesto a apreciar las variaciones propias del reciclado e identificarlas de aquellas propias del control. La definición de los lotes y la separación de los elementos defectuosos es una tarea preliminar relevante.

Las intervenciones en las obras deberán planificarse en base a la heterogeneidad del tramo a realizar. Pero es evidente que los controles de granulometría, plasticidad,

densidades, módulos, y cualquier otro parámetro establecido deberá tener una sistemática diferente a la de una obra nueva.

Los principales errores observados en las obras en donde se incorpora esta técnica es la falta de adecuación de las especificaciones técnicas y la ausencia de las limitaciones de uso de algunos tipos de reciclado según las condiciones de diseño imperantes.

Así se han encontrado estabilizaciones recicladas con emulsiones asfálticas, sin el adecuado proceso de curado y en vías de tránsito pesado, lo que ha formado ahuellamientos prematuros.

También se han observado bases recicladas con cemento Pórtland con exceso de aglomerante y como base de un firme flexible de bajo espesor lo que ha causado fisuraciones reflejas.

Otro ejemplo fue la utilización de material reciclado superficial en un firme flexible en una vía de alta velocidad lo que ha provocado desprendimientos de agregado en superficie.

Estos tres ejemplos que se han dado en forma puntual en algunas obras, evidencian que es imperioso contar con un marco de especificaciones que permita en forma integral tratar la factibilidad de ejecución de los reciclados.

8. El proyecto PROCQMA

La Universidad Tecnológica Nacional posee sedes en las regiones más importantes de la Argentina. Este carácter federal permite, frente a un problema de este tipo, tener Centros y Laboratorios en los puntos más representativos del quehacer vial.

El PROCQMA, Proyecto de reciclado para la obra civil desde la química los materiales y el medio ambiente, pretende observar las experiencias realizadas en el país y diseñar en base a la experiencia internacional, entre las que se cuenta la española, un Pliego General de Especificaciones Técnicas para las obras con inclusión de materiales reciclados.

El proyecto está en su faz de inicio y lo integran seis Facultades Regionales de la UTN. Los ejes de trabajo guardan relación con las inquietudes manifestadas en este artículo, frente a un fuerte posicionamiento de esta técnica.