

# **“Tratamientos superficiales con utilización de materiales regionales y tecnología local para el desarrollo de asentamientos humanos en la región norte del Perú”**

H. G. Botasso<sup>(1)</sup>, J. Timana Rojas<sup>(2)</sup>

- (1) LEMaC- Centro de Investigaciones Viales- Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata- Argentina- Calle 60 y 124 (1900) La Plata- [www.frlp.utn.edu.ar](http://www.frlp.utn.edu.ar)  
[lemac@frlp.utn.edu.ar](mailto:lemac@frlp.utn.edu.ar).
- (2) Programa Master de Ingeniería Civil con mención en Ingeniería Vial y Municipalidad de Piura - Universidad de Piura- Calle Ramón Mujica 131, Urbanización San Eduardo, Piura, Perú [www.udep.edu.pe](http://www.udep.edu.pe) - [jtimana@udep.edu.pe](mailto:jtimana@udep.edu.pe)

## **1. Resumen**

La región norte del Perú, presenta una problemática social crítica, en especial en las zonas denominadas como asentamientos humanos, en donde las personas en forma espontánea forman verdaderas comunidades, que se constituyen en cinturones a la ciudad de Piura (segunda ciudad en habitantes del Perú). Esta formación hace que la infraestructura de estos sectores sea deficitaria, y tenga que adaptarse a la implantación espontánea.

La región posee un clima desértico, con suelos arenosos y limo arcillosos los cuales presentan serios riesgos de estabilidad frente al “fenómeno del niño”, el cual ha cobrado vidas y generando la destrucción de gran parte de la infraestructura vial, fundamentalmente al verse modificado el régimen de lluvias, pasando de ausencia de precipitaciones en años a valores de 1200 milímetros anuales. La ausencia de vías pavimentadas dificulta el acceso e integración de estas zonas con los centros de salud, de educación y de seguridad más próximos.

Frente a esta realidad, el Municipio de Piura, decide encargar el estudio y realización de un plan de pavimentación que pueda utilizar los materiales regionales, la mano de obra local y la tecnología disponible en la región. Procurando alcanzar la concreción de 20 km./año de pavimentos con su respectiva asignación en mantenimiento. También se asocia al mismo el desarrollo general de las zonas con la provisión de agua y otros servicios básicos.

El presente trabajo describe los criterios fijados para el diseño y construcción de estas “Vías Integradoras”, en donde con el objeto de cumplir con lo demandado, se recurrió al uso la pavimentación con utilización de ligante asfáltico, debido a la versatilidad de las propuestas que los pavimentos flexibles ofrecen.

Se describen los criterios seguidos, la confección de las especificaciones técnicas, la construcción de los mismos y el plan de mantenimiento.

De esta forma, mejorando la infraestructura vial, se busca integrar al resto de la ciudad con los Asentamientos Humanos y Urbanizaciones Populares que se encuentran más alejados del casco urbano.

La construcción de un tratamiento superficial, trae consigo beneficios tales como la eliminación del polvo y el barro, contribuyendo con ello a mejorar el estándar de vida de los habitantes, posee un periodo de vida útil de tres a cuatro años y su aplicación es para vías de bajo tránsito.

## 2. Características generales del proyecto

Las características generales del proyecto, en una longitud total de 20 km y un ancho medio de 7 m. Son los siguientes:

### 2.a. Características de la subrasante

Suelo arenoso tipo A-2, con presencia de material limoso, y un valor soporte CBR=35 %.

Se procedió al corte y extracción en todo el ancho que corresponde a las explanaciones proyectadas.

Esta tarea implicó una pequeña apertura de caja que permita mantener el actual nivel de calzada y aportar una base de mayor valor portante

Se le exige a la misma una densidad de compactación de al menos el 90 % del proctor modificado de referencia.

### 2.b. Base estabilizada granular

En la zona se dispone de un estabilizado granular denominado habitualmente "afirmado", el cual procede de las canteras próximas del macizo cordillerano y es utilizado ampliamente como base para los caminos de la red principal.

Las características de este estabilizado granular deben encuadrarse dentro de los siguientes parámetros:

**Tabla N° 1. Estabilizado de base**

<b>Tamiz</b>	<b>A-1</b>
50 mm ( 2" )	100
37.5 mm ( 1½" )	100
25 mm ( 1" )	90 - 100
19 mm ( ¾ " )	65 - 100
9.5 mm ( ⅜" )	45 - 80
4.75 mm ( N° 4 )	30 - 65
2.0 mm ( N° 10 )	22 - 52
4.25 um (N° 40 )	15 - 35
75 um (N° 200 )	5 - 20

Fuente: AASHTO M -147

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Angeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido : 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad : 4-9 (MTC E 111)
- CBR : 40% mín (MTC E 132)
- Equivalente de Arena: 60% mín. ( MTC E 114 )

El espesor de la base es de 20 cm.

El control de calidad en obra se fija de la siguiente forma:

**Tabla N° 2. Control de calidad**

Propiedades y Características	Método de Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencias recomendadas	Lugar de Muestreo
Granulometría	MTC E 204	D422	T 27	1 cada 750 m <sup>3</sup>	Cantera
Límites de Consistencia	MTC E 111	D 4318	T 89	1 cada 750 m <sup>3</sup>	Cantera
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	1 cada 2000 m <sup>3</sup>	Cantera
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 96	1 cada 2000 m <sup>3</sup>	Cantera
CBR	MTC E 132	D 1883	T 193	1 cada 2000 m <sup>3</sup>	Cantera
Densidad -Humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	1 cada 750 m <sup>2</sup>	Pista
Compactación	MTC E 117	D 1556	T 191	1 cada 250 m <sup>2</sup>	Pista
	MTC E 124	D 2922	T 238		

### 3.Tratamiento superficial

Se incorpora en la región de Piura el uso de tecnología de emulsiones y el de mezclas en frío, ya que no se ha utilizado nunca.

Desde el punto de vista social, la movilidad y accesibilidad a los asentamientos humanos, es una necesidad primaria para garantizar el acceso de la salud y la seguridad.

El desafío ha involucrado los siguientes puntos principales desde el punto de vista tecnológico:

- Uso de emulsiones asfálticas en reemplazo de asfaltos diluídos.
- Capacitación de personal municipal, ya que la obra se realizó por administración.
- Implementación de tecnologías para la ejecución de tratamientos superficiales con adecuado control de calidad, en especial en la dotación de ligante y en la distribución del agregado. Búsqueda de uniformidad de la producción.

El equipamiento disponible en la región se adecuó para este trabajo y se pudo equipar con otros nuevos a la Municipalidad.

Se define como tratamiento superficial simple a la aplicación de un ligante bituminoso sobre una superficie seguida de la extensión y apisonado de una capa de árido.

La ejecución del tratamiento superficial simple incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie existente o base
- Aplicación del ligante bituminoso.
- Extensión y apisonado del árido.

Por las circunstancias económicas, sociales y culturales del puesto de trabajo elegido, los tratamientos superficiales, dan resultados normalmente más que aceptables si se cumple una serie de requisitos y cuidados que se desean reflejar en los apartados siguientes.

Para justificar el tratamiento superficial frente a la pavimentación con mezcla asfáltica, se pueden citar dos situaciones claras, en las que se hace necesario al menos pensar la solución antes de aplicar una u otra:

- Caminos de carácter local o autonómico de 2º grado, en la que se efectúan acondicionamientos de trazado y con materiales no óptimos.
- Afirmado de caminos o carreteras en los que por condicionantes presupuestarios no se pueden colocar bases adecuadas, y las longitudes son excesivas para colocar un mínimo de 5 cm de espesor en capas de mezcla asfáltica.

La explicación concisa del ámbito de aplicación de los tratamientos superficiales o riegos asfálticos frente a la mezcla bituminosa están basados en economía a la hora de ejecución de la obra, así como ámbitos de obra concretos donde el resultado final hace de este tipo de pavimentos asfálticos la solución óptima.

Como maquinaria tradicional más empleada se encuentra:

- Camión cuba con rampa de riego asfáltico.
- Camiones dumpers dotados de utensilio especial llamado gravilladora para repartir equitativamente las gravillas artificiales.
- Rodillo compactador, si es posible mixto (ruedas de goma y rodillo metálico).

### 3.a. Aplicación del ligante bituminoso

Se comienza con la preparación de la superficie existente

La construcción del tratamiento no se iniciará hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar (base granular), tenga la compactación y densidad adecuada, las cotas y dimensiones indicadas en los planos o definidos por el Supervisor.

No se permitirá la construcción del tratamiento mientras el riego de imprimación no haya completado su curado y, en ningún caso, antes de veinticuatro horas (24 h), transcurridas desde su aplicación.

Se utiliza emulsión asfáltica catiónica de corte rápido ECR1 O ECR2.

El equipo de aplicación irá montado sobre neumáticos y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante.

El equipo estará provisto de un velocímetro, calibrado en metros por segundo (m/s), directamente visible por el conductor, a fin de que éste pueda mantener la velocidad constante necesaria para conseguir una dotación longitudinal uniforme.

Para puntos inaccesibles al equipo, y retoques que sea preciso hacer en la calzada, se empleará una caldera regadora portátil provista de una lanza de mano. En el

caso de que el ligante empleado haga necesario el calentamiento, deberá estar dotada de un sistema de calefacción por quemador de combustible líquido.

En ambos casos, la bomba de impulsión del ligante deberá ser accionada por motor y estar provista de un indicador de presión calibrado en kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (kgf/cm<sup>2</sup>). También deberá estar provisto el equipo de un termómetro para el ligante, calibrado en grados centígrados (°C), cuyo elemento sensible no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calentador.

**Tabla Nº 3 Temperatura Emulsiones**

Emulsiones Asfálticas	Rango de temperaturas (°C)
CRS-1	50 – 85
CRS-2	60 – 85

**Foto 1: Equipo de riego**



**Tabla Nº 4: Cantidades aproximadas de material para tratamiento superficial simple (TS)**

Secuencia de Operaciones	Tipo de Tratamiento	
	TS1	TS2
Aplicación de material bituminoso (l/m <sup>2</sup> ) • Emulsión Asfáltica.	1,5 – 1,7	1,0 – 1,25
Distribución de agregado (Kg/m <sup>2</sup> )	14,0 - 16,0	10,0 - 12,0
Gradación del agregado pétreo	B	C

### 3.b. Agregados Pétreos

Los agregados pétreos para la ejecución del tratamiento superficial deben cumplir con las exigencias de calidad siguientes las cuales fueron incluidos como una mejora en los áridos naturales que se utilizaban libremente en cualquier tipo de mezclas.

La inclusión de fracciones trituradas, en este tipo de obras ha permitido una mayor eficiencia estructural del tratamiento y valores de resistencia superficial más altos.

**Tabla N° 5 : Exigencias del árido**

Ensayos	Especificaciones
Partículas fracturadas del agregado grueso con una cara fracturada (MTC E 210)	85% mín.
Partículas del agregado grueso con dos caras fracturadas (MTC E 210)	60% mín.
Partículas Chatas y alargadas (MTC E-221)	15% máx
Abrasión (MTC E 207)	40% máx.
Pérdida en sulfato de sodio (MTC E 209)	12% máx.
Pérdida en sulfato de magnesio (MTC E 209)	18% máx.
Adherencia (MTC E 519)	95 % mín.
Terrones de Arcilla y Partículas Friables (MTC E 212)	3% máx.
Sales solubles Totales (MTC E 219)	0.5% máx.

**Tabla N° 6: Rangos de Gradación para Tratamientos Superficiales**

Tamiz	Porcentaje que pasa			
	Tipo de Material			
	A	B	C	D
25,0mm. (1")	100	-	-	-
19,0mm. (3/4")	90-100	100	-	-
12,5mm. (1/2")	10-45	90-100	100	-
9,5 mm. (3/8")	0-15	20-55	90-100	100
6,3 mm. (1/4")	-	0-15	10-40	90-100
4,75mm. (N°4)	0-5	-	0-15	20-55
2,36mm. (N° 8)	-	0-5	0-5	0-15
1,18 mm. (N° 16)	-	-	-	0-5

Se han utilizado las curvas B y C para las experiencias realizadas

El equipo para la elaboración y clasificación de agregados triturados se logró mediante la incorporación de una planta de trituración de áridos que provista de una trituradora primaria y una trituradora secundaria; con una clasificadora y un equipo de lavado. Además, cuenta con los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental.

La trituradora de quijadas de 24" x 36" en acero electrosoldado montada sobre rodamiento de acero muelas de acero al manganeso y motor de 75 hp y transmisión de poleas y bandas en V. Transportador de banda de 30" por 11,60 cm.

Unidad de cribado portátil y transportadores de bandas periféricos para tres productos terminados.

**Foto N° 2: Planta trituradora**



La extensión del agregado se realiza de manera uniforme, inmediatamente después de la aplicación del ligante bituminoso. La distribución del agregado se hará de manera que se evite el tránsito del esparcidor sobre la capa del ligante sin cubrir. Cuando el material bituminoso se aplique por franjas, el agregado se esparcirá de forma que quede sin cubrir una banda de quince a veinte centímetros (15 cm - 20 cm) de la zona tratada, aledaña a la zona que aún no ha recibido el riego, con el objeto de completar en dicha banda la dosificación prevista del ligante al efectuar su aplicación en la franja adyacente.

**Foto N° 3 Camión y equipo extendedor**



Las operaciones de compactación se realizarán con el rodillo neumático y comenzarán inmediatamente después de la aplicación del agregado pétreo. En zonas en tangente, la compactación se iniciará por el borde exterior avanzado hacia el centro. En curvas, se iniciará desde el borde inferior hacia el borde superior, traslapando cada recorrido con el anterior de acuerdo con las instrucciones del Supervisor. La compactación continuará hasta obtener una superficie lisa y estable en un tiempo máximo de treinta (30) minutos, contado desde el inicio de la extensión del agregado pétreo. En ningún caso se aceptará menos de tres pasadas completas del rodillo.

Una vez terminada la compactación de cada capa, se barrerá la superficie del tratamiento para eliminar todo exceso de agregados que haya quedado suelto sobre la superficie, operación que deberá continuarse aún después de que el tramo con el tratamiento haya sido abierto al tránsito.

Se emplearán preferentemente compactadores de neumáticos de peso superior a cinco toneladas (5 t). Cuando se utilicen rodillos de llanta metálica, deberá garantizarse que no se produzca la trituración de los áridos. Los compactadores deberán estar provistos de dispositivos para mantener los rodillos limpios durante la compactación.

#### **4. Apertura al tránsito**

Siempre que sea posible, deberá evitarse todo tipo de tránsito sobre la capa recién ejecutada durante las veinticuatro (24) horas siguientes a su terminación. Si ello no es factible, deberán tomarse medidas para que los vehículos no circulen a una velocidad superior a treinta kilómetros por hora (30 Km/h). Durante los 45 minutos iniciales después de concluida la compactación, la velocidad no debe ser mayor de quince kilómetros por hora (15 Km./h).

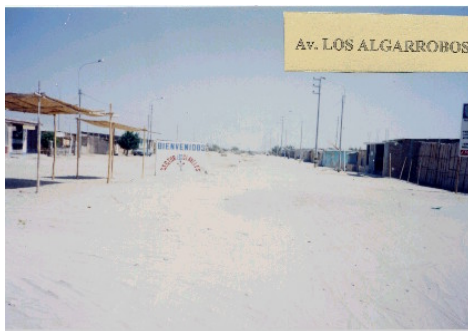
#### **5. Aceptación de los Trabajos**

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado del tramo de prueba, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación del tratamiento superficial simple (monocapa).
- Ejecutar ensayos para verificar las dosificaciones de agregados y ligante en el tratamiento superficial simple (monocapa), así como la granulometría de aquellos.

#### **6. Fotos antes y después del tratamiento superficial simple.**

**Foto N° 4 Antes**



**Foto N° 5 Durante**



## Fotos N° 6, 7, 8 Tratamiento superficial:



## 7. Conclusiones

- Se ha podido introducir el uso de emulsiones en la región norte del Perú, con adecuación de tecnología local
- Se ha alcanzado un plan de capacitación del personal Municipal, que ha motivado a la sección de obras públicas.
- Se ha mejorado sustancialmente la transitabilidad en barrios periféricos y se ha incrementado el número de vías con buen estado de mantenimiento
- El tratamiento superficial, ha permitido incorporar una nueva caracterización de los áridos naturales, un proceso de trituración, lo cual es básico para la implementación de otros tipos de capas asfálticas.

## 8. Bibliografía

1. Los tratamientos superficiales. Gonzalez Prieto . Universidad Córdoba. España 2002.
2. PG 3. Pliego de Especificaciones Generales de España
3. Manual de Curso de Postgrado " Mezclas Asfálticas II" LEMaC UTN. La Plata año 2002.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.