



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

EVALUACIÓN DE LA CARRETERA CENTRAL (Km 10+000 – Km 27+500) CON FINES DE ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TECNICO PARA TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PERIODICO

INDICE

1.0 ANTECEDENTES

2.0 OBJETIVO

3.0 DESCRIPCIÓN DE LA VÍA

4.0 TRABAJOS DE CAMPO

4.1 Estudio de Suelos

4.1.1. Metodología

4.1.2. Caracterización de capas granulares del pavimento y subrasante

4.1.2.1 Trabajos de laboratorio y gabinete

4.2 Demarcación de la Vía

4.3 Evaluación Funcional del Pavimento

4.3.1. Medición de Rugosidad

4.3.2 Evaluación Superficial del Pavimento con Método de PCI (Índice de Condición del Pavimento)

4.3.3 Evaluación Superficial del Pavimento con Método de PSI (Índice de Serviabilidad Presente)

4.4 Estudio de Canteras

4.4.1. Objetivo

4.4.2. Metodología

4.4.3 Canteras evaluadas

4.4.4 Análisis y definición de canteras

4.4.5 Usos propuestos

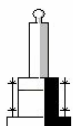
5.0 CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIÓN GENERAL

ANEXOS:

Medición de Rugosidad del Pavimento

Planillas de Relevamiento



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac.

Telf. : 481-3707

Fax : 481-0677



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

EVALUACIÓN DE LA CARRETERA CENTRAL (Km 10+000 – Km 27+500) CON FINES DE ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PERIODICO

1.0 ANTECEDENTES.-

En atención a lo dispuesto por el Sr. Viceministro de Transportes mediante Memorándum (M) N° 16-2009-MTC/02 y la consiguiente atención establecida por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles mediante Memorándum (M) N° 1132-2009-MTC/14, la Dirección de Estudios Especiales, en concordancia al plan de trabajo elaborado para tal fin, procedió a efectuar la Evaluación de la Carretera Central, tramo: Av. Las Torres – Puente Los Ángeles (Km. 10+000 – Km 27+500), con fines de elaboración de Expediente Técnico para trabajos de mantenimiento periódico.

2.0 OBJETIVO.-

El Objetivo de la presente evaluación es determinar el estado actual de la vía y, en función a ella proponer los trabajos más adecuados que permitan conservar la infraestructura vial en concordancia a la ubicación geográfica y climática del proyecto. La información servirá de sustento para la formulación de las actividades de mantenimiento periódico que se deben efectuar.

3.0 DESCRIPCION DE LA VIA

Para la presente evaluación se ha considerado los hitos existentes para referenciar las medidas y distancias tomadas. En función a ella se ha considerado como inicio el km 10+000 de la Carretera Central.

El término del tramo en evaluación (km 27+500) se ubica en el Puente Los Ángeles, en el distrito de Lurigancho-Chosica.

4.0 TRABAJOS DE CAMPO.-

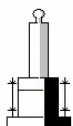
En función al objetivo establecido, tenemos dos métodos claramente diferenciados y corresponden a los denominados: métodos destructivos y métodos no destructivos. En el primer caso, se encuentra las perforaciones y calicatas que sustentan todas las actividades de estudios de suelos y que pasamos a describir a continuación:

4.1 Estudio de Suelos.-

Con la finalidad de conocer las características de los materiales que conforman el sistema pavimento - subrasante y cuantificar sus espesores, se llevaron a cabo prospecciones de exploración de donde se obtuvieron muestras representativas para el tramo en estudio, para su análisis en laboratorio. Las perforaciones indican la presencia de material granular de espesor variable.

4.1.1 Metodología

La metodología consistió básicamente en una investigación de campo a lo largo de la zona de estudio y determinación de las ubicaciones de las prospecciones de exploración



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac.

Telf. : 481-3707 Fax : 481-0677

**PERÚ****Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones**"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

(calicatas), los cuales establecen las características del sistema pavimento-subrasante. Para tal efecto se obtuvieron muestras representativas, los cuales fueron objeto de ensayos en laboratorio y finalmente, con los datos obtenidos se realizaron las respectivas labores de gabinete.

Las etapas ó fases descritas líneas arriba (campo, laboratorio y gabinete) son secuenciales y todas son igualmente importantes.

Trabajos de campo

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales se llevó a cabo la evaluación in situ mediante la ejecución de exploraciones sobre el borde de la calzada.

De las perforaciones efectuadas se obtuvieron, tanto muestras granulares disturbadas como muestras de suelos de subrasante, llevándose un registro en el que se anotó el espesor de cada una de las capas de la estructura del pavimento. Las muestras granulares se colocaron en bolsas de polietileno y en sacos para su traslado al laboratorio.

Las muestras de materiales granulares fueron clasificadas y seleccionadas siguiendo el procedimiento descrito en ASTM D-2488 "Práctica recomendada para la descripción de suelos". Estas muestras fueron trasladadas al laboratorio de la Dirección de Estudios Especiales donde fueron sometidos a los ensayos correspondientes.

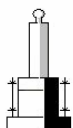
Descripción de Suelos

Respecto a la calzada derecha, debemos indicar que es una vía caracterizada por una carpeta asfáltica con un espesor promedio de 0.05 m. que sobreyace a una capa de pavimento rígido ($e = 0.20$ m) y debajo de ésta encontramos una capa granular que tiene un espesor promedio de 0.20 m. esta capa está conformada por un material gravoso con matriz limosa (A-1-a(0)). El material subyacente está conformado por grava pobremente graduada con presencia de limos (A-2-4(0)).

Por otro lado, en la calzada izquierda, se mantiene la similitud respecto del tramo descrito en el párrafo precedente. El espesor de la carpeta asfáltica oscila entre 0.06 m y 0.10 m. La capa subyacente también esta conformada por una capa de pavimento rígido ($e = 0.20$ m), a excepción del sector (Km. 19+500 a Km. 23+500), donde la estructura determinada es carpeta asfáltica sobre una capa granular ($e = 0.20$ m) de material gravoso de mala graduación con limos (A-1-a(0)). Subyacente, encontramos una capa de granular que tiene un espesor variable entre 0.13 m y 0.25 m. y está conformada por un material gravoso con presencia de limo (A-1-b(0)). Posteriormente, encontramos la subrasante que generalmente es un material gravoso de buena y mala graduación con presencia de limos (A-1-b(0)). El suelo natural está conformado por un material bastante variable con predominio de grava pobremente graduada con limo (A-1-a (0)); arena limosa (A-4 (0)); arena bien y pobremente graduada con limos (A-1-b (0)).

De la carpeta asfáltica

La Carretera Central, tramo: Av. Las Torres – Puente Los Ángeles (Km. 10+000 – Km 27+500), presenta como superficie de rodadura una carpeta construida con mezcla

**LABORATORIO****DEE**

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac.

Telf. : 481-3707

Fax : 481-0677



asfáltica en caliente, colocado sobre un pavimento rígido, la misma que muestra signos evidentes de deterioro en sectores puntuales. Los últimos 2 kilómetros (km 25+500 al 27+500) se encuentra sólo con pavimento rígido.

En el presente estudio se han realizado 13 perforaciones diamantinas a lo largo de la vía, en las cuales se han tomado las medidas de los espesores de la carpeta asfáltica existente en los puntos de muestreo.

En la calzada derecha, el espesor de carpeta varía entre 0.052 a 0.099 m. En el caso de la calzada izquierda, el espesor varía entre 0.063 a 0.169 m.

4.1.2 Caracterización de capas granulares del pavimento y subrasante

Como se indico, básicamente los trabajos han consistido en la verificación de los materiales que conforman la estructura del pavimento existente y de la subrasante. Es así que se ha ejecutado 8 exploraciones (calicatas) o puntos de verificación y muestreo.

Culminada la fase de campo del muestreo de las capas granulares y de la capa de carpeta asfáltica, continúa secuencialmente la parte de ensayos de laboratorio.

Finalmente, se ha culminado el informe final con el análisis en gabinete y establecimiento de las conclusiones pertinentes.

4.1.2.1 Trabajos de laboratorio y gabinete

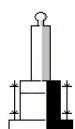
Laboratorio:

Con la finalidad de definir las características de los materiales granulares y de suelos, éstos fueron sometidos a una serie de ensayos cuyos certificados se encuentran en los Anexos, y que corresponden entre otros a:

- Análisis granulométrico por tamizado (NTP 339.128)
- Límites de consistencia (NTP 339.129)
- Clasificación SUCS (NTP 339.134)
- Clasificación AASHTO (NTP 339.135)
- Contenido de humedad (NTP 339.127)
- Sales solubles totales (NTP 339.152)
- Equivalente de arena (NTP 339.146)

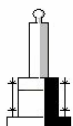
Gabinete:

En base a la información obtenida durante los trabajos de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio, se efectuó el análisis y la clasificación de suelos de fundación y de los materiales granulares de la estructura del pavimento empleándose los sistemas SUCS y AASHTO, con la finalidad de análisis y correlación de acuerdo a sus características litológicas, lo cual se consigna también en las columnas estratigráficas (Anexo). Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro siguiente:



**PERÚ****Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones**"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"**CUADRO Nº 2.0****RESULTADOS DE CLASIFICACIONES DE CALICATAS**

KILOMETRO	CALZADA	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN	
					SUCS	AASHTO
11+000	DERECHA	CARPETA. ASFALTICA.	M - 1	0.00 - 0.05	.-.	.-.
		SUELOS	M - 3	0.05 - 1.50	SM	A-2-4(0)
15+950	DERECHA	CARPETA. ASFALTICA.	M - 1	0.00 - 0.05	.-.	.-.
		LOSA	M - 2	0.05 - 0.25	.-.	.-.
		BASE	M - 3	0.25 - 0.45	GM	A-1-a(0)
		SUELOS	M - 4	0.45 - 1.50	GC	A-2-4(0)
11+350	IZQUIERDA	CARPETA. ASFALTICA.	M - 1	0.00 - 0.10	.-.	.-.
		LOSA	M - 2	0.10 - 0.30	.-.	.-.
		BASE	M - 3	0.30 - 0.50	GM	A-1-b(0)
		SUELOS	M - 4	0.50 - 1.50	GP-GM	A-1-a(0)
13+850	IZQUIERDA	CARPETA. ASFALTICA.	M - 1	0.00 - 0.10	.-.	.-.
		LOSA	M - 2	0.10 - 0.30	.-.	.-.
		BASE	M - 3	0.30 - 0.50	GM	A-1-b(0)
		SUELOS	M - 4	0.50 - 1.50	CL-ML	A-4(3)
15+200	IZQUIERDA	CARPETA. ASFALTICA.	M - 1	0.00 - 0.10	.-.	.-.
		BASE	M - 2	0.10 - 0.35	GM	A-2-4(0)
		SUELOS	M - 3	0.35 - 1.50	CL-ML	A-4(1)
		SUELOS	M - 4	0.35 - 1.50	SM	A-4(0)

**LABORATORIO****DEE**

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Telf. : 481-3707

Fax : 481-0677



KILOMETRO	CALZADA	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN	
					SUCS	AASHTO
16+800	IZQUIERDA	CARPETA. ASFALTICA.	M -1	0.00 - 0.06	.-.	.-.
		BASE	M -2	0+06 - 0.28	GP-GM	A-1-a(0)
		SUELOS	M -3	0.28 - 1.00	SP-SM	A-1-b(0)
			M -4	1.00 - 1.50	ML	A-4(0)
19+950	IZQUIERDA	CARPETA. ASFALTICA.	M -1	0.00 - 0.06	.-.	.-.
		BASE	M -2	0+06 - 0.25	GM	A-1-a(0)
		SUELOS	M -3	0.25 - 0.85	SP-SM	A-1-b(0)
			M -4	0.85 - 1.50	ML	A-4(0)
22+050	IZQUIERDA	CARPETA. ASFALTICA.	M -1	0.00 - 0.07	.-.	.-.
		BASE	M -2	0+07 - 0.20	GW-GM	A-1-a(0)
		SUELOS	M -3	0.20 - 0.90	RRELLENO	
			M -4	0.90 - 1.50	SW-SM	A-1-b(0)

De la carpeta asfáltica

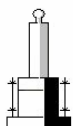
El tramo materia del presente estudio, presenta como superficie de rodadura una carpeta construida con mezcla asfáltica en caliente, la misma que muestra signos evidentes de deterioro en zonas puntuales.

Se han realizado 13 perforaciones diamantinas a lo largo de la vía, en las cuales se han tomado las medidas de los espesores de la carpeta asfáltica. El Pavimento Rígido (concreto de cemento Portland) subyacente a la carpeta se encuentra en buen estado y su espesor promedio es de 20 cm.

Sabiendo que las propiedades del pavimento rígido son su alta resistencia ante los agentes de intemperismo, alta resistencia a la acción de las cargas impuestas por el tránsito, buena durabilidad, etc. es de presuponer que el colocado de carpeta asfáltica a estado fundamentado básicamente, por funcionalidad superficial antes que por su aporte estructural, que definitivamente lo tiene.

Espesores

Se ha determinado diferentes espesores de la capa de carpeta asfáltica. Esto se aprecia en el siguiente cuadro:





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

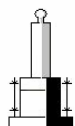
“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa”

CUADRO Nº 3.0

ESPEORES DE CARPETA ASFÁLTICA

KILOMETRO	CALZADA	CARRIL	Espesor (cm)
11+553	DERECHA	Derecho	7,6
13+520		Derecho	9,9
15+575		Derecho	6,6
17+995		Derecho	5,2
19+765		Derecho	5,3
22+118		Derecho	7,8
25+351		Derecho	8,5
10+880	IZQUIERDA	Derecho	7,3
14+320		Derecho	16,8
15+435		Derecho	15,2
19+350		Derecho	6,3
20+200		Derecho	15,2
25+335		Derecho	16,9

Algunos resultados obtenidos del análisis efectuado en Laboratorio a las muestras de carpeta asfáltica se exponen en el siguiente cuadro:



LABORATORIO



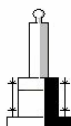
DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac.

Telf. : 481-3707 Fax : 481-0677

**PERÚ****Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones**"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"**CUADRO Nº 4.0****PROPIEDADES DE LA CARPETA DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

KILOMETRO	CALZADA	Gravedad específica Bulk a 25 °c	Absorción de Agua (%)	Gravedad específica teórica máxima.	Vacíos (%)	CONTENIDO DE ASFALTO (%) ASTM D-2172(01)
		ASTM D-2726 (04)		ASTM D-2041 (03)		
11+553	DERECHA	2,396	0,1	2,515	4,70	--
13+520		2,382	0,2	2,523	5,59	5,5
15+575		2,333	0,4	2,528	7,71	5,4
17+995		2,375	0,2	2,532	6,20	--
19+765		--	--	--	--	5,3
22+118		2,425	0,2	2,531	4,19	5,5
25+351 1ra Capa		2,606	0,1	2,547	9,46	--
25+335 1ra Capa	IZQUIERDA	2,395	0,9	2,531	5,37	--
20+200 1ra Capa		2,398	0,2	2,521	4,88	7.9
19+350		2,315	2,1	--	--	--
15+435 1ra Capa		2,467	0,1	2,536	--	--
14+320 1ra Capa		2,392	0,3	2,568	6,85	5.0
10+880		2,432	0,2	--	--	--

**LABORATORIO****DEE**

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Telf. : 481-3707

Fax : 481-0677



PERÚ

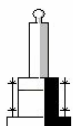
Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

CONCLUSIONES:

De los Suelos.-

- 1 De acuerdo a los resultados obtenidos y lo observado en campo, la estructura típica está conformada, en forma general por una carpeta asfáltica de 7.5 cm de espesor promedio en el lado derecho, mientras que en el lado izquierdo, el espesor promedio es 11.6 cm; seguidamente tenemos una capa de pavimento rígido de 20 cm de espesor; viene luego una capa de material granular cuyo espesor promedio es también 20 cm y finalmente una última capa que está constituido por arena limosa (A-4 (0)), grava limosa (A-1-a (0)), encontramos también gravas pobremente graduadas con material limoso (A-1-a (0)) y arenas pobremente graduadas con material limoso (A-1-b (0)). Debe acotarse que el elevado promedio del espesor de carpeta en la calzada izquierda es el resultado de la influencia de las 3 prospecciones donde sólo se encontró carpeta asfáltica. Sin considerar éstas últimas el espesor promedio está en 6.8 cm.
- 2 En el caso de la carpeta asfáltica ésta cubre prácticamente la totalidad del tramo, a excepción de los 2 último kilómetros (km 25+500 al 27+500), los cuales se encuentran sólo con pavimento rígido. Subyacente a ésta carpeta se encuentra un pavimento rígido de 20 cm. de espesor promedio. En la calzada derecha, éste pavimento rígido se extiende continuo, mientras que en la calzada izquierda existe un sub tramo donde no existe, del km 19+500 al 23+500. Esto último se infiere para el sub tramo indicado dado que en las perforaciones efectuadas no se encontró presencia de pavimento rígido.



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac.

Telf. : 481-3707 Fax : 481-0677



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

4.2 Demarcación de la Vía.-

Consistió en el pintado de la vía existente, mediante una línea transversal en sus extremos cada 50 m, distribuidos en 3 bolillos; esta labor se efectuó con la finalidad definir los puntos de medición de rugosidad y evaluación superficial. Es de indicar que estas coinciden mayoritariamente con los hitos existentes actualmente.

4.3 Evaluación Funcional del Pavimento

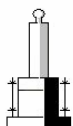
4.3.1 Medición de la Rugosidad

Entre los equipos que se han utilizado para medir la rugosidad está el rugosímetro tipo "BUMP INTEGRATOR", este equipo va montado en la tolva de la camioneta móvil, conectado directamente con el diferencial del eje trasero mediante un cable flexible adecuadamente tensado. Conforme el vehículo recorre la superficie a una velocidad uniforme, el "BUMP INTEGRATOR" mide los movimientos relativos entre el chasis y el eje trasero registrando los datos con la Unidad Contadora instalada en el panel de control de la cabina. El otro rugosímetro empleado es el Merlín, equipo de diseño simple fabricado especialmente para su uso en países en vías de desarrollo. Este rugosímetro solamente requiere de un operador, que recorre a pie el sector en estudio efectuando mediciones a intervalos regulares abarcando una distancia aproximada de 400 m.

Para efectos de este informe, se presentan las mediciones de rugosidad con equipo "BUMP INTEGRATOR", debidamente calibrado, equipo tipo respuesta que permite correlacionar sus resultados con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

Para la calibración se hicieron mediciones de rugosidad con equipo BUMP INTEGRATOR en unidades BI en las mismas zonas en los que se efectuó las mediciones con el equipo MERLIN.

El Bump Integrator se calibró para obtener los datos de rugosidad en secciones de 400 metros; el registro del inventario se efectuó en un formulario adecuado a la longitud de las secciones, obteniéndose el siguiente cuadro de los valores IRI y BI:



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac.

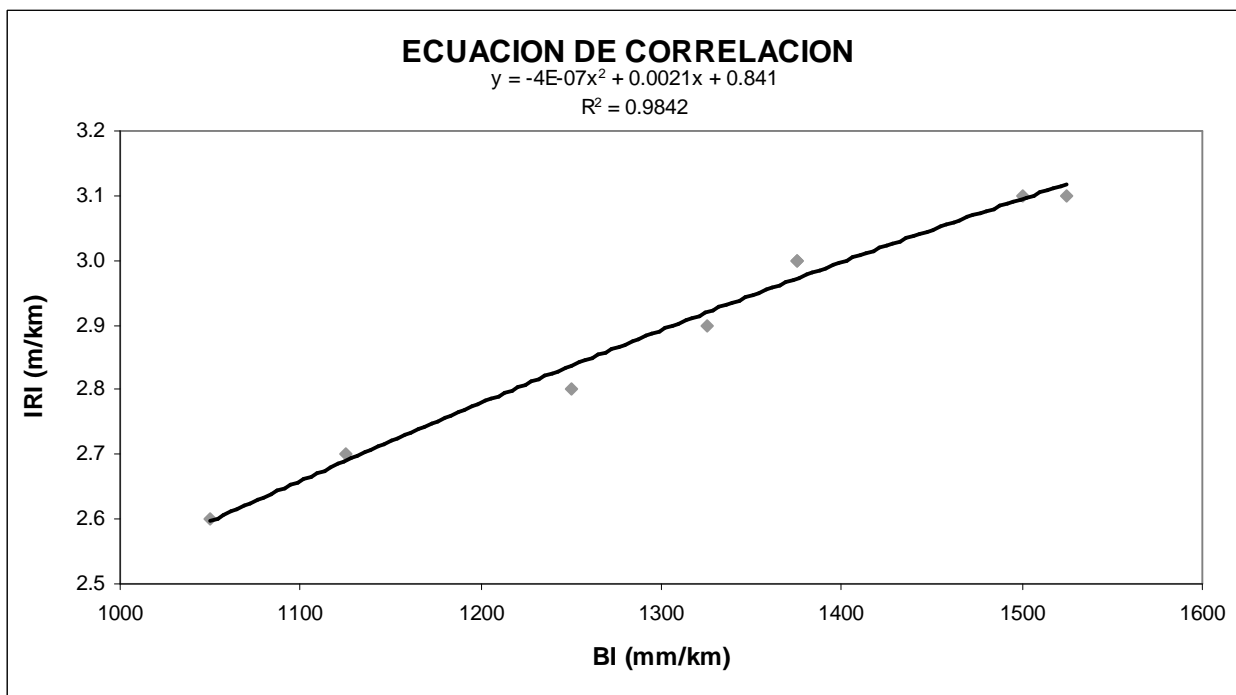
Telf. : 481-3707 Fax : 481-0677



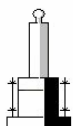
CUADRO Nº 5.0

CALZADA	CARRIL	PROGRESIVA INICIAL (km)	PROGRESIVA FINAL (km)	LONGITUD (km)	LECTURAS DE CAMPO			PROMEDIO	IRI PROMEDIO (m/km)	BI (mm/km)
DERECHA	DERECHO	13+600	14+000	0.400	51	55	52	53	2.9	1325.0
		15+200	15+600	0.400	43	42	42	42	2.6	1050.0
	IZQUIERDO	13+600	14+000	0.400	61	61	62	61	3.1	1525.0
		15+200	15+600	0.400	62	61	58	60	3.1	1500.0
IZQUIERDA	DERECHO	13+600	14+000	0.400	50	50	51	50	2.8	1250.0
		15+200	15+600	0.400	54	57	54	55	3.0	1375.0
	IZQUIERDO	13+600	14+000	0.400	45	47	44	45	2.7	1125.0
		15+200	15+600	0.400	57	56	52	55	3.0	1375.0

Las lecturas del Bump Integrator en unidades "BI" adecuadamente procesadas se transforman a Unidades de Rugosidad Internacional (IRI) mediante la siguiente ecuación de calibración:



La fórmula es válida sólo para el vehículo empleado y para una velocidad de 40 Km./h.





4.3.2 Evaluación Superficial del Pavimento con Método de PSI (Índice de Serviciabilidad Presente)

Es la medida de la serviciabilidad empleando medios mecánicos. Para su estimación la tendencia más difundida es la determinación de la rugosidad o deformación longitudinal del pavimento.

Se han desarrollado para la determinación del PSI, formulas matemáticas diversas que combinan distintos parámetros de deterioro. Una de las primeras expresiones empleadas para calcular el PSI es la propuesta por AASHTO en 1962, Paterson 1987.

Para efectos del presente proyecto la determinación analítica del PSI se ha ejecutado utilizando la expresión aproximada establecida por Sayers, que relaciona la rugosidad con el Índice de Serviciabilidad; la correlación adoptada se desarrollo usando los datos obtenidos en el Ensayo Internacional sobre la Rugosidad en Caminos, realizado en Brasil en 1982, que tiene la siguiente expresión:

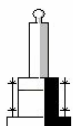
$$PSI = \frac{5.0}{\exp\left(\frac{IRI}{5.5}\right)} ; \quad \text{para } IRI < 12 \quad (01)$$

Con los valores de rugosidad en IRI y empleando la formula 01 se calcula el PSI, que establece la condición funcional actual del pavimento de acuerdo a la tabla que se indica a continuación:

CUADRO Nº 6.0

PSI	Calificativo
0-1	Muy Malo
1-2	Malo
2-3	Regular
3-4	Bueno
4-5	Muy Bueno

En el cuadro adjunto se presenta los valores de PSI calculados:





CUADRO Nº 7.0

CALZADA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	CARRIL DERECHO				CARRIL IZQUIERDO			
			IRI (m/km)	σ	IRIc (m/km)	PSI	IRI (m/km)	σ	IRIc (m/km)	PSI
DERECHA	10+000	25+200	2.6	0.2	2.9	2.9	2.8	0.2	3.2	2.8
IZQUIERDA	10+000	25+200	2.7	0.2	3.0	2.9	2.7	0.2	3.1	2.9

Con los valores obtenidos y señalados en el cuadro 7.0, se puede inferir ya algunos alcances:

Desde el punto de vista de la serviciabilidad (PSI), en forma general puede establecerse que ambas calzadas se encuentran en un nivel regular.

Desde el punto de vista de la rugosidad, en forma general puede establecerse que ambas calzadas se encuentran en un nivel regular, ya que el IRIc se encuentra en el rango $2.8 < IRI < 4.0$ fijado para nuestras vías pavimentadas.

4.3.3 Evaluación Superficial del Pavimento con Método de PCI (Índice de Condición del Pavimento)

Se efectuó con la finalidad de determinar y cuantificar el tipo de fisuras o fallas existentes, empleándose para tal fin la denominada metodología PCI (Pavement Condition Index).

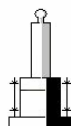
El Método de Evaluación de Pavimentos PCI, fue desarrollado por M.Y. Shahin y S.D. Khon y publicado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos en el Reporte Técnico M-268 (1978).

La metodología que se ha empleado esta basada en la Norma ASTM D 6433 - 03 "Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys".

El PCI es un indicador numérico que indica la condición superficial del pavimento basado en el deterioro observado en la superficie del pavimento, que también indica la integridad estructural y la condición operacional de la superficie.

El PCI no mide la capacidad estructural ni proporciona una medida directa de resistencia a deslizamiento o rugosidad. Este índice proporciona una base para determinar necesidades de mantenimiento y reparación, en función de la condición del pavimento.

El monitoreo continuo del PCI se utiliza para establecer el índice de deterioro del





pavimento, el cual permite la identificación con anticipación de las necesidades importantes de rehabilitación.

El valor del PCI constituye dato de referencia sobre la performance del pavimento para la validación o mejora de los procedimientos de diseño y mantenimiento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

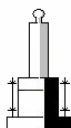
En la figura 1.0, se presenta los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Figura 1.0



Los resúmenes de los valores PCI obtenidos en cada unidad de muestreo de cada calzada se adjuntan en los Anexos correspondientes.

En el cuadro adjunto se presenta los valores de PCI obtenidos:





CUADRO Nº 5.0

Carretera Central Km 10+000 – km 27+500	Carriles	Valor de PCI de Carril	Clasificación
Calzada Izquierda	Carril Izquierdo	80	Muy Bueno
	Carril Central	69	Bueno
	Carril Derecho	86	Excelente
Calzada Derecha	Carril Izquierdo	89	Excelente
	Carril Central	76	Muy Bueno
	Carril Derecho	76	Muy Bueno

Con los valores obtenidos señalados en el cuadro 5.0, se puede apreciar la condición de deterioro actual de la vía, desde el punto de vista de su Índice de Condición de Pavimento (PCI).

4.3.4 Tipos de tratamiento de pavimentos de acuerdo al valor del PCI - Metodología del Instituto del Asfalto (The Asphalt Handbook, MS-4, 7th Edition)

Generalmente tres categorías de tratamiento son consideradas para un pavimento dependiendo del tipo y cantidad del deterioro actual: el mantenimiento preventivo, rehabilitación, y reconstrucción.

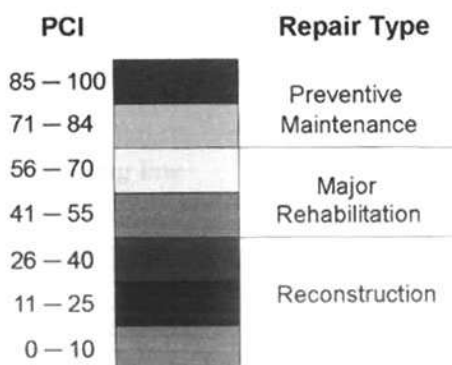
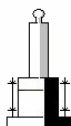


Figure 11.7 Sample Link between Pavement Condition Index (PCI) and Repair Type

Mantenimiento preventivo

Los tratamientos de Mantenimiento preventivos generalmente se aplican a los pavimentos de buena condición y sin mucho deterioro estructural. Ellos incluyen una variedad de tratamientos dirigidos a tipos específicos de deterioro funcional o conducente a retardar la velocidad de deterioro del pavimento. Las alternativas de





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

tratamientos de mantenimiento preventivos incluyen el sellado de fisuras, sellados de superficie, recapeos asfálticos y micropavimentos.

Recapeos Asfálticos

Un recapeo asfáltico puede emplearse cuando el mantenimiento preventivo es el objetivo. Los espesores están en el orden de 1 - 1½ pulgadas (25 - 37.5 milímetros) - y su fin es extender la vida del pavimento asfáltico. También permitirá la mejora del confort de la vía y la corrección – si fuese el caso – de los defectos de la superficie tales como la resistencia al deslizamiento.

Si existen daños estructurales (agrietamiento por fatiga) deben repararse antes de colocar la carpeta, y la causa de cualquier ahuellamiento (mayor que ¼”) deben determinarse y corregirse. Deben quitarse capas del pavimento que tienen problemas de ahuellamiento y reemplazarse con materiales que tienen la estabilidad suficiente para resistir las cargas del tráfico.

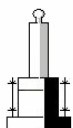
CONCLUSIONES:

De la Evaluación Funcional del Pavimento

Enfocado como Mantenimiento Preventivo y tomando como referencia el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras así como The Asphalt Handbook (MS – 4, 7th Edición), contrastamos los criterios resultantes obtenidos en la vía: la Rugosidad se encuentra regular estado; la Serviciabilidad también se encuentra en regular estado y la condición superficial del pavimento se cataloga como Muy Bueno basado en el deterioro observado; si adicionalmente consideramos prolongar la vida del pavimento en un promedio de 7 a 10 años y que la solución general debe ser, desde el punto de vista de intervención, homogénea, se plantea la colocación de una Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC) de 1.5” de espesor. La solución planteada permitirá no sólo evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, sino también conservar la integridad estructural y mejorar la serviciabilidad de la vía

Esto permitirá, no sólo alcanzar el periodo considerado sino también retrasar la velocidad del deterioro del pavimento.

El enfoque considerado sustenta la solución planteada, existiendo obviamente otras con diversidad de variables. A manera de ilustración, si tomamos como referencia sólo el periodo de servicio tendríamos por ejemplo – entre muchos otros - Micropavimentos, que tiene un periodo de servicio de 3 - 6 años ó Mortero Asfáltico, que tiene un período de servicio de 2 - 5 años.



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac.

Telf. : 481-3707 Fax : 481-0677



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

4.4 Estudio de Canteras.-

4.4.1 Objetivo.-

Determinar los volúmenes necesarios de materiales adecuados que satisfagan las demandas de Mantenimiento Periódico del proyecto en mención; en la calidad y cantidad requerida.

Las labores se iniciaron con la inspección de las canteras aledañas al proyecto, actividad determinante para localizar las fuentes de materiales más adecuadas. De esta manera, se han ejecutado las visitas a las canteras probables, tomándose las muestras representativas correspondientes.

4.4.2 Metodología.-

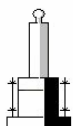
Se seleccionaron inicialmente los bancos de materiales más adecuados (posibles Canteras), sobre la base de poseer características geotécnicas adecuadas respecto al uso requerido, volúmenes disponibles de materiales, facilidad de acceso, procedimientos de explotación y distancia de transporte.

Se efectuó el muestreo correspondiente obteniéndose muestras representativas en cantidades suficientes para su análisis en laboratorio. La calidad de los agregados para los diversos usos requeridos, ha sido verificada mediante una serie de ensayos en concordancia a la normativa vigente.

Las actividades realizadas se pueden resumir en los siguientes puntos referentes a canteras:

- 1 Ubicación de fuentes de materiales
- 2 Definición de los Accesos
- 3 Exploraciones de Campo
- 4 Muestreo de los materiales
- 5 Ensayos de Laboratorio
- 6 Características - Clasificación - Cantidad

Todos los ensayos se efectuaron ciñéndose a los procedimientos establecidos en el “Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras EM-2000” aprobado por el MTC y complementariamente se utilizaron las normas y especificaciones AASHTO, ASTM y/o NTP. Los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados se presentan en los Anexos.



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac.

Telf. : 481-3707 Fax : 481-0677



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa”

4.4.3 Canteras evaluadas

Además de los ensayos mencionados en el párrafo anterior, con los cuales se define la idoneidad de los materiales (calidad) que pueden extraerse de los bancos seleccionados, se acompaña una descripción de éstas, dando énfasis a la información de mayor interés como:

- Ubicación del Banco de aprovisionamiento
- Accesibilidad
- Distancia de transporte
- Potencia
- Tipo de depósito
- Tamaño máximo
- Usos
- Explotación
- Periodo de utilización
- Propietario, etc.

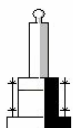
Las canteras analizadas fueron:

a.- Cantera Jicamarca

Ubicación	:	Huachipa al este de Lima Km 6+000 Carretera Puente Huachipa- Cajamarquilla
Acceso	:	a 0.1 km Lado Izquierdo Trocha en regular estado
Distancia de transporte	:	a la Av. Las Torres 11.0 km; a Carret. Central 14.8 km
Potencia	:	50 000 m ³
Depósito	:	Coluvial
Tamaño máximo	:	1”
Usos Propuestos	:	Agregado Grueso para Base y Mezcla Asfáltica en Caliente
Explotación	:	Chancadora y Equipo Convencional (tractor / cargador frontal / zaranda)
Período de Utilización	:	Todo el año
Propietario	:	Unión de Concreteras S.A. – UNICON

b.- Cantera Portillo-Carapongo

Ubicación	:	Carapongo – Huachipa Carretera Puente Huachipa - Carapongo
Acceso	:	A 2.0 km Lado Izquierdo



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac.

Telf. : 481-3707 Fax : 481-0677

**PERÚ****Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones****"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"**

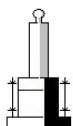
Distancia de transporte	:	Regular estado a la Av. Las Torres 8.5 km; a la Carret. Central 12.3 km
Potencia	:	50 000 m ³
Depósito	:	Coluvial
Tamaño máximo	:	1 1/2"
Usos Propuestos	:	Agregado Grueso para Mezcla Asfáltica en Caliente
Explotación	:	Chancadora y Equipo Convencional (tractor / cargador frontal / zaranda)
Período de Utilización	:	Todo el año
Propietario	:	FIRTH INDUSTRIES PERU S.A.

c.- Cantera Coronel-Carapongo

Ubicación	:	Carapongo – Huachipa Carretera Puente Huachipa-Carapongo-Chosica
Acceso	:	2.0 km
Distancia de transporte	:	a la Av. Las Torres 8.8 km; a la Carret. Central 12.6 km
Potencia	:	50 000 m ³
Depósito	:	Coluvial
Tamaño máximo	:	2"
Usos Propuestos	:	Relleno, Sub base y Base Granular.
Explotación	:	:Equipo Convencional (tractor / cargador frontal / zaranda).
Tratamiento	:	Chancado y Venteo para Base Zarandeo para Relleno y Sub base
Período de Utilización	:	Todo el año
Propietario	:	VEGSA

d.- Cantera La Gloria

Ubicación	:	Carapongo - Huachipa
Acceso	:	1.0 km
Distancia de transporte	:	a la Av. Las Torres 11.7 km; a Carret. Central 2.1 km
Potencia	:	50 000.0 m ³
Depósito	:	Coluvial
Tamaño máximo	:	1 1/2"
Usos Propuestos	:	Base y Mezcla Asfáltica en Caliente
Explotación	:	Chancadora y Equipo Convencional (tractor / cargador frontal / zaranda).
Período de Utilización	:	Todo el año
Propietario	:	FIRTH INDUSTRIES PERU S.A.

**LABORATORIO****DEE**

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac.

Telf. : 481-3707

Fax : 481-0677



4.4.4 Análisis y definición de canteras

En los ítems precedentes se han descrito las canteras y los usos probables que se les puede dar. Un resumen global, en función a los resultados obtenidos es el que se muestra a continuación:

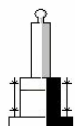
CUADRO Nº 8

ENSAYOS	NORMAS	CANTERA				
		"JICAMARCA"		"CORONEL" (CARAPONGO)	"EL PORTILLO" (CARAPONGO)	"LA GLORIA" (Mezcla)***
		Grava 3/4"	Grava 3/8"	Material Granular	Grava II 3/4"	Material Granular
Proctor Modificado (MDS / OCH)	NTP 339.141(99)			2.324 / 5.2		2.319 / 5.5
Porcentaje de Absorción (Agregado Grueso / Fino)		1	1,3	0.7* / 0.8**	0,7	0.9* / 1.7**
Terrones de Arcilla y Partículas Desmenuzables		0,11	0,14		0,15	
Peso Unitario (Agregado Grueso / Fino)		1.366 / 1.582	1.499 / 1.602		1.519 / 1.632	
(%)	NTP 400.019(02)	18	19	17	14	16
Equivalente de Arena (%)	NTP 339.146(00)	--	--	34	--	44
Inalterabilidad (Sulfato de Magnesio) (%)	NTP 400.016(99)	1,05	2,05	--	0,34	4.01*
Impurezas Orgánicas	NTP 400.024(99)	--	--	Aceptable (grado 2)	--	Aceptable (grado 1)
Límite Líquido (%)	NTP 339.129(99)	--	--	19	--	21
Índice Plástico (%)	NTP 339.129(99)	--	--	N.P.	--	N.P.
Límite Líquido (%) - Pasa Malla Nº 200						24
Índice Plástico (%) - Pasa Malla Nº 200						N.P.
Partículas chatas y alargadas (%)	NTP 400.040(99)	2	3	2	0,2	3,4
Partículas de caras fracturadas (1 a más) (%)	ASTM D-5821(01)	99	97,3	100	99	97
Partículas de caras fracturadas (2 a más) (%)	ASTM D-5821(01)	98	83,9	100	98	96
Sales Solubles (mg/kg)	MTC E-219(00)	138	122	694* / 5982**	160	160* / 594**
Clasificación SUCS	NTP 339.134(99)	--	--	GM	--	GW-GM
Clasificación AASHTO	NTP 339.134(99)	--	--	A-1-b(0)	--	A-1-a(0)
CBR 100% de MDS (%)	NTP 339.145(99)	--	--	113,7	--	116,8
CBR 95% de MDS (%)	NTP 339.145(99)	--	--	76,3	--	70,7
Riedel Weber (Sin Aditivo / 0.5% Radicote)	MTC E 220 (00)	--	--	--	--	0-10 / 4-10
Adherencia (revestimiento-desprendimiento) %	NTP 339.146(00)	100 - +95	100 - +95	--	100 - +95	--

(*) Agregado Fino

(**) Agregado Grueso

(***) Mezcla de material de Base: 70%, Piedra de 1": 20%, Arena Gruesa :10%





4.4.5 Usos Propuestos

En función a los resultados de los ensayos efectuados y concordantes a los diversos usos propuestos tenemos:

En el caso del banco de materiales procedente de la cantera “Jicamarca” (grava ¾”, 3/8”), se analizó su empleo como agregado grueso para mezcla asfáltica en caliente. Los resultados obtenidos indican la idoneidad de su empleo.

El material de la cantera “Coronel” (Carapongo), de acuerdo a los resultados obtenidos, es bastante idóneo para ser empleado en la actividad de Relleno y Sub base Granular. Es aceptable también su empleo en Base Granular, previo proceso de chancado y venteo.

Concerniente a la cantera “El Portillo”, el material analizado correspondió sólo a agregado grueso y enfocado a su empleo en mezcla asfáltica en caliente, se obtienen resultados satisfactorios.

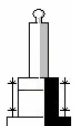
La cantera “La Gloria” puede emplearse para Base Granular, según la mezcla especificada. Concerniente a mezcla asfáltica en caliente, de acuerdo a los resultados obtenidos también es procedente su empleo, con la consideración que al agregado fino se le debe aplicar un aditivo mejorador de adherencia cuya dosificación será establecida en el diseño de mezcla Marshall.

En consecuencia, los usos propuestos son:

CUADRO DE USOS PROPUESTOS

CUADRO Nº 9.0

USOS		
"JICAMARCA"	.-	Mezcla Asfáltica en Caliente
"CORONEL" (CARAPONGO)	Relleno, Subbase y Base	.-
"EL PORTILLO" (CARAPONGO)	.-	Mezcla Asfáltica en Caliente
"LA GLORIA"	Base	Mezcla Asfáltica en Caliente





CONCLUSIONES:

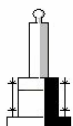
De las Canteras.-

Existen bancos de materiales que cumplen satisfactoriamente los requerimientos que conllevan la atención de las actividades descritas.

Resalta la cantera "La Gloria" para el caso de la fabricación de Mezclas Asfálticas y Base Granular; y la cantera "Coronel" (Carapongo) para Sub base y Relleno. Este último también puede emplearse en Base Granular previo chancado y venteo.

5.0 CONCLUSIONES FINALES.-

- 1 El análisis efectuado no abarca el aspecto estructural, esto debido a la configuración predominante actual en su estructuración (pavimento flexible sobre pavimento rígido).
- 2 La solución planteada toma como referencia el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras así como The Asphalt Handbook (MS – 4, 7th Edición) y se basa en el concepto de Mantenimiento Preventivo, en ése sentido, el contraste de los criterios resultantes obtenidos nos indican: Rugosidad de la vía en condición regular; Serviciabilidad también en condición regular y la condición superficial del pavimento, basado en el deterioro observado, se cataloga como Muy Buena; si adicionalmente consideramos prolongar la vida del pavimento en un promedio de 7 a 10 años y que la solución general debe ser desde el punto de vista de intervención, homogéneo, se plantea la colocación de una Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC) de 1.5" de espesor. La solución planteada permitirá no sólo evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, sino también conservar la integridad estructural y mejorar la serviciabilidad de la vía.
- 3 Son visibles y notorios las manifestaciones de deterioro (tipos: 1, 3, 10 entre otros) en diversas zonas de la vía, siendo estas críticas en algunos sectores localizados (ver Anexos - planillas de relevamiento).
- 4 En diversos sectores, es necesario previo a las actividades planteadas, la realización de Tratamiento de Fisuras en zonas con deterioro tipos 3L, 3M, 10L y 10M y Bacheo en zonas con deterioro tipo 13M y 13H.
- 5 En los sectores puntuales de pavimento rígido que no cuenten con una superficie de rodadura de carpeta asfáltica se colocara una capa de MAC de 1.5" de espesor, previa colocación de geotextil para evitar la reflexión de las juntas del pavimento existente.
- 6 Las actividades antes de la colocación de la carpeta asfáltica se resume en el cuadro N° 10.





CUADRO Nº 10.0

Tipo de Actividad	Calzada	Porcentaje (%)
Tratamiento de Fisuras	Izquierda	9.3
	Derecha	6.6
Bacheo Superficial	Izquierda	0.8
	Derecha	0.2
Bacheo Profundo	Izquierda	0.2
	Derecha	0.2

La información detallada se encuentra en los cuadros al final del informe.

6.0 CONCLUSIÓN GENERAL.-

La propuesta final se muestra en el cuadro Nº 11.

CUADRO Nº 11.0

CARRETERA CENTRAL, TRAMO: AV. LAS TORRES – PUENTE LOS ANGELES

Calzada	Recapeo
Izquierda	1.5 pulgadas
Derecha	1.5 pulgadas

