

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACION ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA
CAÑETE - YAUYOS - CHUPACA CON VIGA BENKELMAN
METODO EMPIRICO TRAMO Km. 94+000 – Km. 99+000**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

SANTIAGO LUIS CAMACHO CRIBILLERO

Lima- Perú

2009

	PAG
INDICE	1
RESUMEN	3
LISTADO DE CUADROS	4
LISTADO DE FIGURAS	4
LISTADO DE SIMBOLOS Y SIGLAS	5
INTRODUCCION	6
CAPITULO I.- GENERALIDADES	
1.1 Antecedentes	7
1.2 Ubicación de la carretera	10
1.3 Características de la carretera	11
1.4 Sub-tramo en estudio km 94+000 – km 99+000	12
CAPITULO II.- ESTADO DEL ARTE	
2.1 Estado del arte de la viga Benkelman	14
CAPITULO III.- MARCO TEORICO	
3.1 Evaluación estructural.	16
3.2 Deflectometria método empírico CONREVIAl	16
CAPITULO IV.- APLICACION AL TRAMO KM 94+000 – KM 99+000	
4.1 Recopilación de datos	30
4.2 Procesamiento de datos	31
CAPITULO V.- ANALISIS DE RESULTADOS	
5.1 Gráficos de deflectograma	34
5.2 Alternativas de solución	34
5.3 Interacción con otros tramos	35
CONCLUSIONES	36
RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFIA	38

ANEXOS	40
ANEXO 1: Canteras seleccionadas	40
ANEXO 2: Fuentes de agua	47
ANEXO 3: Botaderos	48
ANEXO 4: Vistas fotográficas	49
ANEXO 5: Estudio de impacto ambiental	52
ANEXO 6: Estudio de servicios afectados	59
ANEXO 7: Estudio de conservación y funcionamiento	60
ANEXO 8: Estudio del plan de control de calidad	62
ANEXO 9: Estudio de desvío de tráfico	62
ANEXO 10: Estudio de seguridad en la construcción	63

RESUMEN

En toda carretera se busca que se encuentre siempre en buen estado y presente una buena transitabilidad.

El no realizar los trabajos de mantenimiento periódico y rutinario que incluyen los diversos ensayos y pruebas de rutina que verifiquen una adecuada performance, origina que su tiempo de vida útil sea mucho menor a la proyectada.

Por ello se debe buscar los parámetros más adecuados de evaluación lo cual permita brindar un mantenimiento permanente y lograr con ello, un buen estado de conservación de la carretera.

En el presente informe se realiza la evaluación estructural del Pavimento mediante el uso del deflectómetro denominado Viga Benkelman en la carretera Cañete – Yauyos – Chupaca en el tramo comprendido entre las progresivas 94+000 al 99+000.

Se ha escogido dicho método por ser práctico, sencillo, de fácil aplicación y nos brinda como resultados, valores deflectométricos de gran confiabilidad.

Su principio de operación es ampliamente conocido y consiste en medir el desplazamiento vertical del pavimento ante la aplicación de una carga estática o de lenta aplicación.

No obstante tener sus orígenes en los años 50-60 la Viga Benkelman debido a las ventajas que ofrece es aún empleada en nuestro medio para la evaluación deflectométrica de Pavimentos.

LISTADO DE CUADROS

CUADRO 3.1: Corrección por estacionalidad	24
CUADRO 3.2: Valor de “t” y probabilidad de ocurrencia	26
CUADRO 3.3: Análisis combinado de los resultados de la evaluación	28
CUADRO 4.1: Medición de la deflexiones en campo	30
CUADRO 4.2: Determinación de le deflexión característica y el radio de curvatura	31
CUADRO 4.3: Cuadro resumen tramo Km 94+000 al Km 99+000	32
CUADRO 4.4: Cálculo de N18 y deflexiones admisibles	33
CUADRO 4.5: Cuadro resumen	33
CUADRO 5.1: Gráfico de deflectograma	34
CUADRO 5.2: Interacción con otros tramos	35

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1.2 : Ubicación de la carretera materia de estudio	10
FIGURA 3.1: Esquema y principio de operación de la Viga Benkelman simple	18
FIGURA 3.2: Ilustración gráfica del Método empleado usando la Viga Benkelman	21
FIGURA 3.3: Esquema de deflexión y radio de curvatura	22
FIGURA 3.4: Configuración geométrica del sistema de cargas	29

LISTADO DE SIMBOLOS Y SIGLAS

AASHTO: American Association of State Highway Officials

AYESAI: Asociación Aguas y Estructuras

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

CBR: California Bearing Ratio

CONREVIAL: Consorcio de Rehabilitación Vial

COPRI: Comisión de Promoción de la Inversión Privada

dt : Deflexión total

dr : Deflexión recuperable o elástica

dp : Deflexión permanente o residual

Dc : Deflexión característica

Dadm : Deflexión admisible

FWD : Falling Weight Deflectometer

MTC: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

PCM: Presidencia del Consejo de Ministros

PERT: Proyecto Especial Rehabilitación de Transporte

PROMCEPRI: Promoción de Concesiones Privadas

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

UNI: Universidad Nacional de Ingeniería

UEPI: Unidad Ejecutora de Proyecto

INTRODUCCION

El objetivo principal del presente informe es realizar la evaluación estructural del pavimento mediante el uso del deflectómetro denominado Viga Benkelman de la carretera Cañete – Yauyos – Chupaca en el tramo comprendido entre las progresivas 94+000 al 99+000.

Los objetivos específicos son:

Recopilación y toma de datos de campo con la Viga Benkelman en el tramo en estudio.

Evaluación y procesamiento en gabinete de dichos datos para la determinación de las deflexiones admisibles.

Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

La descripción del presente informe, se ha dividido en los siguientes capítulos:

En el Capítulo I se indica la ubicación de la carretera, características climáticas y el estudio de suelos (información recopilada de la constructora que está realizando el mantenimiento de serviciabilidad).

En el Capítulo II se hace referencia al estado de la arte del método aplicado para determinar la evaluación estructural de la carretera.

En el Capítulo III se plantea los conceptos en los cuales se fundamenta el método de evaluación de CONREVIAL.

En el Capítulo IV se recopila información de los datos de campo y se procesa de acuerdo al método aplicado.

En el Capítulo V se da una respuesta desde el punto de vista estructural del pavimento, así como una interacción con otros tramos.

Finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones a la que se llega luego de realizar el presente estudio.

CAPITULO I : GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES.

La Carretera Cañete – Yauyos - Chupaca ubicada en los departamentos de Lima y Junín, fue proyectada y ejecutada por etapas durante el Gobierno del Sr. Augusto B. Leguía entre los años 1920 a 1930, mediante la ley de la Conscripción Vial Territorial del Perú promulgada por el entonces Ministerio de Fomento y Obras Públicas.

Entre los años 1930 hasta los años 1954, todos los trabajos se paralizan por problemas de accidentes de trabajo fatales por el desprendimiento de rocas.

En los años 1940- 1944 durante el Gobierno del Dr. Manuel Prado Ugarteche y el alcalde de Yauyos Dr. Carlos Ayulo Laos, se avanza con los trabajos en la zona de la Costa desde Cañete hasta Yauyos, siendo inaugurada por el presidente en Junio de 1944, quedando postergado los trabajos de Yauyos a Huancayo.

En 1954 se gestiona ayuda ante el Ministerio de Fomento, solicitando una delegación de Ingenieros para realizar la rectificación del trazo. Dicho trabajo queda concluido en 1957, integrando de esta manera la región costa con la sierra. En 1958 se realizó trabajos de mantenimiento a la vía por las empresas Cementos Lima y ARPL Tecnología Industrial, realizando trabajos de perfilado.

Mediante el Decreto Legislativo No. 839, se promulgó la Ley de Promoción de la Inversión Privada en Obras Públicas de Infraestructura y de Servicios Públicos, mediante la cual se declaró de interés nacional la promoción de la inversión privada en el ámbito de las obras públicas de infraestructura y de servicios públicos. Mediante el Decreto Supremo No. 059-96-PCM se aprobó el Texto Único Ordenado de las Normas con rango de Ley que regulan la entrega de concesiones al sector privado de las obras públicas de infraestructura y de servicios públicos, cuyo reglamento fue aprobado mediante Decreto Supremo No. 060-96-PCM.

Mediante Resolución Suprema No. 092-97-PCM de fecha 07 de Marzo de 1997, se designó el COMITÉ ESPECIAL RED VIAL NACIONAL encargado de determinar y promover las redes o tramos de la Red Vial Nacional que serán entregados en concesión al sector privado.

Con fecha 20 de Enero de 1998 ambas partes suscribieron el Contrato de Servicios para la elaboración de los Estudios de Ingeniería e Impacto Ambiental de la Red Vial No. 5. Mediante Decreto de Urgencia No. 25-98 de fecha 18 de Junio de 1998 se dispuso transferir a la Comisión de Promoción de la Inversión Privada (COPRI), las funciones, atribuciones y competencias otorgadas a la Comisión de Promoción de Concesiones Privadas (PROMCEPRI).

En el año 1998 la Comisión de Promoción de Concesiones Privadas (PROMCEPRI) adjudicó la buena Pro al Consorcio “Asociación Aguas y estructuras (AYESA) – ALPHA CONSULT SA” para realizar el Servicio de Consultoría a Nivel de Estudio Definitivo de la Carretera Lunahuana - Huancayo.

En el año 2003, el Proyecto Especial Rehabilitación de Transportes (PERT) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) encargó al consultor Ing. Floriano Palacios León, (Contrato de Estudios N° 0412-2003-MTC/20 del 28.11.2003) la elaboración del Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil de la Carretera Ruta 22, Tramo: Lunahuaná – Yauyos – Chupaca de 245.15 km de longitud.

En el año 2005, PROVIAS NACIONAL – MTC realizó el Estudio de Pre Inversión a nivel de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Ruta 22, enfatizando el tema de Diseño Vial. Posteriormente en 2007 por Resolución Ministerial N° 408 -2007-MTC/02 se creó el Programa “Proyecto Perú” bajo responsabilidad de PROVIAS NACIONAL.

Este programa de Infraestructura vial fue diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformado por ejes de desarrollo sostenido con el fin de mejorar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la red Vial Nacional, Departamental y Vecinal.

Con fecha 16 de Octubre de 2007 se realizó la Convocatoria para el Concurso Público "Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del tramo Zúñiga. Dv. Yauyos – Ronchas por un periodo de 5 años. Adjudicando la Buena Pro al CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS, por un monto que asciende en S/. 131'589,139.71 con fecha 17 de Diciembre 2007.

Con fecha 01 de febrero del 2008 se inicia el servicio. El consorcio decidió ejecutar el servicio en 2 etapas: Pre-Operativa y Operativa.

En la etapa Pre-Operativa se realizaron los siguientes estudios o informes:

- Inventario Vial de la situación inicial
- Programa de Conservación Vial de Carreteras, planteando soluciones básicas.
- Plan de Manejo Socio ambiental.

En la etapa Operativa, se ejecutaron los trabajos de rehabilitación de acuerdo a las soluciones básicas a aplicar sobre la superficie de afirmado actual indicado en los Términos de Referencia, con la finalidad que la estructura asegure una adecuada servicialidad.

Las alternativas de solución básica planteadas, se realizaron en campo por tramos de prueba. Estos trabajos requieren de evaluaciones superficiales, estructurales y rugosidad de la superficie para su análisis y evolución de su comportamiento.

La UNI en Convenio con el MTC se encuentra realizando una Norma donde se estipule los parámetros mínimos para evaluación de carreteras bajo volumen de tránsito en trabajos rehabilitación y mantenimiento.

Por tal motivo la Escuela Profesional a través de la modalidad de Titulación Profesional por Actualización de Conocimientos, deberá desarrollar un Informe Técnico en la especialidad de Pavimentos en lo referente a evaluación superficial por el método del PCI, evaluación de la rugosidad con equipo Merlin y evaluación estructural con Viga Benkelman.

1.2. UBICACIÓN DE LA CARRETERA.

El tramo se encuentra entre las coordenadas geográficas:

12°00' a 13°00' Longitud Sur

75°15' a 76°10' Longitud Oeste

Ubicándose dentro de los cuadrángulos a escala 1:100,000 del I.G.N.: Lunahuaná (hoja 26-k), Tupe (26-l), Yauyos (25-l), Jauja (24-m) y Huancayo (25-m). El área estudiada limita por el Norte con los cuadrángulos de Huarochiri y La Oroya, por el Este con los cuadrángulos de Andamarca y Pampas, por el Sur con los cuadrángulos de Tantará y Chinchá y por el Oeste con el cuadrángulo de Mala. Políticamente el tramo une las provincias de Cañete, Yauyos (Departamento de Lima) y Chupaca, Huancayo (Departamento de Junín).

En la **Figura N° 1.1.** se muestra la ubicación de la carretera materia de estudio

Figura N° 1.1



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Proyecto Perú.

1.3. CARACTERISTICAS DE LA CARRETERA.

Cañete - Lunahuana.- Este tramo tiene una longitud de 40.950 Km., iniciando en el Ovalo de Cañete (Km. 1+805) y termina en la localidad de Uchupampa (Km.42+755). Encontrándose las localidades de Cañete, Imperial, Nuevo Imperial, Encañada, Caltopa, Socsi y Luanhuana. El tramo se encuentra asfaltado, con una superficie de rodadura constituida por carpeta asfáltica, una calzada de dos carriles con un ancho promedio de 3.60 mts.

Lunahuana – Pacaran.- Este tramo tiene una longitud de de 11.907 Km., empezando en el sector denominado Uchupampa (Km. 42+755) y terminado en la localidad de Pacaran (Km. 54+662), pasando por las localidades de Uchupampa, Condoray, Catapalla, Jacaya, Jacayita, Romani y Pacaran. Presenta una superficie de rodadura asfaltada constituida por un tratamiento superficial, tiene una calzada de dos carriles con una ancho promedio de 3.20 mts.

Pacaran – Zuñiga.- Tiene una longitud de 3.743 Km., tiene como punto de inicio la localidad de Pacaran (Km. 54+662) y termina en la localidad de Zuñiga (58+405). En la localidad de Zuñiga presenta un tramo de 100 mts con pavimento flexible, luego todo el tramo restante presenta en su superficie una lechada asfáltica (Slurry Bituminoso).

Zuñiga – Div. Yauyos.- Tiene una longitud de 70.40 Km., iniciando en la localidad e Zuñiga (Km 58+405) y culmina en la localidad de Magdalena, donde se ubica la divsoria de Yauyos (Km 128+805).

Los centros poblados que se encuentran en el ambito son Zuñiga, Machuranga, San Juan, San Jeronimo, Huayllampi, Catahuasi, Canchan, Chichicay, Carachota, Puente Aucco y magdalena. Este tramo tiene una calzada de un solo carril, con una ancho variable de 3 a 3.8 mts.

Div Yauyos – Roncha.- Tiene una longitud de 125.185 Km., tiene como punto de partida la localidad de Magadalen (Km. 1215+805) y culmina en la localidad e Ronchas (Km. 256+990). Dentro del ámbito de este tramo se encuentran las

localidades de Magdalena, Tinco Huantan, Llapay, Tinco, Alis, Alis, Tomas, Huancachi, Tinco de Yauricocha, Caucha, San Juan de Quero,

Cahquicocha, Collpa Yroncha. Del km. 127 al km 185 se tiene una topografía accidentada, presenta zonas encañonadas como el Cañon de Uchco,

En este tramo se ubica el punto más alto de la carretera denominado el Abra de Chaucha (Km. 193+510) con una altitud de 4751 msnm

Roncha – Chupaca.- Este tramo tiene una longitud de 16.541 Km., iniciando en la localidad de Ronchas (Km 256+990) y termina en el empalme de la carretera Huancayo – Cahupaca (Km. 273+541), pasando por las localidades de Roncha, Angamayo, Huarisca y Chupaca. Este tramo tiene una superficie de rodadura de a nivel e afirmado, presenta una calzada de un solo carril.

1.4. SUB TRAMO EN ESTUDIO KM 94+000 – KM 99+000.

Geología.- La zona en estudio se considera de media a alta vulnerabilidad ante los riesgos geológicos.

La geología del área presenta rocas ígneas y sedimentarias que van desde el Jurásico hasta el Terciario y los suelos están representados por depósitos de origen aluvial, proluvial, eluvial, deluvial, coluvial, fluvio-glaciar, entre otros.

Estratigrafía.- Según los resultados de los ensayos realizados con las muestras extraídas de las calicatas y de los estudios de campo, se tienen las siguientes características:

- a) Dentro de los 0.40 m superficiales corresponde a suelos granulares GP (SUCS) ó A-1a(0) (AASHTO) . También existen en algunas zonas arenas en combinación con gravas en menor porcentaje.
- b) A partir de los 0.40 m de profundidad, aproximadamente, se presentan suelos granulares con finos, arenas y suelos cohesivos de mediana a alta plasticidad en algunos casos puntuales. Estos suelos corresponden a GP-GM (SUCS) ó A-1a (0) (AASHTO).

Clima.- Presenta ésta carretera en esta zona es muy seco a semicálido, con poca precipitación pluvial y temperaturas de 23°C como máximo a 16.3°C como mínimo, siendo en promedio una temperatura de 19°C.

Canteras.- La cantera de Cuncubay I se encuentra en la progresiva 102+500, lado izquierdo.

El material de ésta cantera es granular, con partículas subangulosas a angulosas, con arenas y limos, con material fino -menor de la malla # 200-, en regular porcentaje, de mediana plasticidad, con clasificación GM, GC-GM (SUCS) ó A-1b (0), A-2-4 (0) (AASHTO) respectivamente.

Este material de ésta cantera podrá emplearse para Relleno únicamente. La potencia de la zona es de aproximadamente 312,500 m³, con 90% de rendimiento.

Descripción del tramo.- El tramo de la carretera a evaluarse se encuentra en el sector I: Zúñiga – Yauyos, a una altitud de 1203 a 1268 msnm. Este tramo tiene una superficie de rodadura con tratamiento superficial monocapa, tiene una calzada de un sólo carril, con una plataforma de un ancho útil muy variable que van desde los 3 a 8.5m.

Los tipos fallas encontradas en dicho tramos son ahuellamientos, encalaminados, huecos, desprendimiento de material bituminoso, desprendimiento de finos; los cuales se presentan en diversos niveles de severidad.

La propuesta de diseño técnico del contratista en el tramo de carretera (km 94+000 al km 99+000) es el cambio estándar de afirmado a solución básica que es la colocación de una capa granular estabilizada con emulsión y protegida con un recubrimiento bituminoso, sin realizar cambios en la geometría.

El mes de marzo del 2009 se realizó la colocación del tratamiento superficial monocapa en el tramo que se evalúa (km 94+000 al km 99+000). Las épocas de lluvia se presentan durante los meses de Enero a Marzo

CAPITULO II : ESTADO DEL ARTE

2.1. ESTADO DEL ARTE DE LA VIGA BENKELMAN

La "Viga Benkelman" llamada así en honor al Ing. A.C.Benkelman, fue desarrollado durante el Programa de Ensayos viales de la WASHO (WASHO Road Test) en 1953. Durante estos años, los ingenieros de caminos, investigaban el comportamiento del pavimento bajo los efectos del tráfico, considerando condiciones análogas de clima, tipo de suelo, etc.

En 1953 a 1954 la WASHO Programa de Ensayos Viales, realizó un modelamiento a escala natural de un camino compuesto por pavimento flexible construida en Malad, Idaho al oeste de los Estados Unidos.

En este se realizaron cuatro circuitos cerrados, los que se construyeron bajo condiciones cuidadosamente controladas. Los cuatro circuitos tenían una composición de estructura de pavimento diferente y fueron cargados por vehículos de diferente carga.

El tiempo de circulación de los vehículos fue de 18h/día durante los años 1952-1954 con algunas interrupciones. En este modelamiento se realizaron observaciones y se tomaron medidas, para los cuales se crearon muchos instrumentos de medición especiales entre los que tenemos la VIGA BENKELMAN.

De esta manera se pudo medir las deflexiones del pavimento bajo las condiciones de carga estática, movimientos de la base granular, humedad y temperatura bajo la superficie del camino.

Posteriormente en los años 1958-1960, se realizó otro modelamiento como es el ensayo vial AASHO, carretera ubicada cerca a Otawa, Illinois al Suroeste de Chicago, donde el suelo de esta zona es uniforme y representativo de las que se encuentra en los Estados Unidos.

En la evaluación de esta carretera también se utilizó la Viga Benkelman para la obtención de las deflexiones de la vía y elaborar la Guía de Diseño del AASHO 1986.

En los años 1983 se realizó en el Perú, la rehabilitación de la Panamericana Norte, a cargo del Consorcio de Rehabilitación Vial conformada por empresas argentinas y canadienses.

Se evaluó un tramo de dicha carretera y con ello se elabora un patrón de evaluación de carreteras llamado MANUAL DEL CONREVIAl.

Por tal motivo el MTC sugiere el empleo de este Manual, en todas las carreteras próximas a evaluar, ya que corresponde a una gran inversión efectuada por años.

En el año 1986, mediante los trabajos realizados por el consorcio Berger – Lagesa, en un tramo de la Panamericana Norte, se implementó la aplicación del modelo de Hogg para evaluar las deflexiones, cambiando de esta manera las aplicaciones que hasta el momento se venía empleando.

En el año 1990, los trabajos convocados por el MTC con los primeros préstamos efectuados por el Banco Interamericano de Desarrollo, propició la formación de una oficina administradora del préstamo, llamada Unidad Ejecutora de Proyecto (UEP), cuyo asesor de la UEP fue la empresa Peruana Barriga Dall'Orto, la misma que formó parte del Consorcio CONREVIAl.

Por esta razón los términos de referencia respaldaron las evaluaciones deflectométricas mediante la metodología desarrollada por el consorcio CONREVIAl, dejando de lado la posible evaluación complementaria con métodos matemáticos.

En algunos casos se ha permitido el empleo de métodos alternativos, para evaluar estructuralmente al pavimento.

En el año 2000 la evaluación de la Carretera Piura – Sullana – Macará 5, se aplicó la toma de datos con el deflectógrafo de impacto (FWD), que registra deformaciones dinámicas, las mismas que posteriormente tuvieron que ser transformadas a estáticas para cumplir con las exigencias de los términos de referencia dispuestos por el MTC.

CAPITULO III : MARCO TEORICO

3.1. EVALUACION ESTRUCTURAL.

La Evaluación Estructural consiste en determinar la capacidad de soporte del sistema pavimento – subrasante en una estructura vial existente, en cualquier momento de su vida útil. La metodología de evaluación por métodos destructivos como realización de calicatas en el pavimento, es muy cara, lenta y obstruye el tránsito.

Los métodos No destructivos miden las deformaciones de la superficie del pavimento bajo una carga dada, se fundamenta en la forma y dimensión de la curva de deflexiones en la superficie del pavimento. La interpretación cuantitativa es comparar el sistema pavimento – subrasante con un modelo matemático utilizando las deflexiones medidas.

3.2. DEFLECTOMETRIA METODO EMPIRICO CONREVIAL.

La evaluación estructural de pavimento, en trabajos de mantenimiento y rehabilitación de carreteras en el Perú, demandan evaluaciones del tipo no destructiva, las mismas que durante los últimos años se han desarrollado mediante el empleo de la viga Benkelman.

Los ensayos no destructivos empleando la viga Benkelman, determinan deflexiones del pavimento frente a las solicitaciones de carga estática provenientes de un vehículo cargado. Para el procesamiento de datos es muy importante realizar la corrección de brazos y la corrección por temperatura que presenta la carpeta asfáltica.

El método de procesamiento, análisis e interpretación de deflexiones que se aplicará en el presente informe es el método empírico basado en el Manual del CONREVIAl, con la obtención de las deflexiones características y admisibles halladas mediante el procesamiento estadístico de los datos recopilados en campo, los cuales son graficados en una deflectograma.

Por otro lado también es importante el cálculo el radio de curvatura, el cual refleja la deformación lineal por tracción que sufren las capas del pavimento al flexionar bajo la carga de tránsito.

Con los resultados obtenidos se realizara un contraste entre deflexión admisible, deflexión característica y radio de curvatura, para poder identificar como se encuentra nuestra estructura y plantear recomendaciones de reforzamiento. Se distinguen tres tipos de deflexión:

Deflexión total (dt) flecha hacia abajo de la deformación producida por la carga

Deflexión recuperable o elástica (dr) flecha hacia arriba de recuperación de la superficie que se produce al retirar la carga.

Deflexión permanente o residual (dp) es la diferencia entre la deflexión total y la deflexión recuperable o elástica.

La deflexión depende de un conjunto de variables (espesores de las capas estructurales, rigidez de la subrasante y fundación; rigidez relativa de cada capa con respecto a la subyacente) y corresponde a la deformación del pavimento y su apoyo hasta profundidades que llegan hasta el metro.

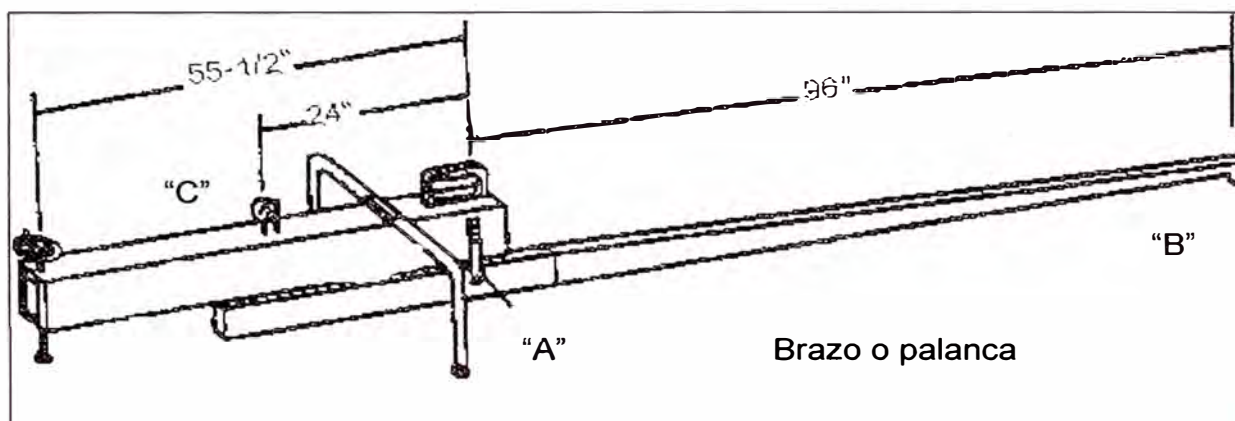
a) Instrumentos y Equipos

- Viga Benkelman
- Camión de dos ejes con rueda duales posteriores, con una carga de ensayo de 18000 libras (8.2 Toneladas), las llantas de la rueda dual de 10x20, 14 lonas, infladas con una presión de 80 lb/pulg² (5.6 Kg/cm²).
- Termómetro
- Formato de Registro para toma de datos
- Varilla de aluminio de 2 metros, de 1"x2"
- Regla milimétrica

- Equipo de Seguridad conformado por chalecos de seguridad, banderolas y avisos.
- Varilla metálica guía.

El esquema y principio de operación de la viga Benkelman simple se aprecia en la **FIGURA 3.1**.

FIGURA 3.1.



Fuente : Ponencia del Ing^o Wilfredo Gutiérrez – Curso de Titulación 2009

Donde :
"A" Punto pivot
"B" Punto de aplicación
"C" Cuerpo fijo

b) Medición de deflexiones con Viga Benkelman

Para efectuar la medición de deflexiones a nivel de carpeta asfáltica se ha empleado una Viga Benkelman bajo la carga de un eje posterior simple de llanta doble del orden de las 8.2 tn y presión de inflado de 80 PSI.

La Viga Benkelman, que funciona como una palanca que rota alrededor de un eje fijo, fue usada para medir las deflexiones a varias distancias del eje de la carga a fin de definir la curva de deflexiones.

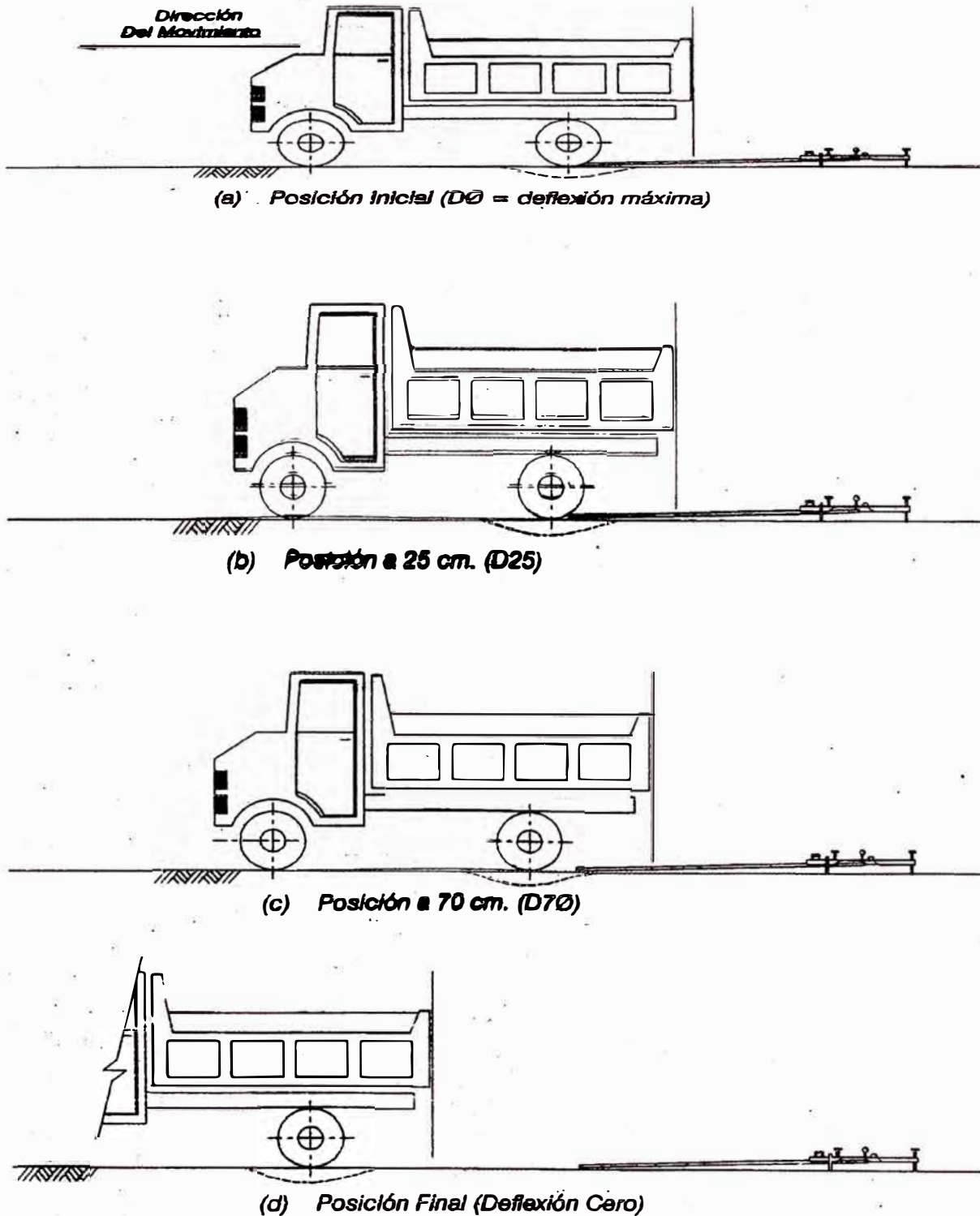
El procedimiento seguido durante la ejecución del ensayo es el siguiente:

- El punto de pavimento ensayado fue marcado convenientemente con una línea transversal al camino para cada eje definido y según el espaciamiento indicado.
- Las ruedas duales externas del camión volquete fueron colocadas sobre el punto seleccionado quedando éste ubicado entre ambas ruedas.
- Para una correcta ubicación de la rueda dual se colocó en la parte trasera externa del camión una guía vertical en correspondencia con el eje de carga; desplazando suavemente el camión se hace coincidir la guía vertical con la línea transversal indicada en el punto anterior, de modo que simultáneamente el punto quede entre ambas cubiertas de la rueda dual.
- Se coloca la viga sobre el pavimento, detrás del camión perpendicularmente al eje de carga de modo que la punta de prueba coincida con el punto de ensayo y la viga no roce contra las cubiertas de la rueda dual.
- Se retira la traba de la viga y la base se ajusta por medio del tornillo trasero de modo tal que el brazo de medición quede en contacto con el vástago del dial.
- El flexímetro se ajusta de modo tal que el vástago tenga un recorrido libre comprendido entre 4 y 6mm.
- Se gira la esfera del flexímetro hasta que la aguja quede en cero y se verifica la lectura golpeando suavemente con un lápiz y poniendo en marcha el vibrador de la regla.
- Girar la esfera si es necesario y repetir la operación hasta obtener la posición "0" (cero).
- El ensayo comenzará cuando se compruebe que dicha lectura permanece constante, asegurando el equilibrio del pavimento bajo carga.

- Las divisiones para medición que se especifican en el dial son de 0.01mm con un límite máximo de lectura de 25mm.
- Establecida la lectura inicial en cero, se hace avanzar suave y lentamente el camión hasta una distancia de 5.0 m. ó más.
- Con el objeto de recopilar información se toman lecturas intermedias a fin de obtener la distancia a la cual la relación $DR/DO = 0.5$, en donde DO es la deflexión máxima y DR la deflexión medida a la distancia R.
- Puesto que el valor de la deflexión máxima no es conocido desde un inicio, con la finalidad de automatizar la obtención de DR se realizan lecturas sistemáticas.
- Al efectuar el ensayo de deflectometría, la recuperación del pavimento se lee en el dial mediante el giro de la aguja en sentido antihorario.
- En todos los puntos de lectura del ensayo se tomaron los cuidados respectivos para que el dial se encuentre colocado y ajustado en forma correcta a la Viga Benkelman.
- Se tomaron las medidas de seguridad respectivas para el traslado de la Viga Benkelman entre los puntos de evaluación, sobre todo para no dañar el dial; el cual fue retirado del equipo al concluir cada ensayo.
- Con el fin de medir la temperatura del pavimento se practica un orificio (antes de comenzar el ensayo y simultáneamente con las tareas antes indicadas), con dimensiones promedio de 4 a 6 cm de profundidad emplazado sobre la línea demarcada.
- Se llena con agua el orificio y, una vez pasado el tiempo necesario para permitir que el líquido adquiriera la temperatura del pavimento, se inserta el termómetro y se lee la temperatura.

En las vistas se muestra la ilustración grafica del Método empleado usando la Viga Benkelman. Ver **FIGURA 3.2.**

FIGURA 3.2.



Fuente : Ponencia del Ing° Wilfredo Gutiérrez – Curso de Titulación 2009

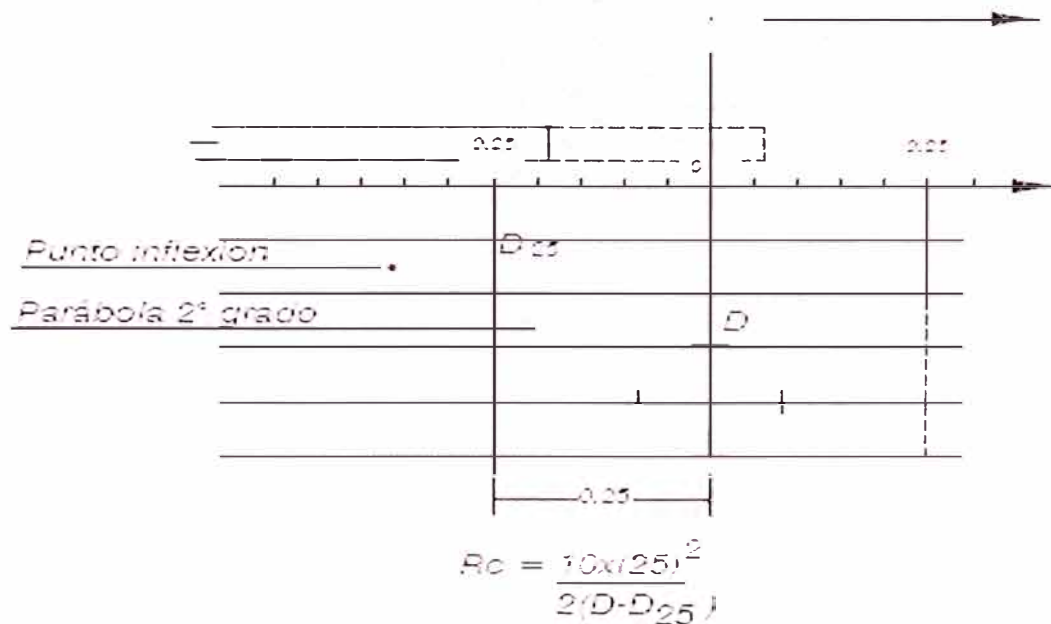
c) Radio de curvatura

Par una determinada flexión, la deformación por tracción depende del espesor de la carpeta asfáltica y del radio de curvatura. El valor de la deflexión máxima depende del modulo de elasticidad de los materiales, de las capas superiores, el radio de curvatura depende principalmente de las capas superiores, diferenciándose dos casos límites:

- Si la deflexión se produce en la subrasante, se obtendrá grandes radios $R > 100$.
- Si la mayor parte ocurre en las capas superiores se obtiene pequeños radios evidenciando las deficiencias de éstas $R < 100$.

En la ilustración se aprecian el esquema de deflexión y el radio de curvatura. Ver **FIGURA 3.3.**

FIGURA 3.3.



Fuente : Ponencia del Ingº Wilfredo Gutiérrez – Curso de Titulación 2009

La esquematización de la línea de deflexión se aproxima a una parábola hasta una distancia algo mayor a 25 cm. del eje de la carga, para sufrir luego una inflexión y tender asintóticamente hacia la horizontal. La curvatura de la parábola queda definida por su parámetro, que en la zona de máxima curvatura se confunde prácticamente con el radio del círculo oscilador en dicho punto. Por lo tanto, considerando una deflexión auxiliar a 25 cms. se puede determinar el radio de curvatura con la fórmula siguiente:

$$R = \frac{10 \cdot (25)^2}{2(D_0 - D_{25})} = \frac{6250}{2(D_0 - D_{25})}$$

Donde:

R : Radio de Curvatura en metros

D_0 : Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de milímetros

D_{25} : Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de milímetros, a 25 cm del eje de carga

10 : Coeficiente por cambio de unidades

d) Corrección de las deflexiones por temperatura

En un pavimento dado, la magnitud de la deformación aumenta con un incremento de temperatura debido a la pérdida rigidez de la mezcla bituminosa, dependiendo del espesor de dicha capa y rigidez de las capas adyacentes.

Para corregir las deformaciones por temperatura el procedimiento es llevar a una temperatura Standard de 20° C, se aplica la fórmula siguiente:

$$D_{20} = D_t / k (t - 20^\circ) e + 1$$

Donde:

D_{20} : Deflexión corregida, a la temperatura estándar de 20° C (1/100 mm).

D_t : Deflexión medida a la temperatura t (1/100 mm).

K : 1×10^{-3} ; constante para capas granulares (1/ cm° C)

t : Temperatura de la carpeta asfáltica del pavimento (°C).

e : Espesor de la carpeta asfáltica (cm).

e) Corrección por estacionalidad

Las deflexiones del pavimento varían en todo el año, principalmente con los cambios de ciclos estacionales. Una correcta evaluación es medir las deflexiones en condiciones más desfavorables. En nuestro caso estudiado las mediciones se realizaron en una estación de verano o seca.

En tal sentido se considera factores subjetivos que dependen del clima, drenaje, el tipo de suelo. Los factores de corrección por estacionalidad se indican en el **CUADRO 3.1.**

CUADRO 3.1.

TIPO DE SUELO DE SUBRASANTE	ESTACION LLUVIOSA	ESTACION SECA
Arenosa-permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcillosa-sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

Fuente: Estudio de Rehabilitación de Carreteras – Método CONREVIAL

f) Variabilidad de la capacidad estructural : Deflectograma

Los deflectogramas de deformación y radio de curvatura revelan la disconformidad de la capacidad estructural. Una muestra de no uniformidad se encuentra en las huellas de un carril, debido al confinamiento lateral y a condiciones adversas del suelo por el contenido de humedad y grado de saturación.

Para una interpretación de los resultados se establece una representación por tramos o sectores, sujeto a una evaluación estadística. En los deflectogramas se grafica las deformaciones y los radios de curvatura en función de las progresivas, analizándose la variabilidad de la capacidad estructural la cual se tiene lo siguiente:

- Diferenciar secciones con diferente capacidad estructural, observándose fallas en la estructura del pavimento.
- Eliminación de valores extremos de distorsionan los resultados.

- Delimitar secciones que se requiera intensificar los estudios.
- Obtenidos parámetros estadísticos, ubicar perforaciones requeridas para interpretar resultados, en zonas representativas de buen o mal comportamiento.

g) Análisis estadístico

Los datos de la deflexometría se procesan estadísticamente considerando una distribución de frecuencias que se asemejan a una distribución normal.

Por ende, a partir de las deflexiones individuales, asumiendo que se hallan distribuidas de acuerdo a la ley de Gauss se han determinado la deflexión media (\bar{D}), el desvío cuadrático medio o desviación standard (σ) y el coeficiente de variación (CV), usando las siguientes expresiones; donde n es el número de determinaciones.

A continuación se muestran las formulas para éste análisis estadístico:

Deflexión media
$$Dm = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

Desviación estándar
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - Dm)^2}{(n-1)}}$$

Coeficiente Uniformidad
$$CV = \frac{\sigma}{D} * 100$$

Dado que la desviación estándar aumenta con un incremento de las deflexiones, y mayores deflexiones están asociadas a pavimentos más débiles, puede concluirse que estos son en general más variables, y que la deflexión de diseño, cuando se utiliza en algún método para el cálculo del refuerzo, debe basarse tanto en la deflexión media como en la dispersión, dichos parámetros se relacionan por la siguiente fórmula.

$$D_c = \bar{D} + t \sigma$$

Donde:

D_c : Deflexión Característica

\bar{D} : Deflexión promedio de los valores individuales de D_o corregidos por Temperatura y estacionalidad

t : Coeficiente que representa al porcentaje del área total con probabilidad de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica D_c

σ : Desviación Estándar

Para diseño se emplea la deflexión característica, valor que representa mejor a una determinada sección; siguiendo el criterio adoptado normalmente en análisis estadístico. Considerando que cada deflexión media representa una cierta extensión o área de pavimento, cada valor de “ t ” corresponderá a un porcentaje del área total con probabilidad de presentar deflexiones superiores a las características D_c correspondiente.

En el **CUADRO 3.2.** se indica el valor de “ t ” y la probabilidad de ocurrencia.

CUADRO 3.2.

VALOR DISEÑO %	DEFLEXIÓN CARACTERISTICA D_c	EXTENSION DEL PAVIMENTO CON $D > D_c$ (%)
50	\bar{D}	50
75	$\bar{D} + 0.674 \sigma$	25
85	$\bar{D} + \sigma$	15
90	$\bar{D} + 1.3 \sigma$	10
95	$\bar{D} + 1.645 \sigma$	5
98	$\bar{D} + 2 \sigma$	2
99	$\bar{D} + 2.33 \sigma$	1
99.9	$\bar{D} + 3 \sigma$	0.1

Fuente: Estudio de Rehabilitación de Carreteras – Método CONREVIAl

El presente método se considera como deflexión característica aquella que corresponde al 95%, es decir la que es superada solo por el 5% de las determinaciones ($\bar{D} + 2 \sigma$)

h) Deflexiones admisibles

Es la deflexión que garantiza un comportamiento satisfactorio del pavimento que alcanzara el tiempo de diseño.

Para determinar la deflexión admisible, tenemos la siguiente ecuación:

$$D_{adm} = \sqrt[4]{\frac{1.15}{NEE_{(8.2)}}}$$

Donde:

$NEE_{(8.2)}$: Número de ejes estándares equivalentes de 8,2 toneladas acumuladas en el período de diseño

D_{adm} : Deflexión característica admisible (inicial) en centésimas de mm.

De lo anteriormente expuesto, se indica que el radio de curvatura, las deflexiones características D_c , las deflexiones admisibles D_{adm} y el radio de curvatura son parámetros que debemos tener en cuenta ya que con ello se podrá determinar la evaluación estructural del reforzamiento estructural del pavimento a efectuarse.

Es por ello que en el **CUADRO 3.3.** se muestra aspectos generales del análisis combinado comparativo de las deflexiones características, deflexiones admisibles y radios de curvatura.

CUADRO 3.3.

Deflectometría	Estado Actual	Estado Estructura	Recomendación
<p>La deflexión característica es superior a la admisible Los radios de curvatura son elevados o aceptables (en relación a la estructura</p> <p>$D_c > D_{adm}$ R_c mayores</p>	<p>No hay fallas de origen estructural</p>	<p>Estructura infradiseñada, pero la capacidad portante de las capas decrece en profundidad. No existe capa débil inmediatamente debajo capa asfáltica</p>	<p>Examinar fecha y tipo de las ultimas obras ejecutadas, para justificar estado del pavimento</p> <p>1° CASO</p>
	<p>No hay fallas de origen estructural generalizada</p>		<p>Hay acuerdo entre todas las variables</p> <p>a) Las deflexiones son empleadas para el calculo de refuerzo b) Para deflexiones muy fuertes analizar económicamente reconstrucción</p> <p>Verificar refuerzo con metodos diseño</p> <p>2° CASO</p>
<p>Deflexión característica es superior a la admisible Los radios de curvatura son pequeños (aun para deflexiones reducidas).</p> <p>$D_c > D_{adm}$ R_c pequeños</p>		<p>Existe una capa débil inmediatamente debajo de las capas asfálticas (relación entre módulos de elasticidad < 1).</p>	<p>Se trata de neutralizar el efecto de la capa que falla, ya sea por reconstrucción parcial, o refuerzo. No es conveniente emplear la deflexión ya que puede no ser representativa</p> <p>3° CASO</p>
<p>La deflexión característica es inferior a la admisible. Los radios de curvatura son reducidos</p> <p>$D_c < D_{adm}$ R_c pequeños</p>	<p>Hay fallas de origen estructural por fatiga (Fisuras tipo piel de cocodrilo).</p>	<p>Existe una capa débil inmediatamente debajo de las capas asfáltica.</p>	<p>Analizar fecha de mediciones, y tipo estructura. Neutralizar el efecto de la capa débil (Reconstrucción o refuerzo). D ninguna manera se pueden considerar las deflexiones para el proyecto; emplear métodos de diseño</p> <p>4° CASO</p>
<p>La deflexión característica es inferior a la admisible.</p> <p>$D_c < D_{adm}$</p>	<p>No hay fallas de origen estructural</p>	<p>Estructura bien diseñada</p>	<p>Corregir fallas de origen superficial, las soluciones dependerán de los defectos observados y sus causas</p> <p>Mejora superficial</p> <p>5° CASO</p>

Fuente: Estudio de Rehabilitación de Carreteras – Método CONREVIAl

i) Espesor de refuerzo

Para el cálculo de del refuerzo se considera el método del Dr. C. Ruiz para los casos 1 y 2 de la tabla anterior, planteándose la siguiente fórmula:

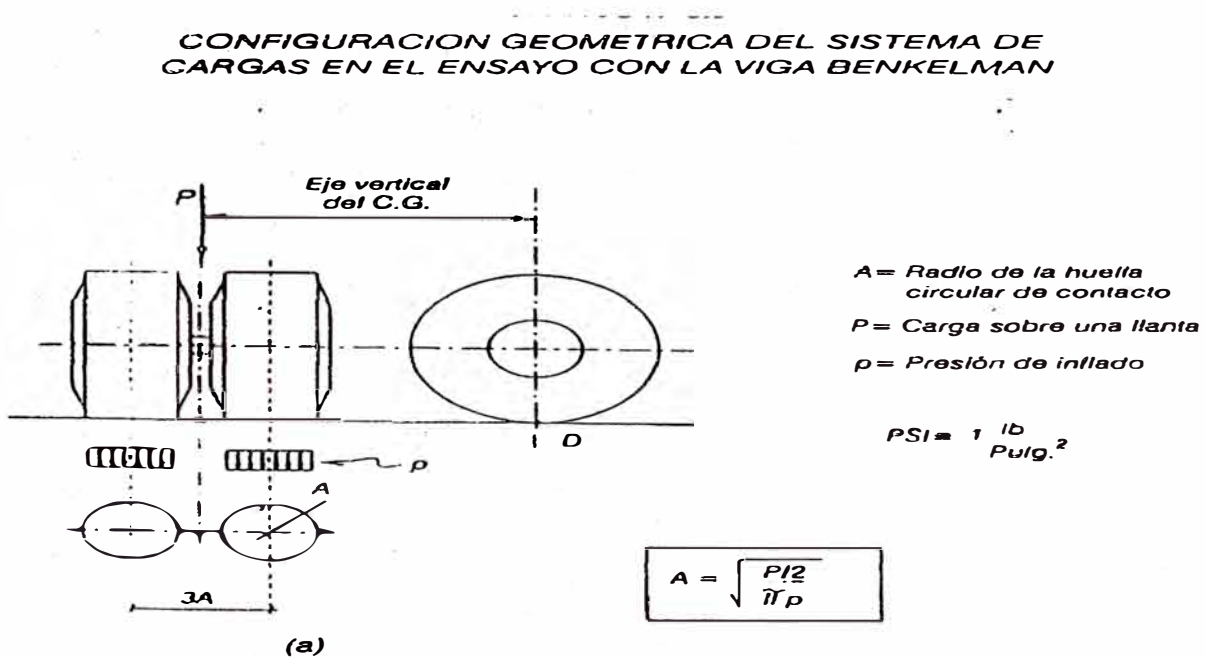
$$h = \frac{R}{0.434} * \text{Log} \left(\frac{Dc}{Dh} \right)$$

Donde:

- h : Espesor de refuerzo (cm).
- Dc : Deflexión característica antes del refuerzo (1/100 mm).
- Dh : Deflexión característica luego del refuerzo (1/100mm).
- R : Coeficiente con dimensiones de un espesor.

La configuración geométrica se muestra en la **FIGURA 3.4.** en donde se aprecia el sistema de cargas en el Ensayo.

FIGURA 3.4.



CAPITULO IV.- APLICACIÓN AL TRAMO KM 94 + 000 – KM 99 + 000

4.1. RECOPIACION DE DATOS

Se procede a la toma de las mediciones de las deflexiones en campo ver
CUADRO 4.1.

CUADRO 4.1.

TRAMO		KM 59+000 AL KM 104+000				OPERADOR			RELACIÓN VP : 4:1		FECHA : 03/10/2009	
CARRIL		: Derecho										
CAPA		: AFIRMADO										
Estaca (km)	Lecturas de Campo (10 ⁻³ pulg)				Espesor (m)	Ahueamiento(mm)			Temp (°C)	RESULTADOS DEFLECTOMÉTRICOS		Radio Curvatura (m)
	L ₂₅	L ₄₀	L ₇₀	L _{max}		Ahue 1	Ahue 2	Prom		DeflexionesCorregidas		
										D ₂₅ x 10 ⁻² mm	D _{MAX} x 10 ⁻² mm	
59+300	6,00	12,00	16,00	28,00	0,010	3,0			29,0			
59+400	8,00	14,00	16,00	18,00	0,007				38,0			
59+500	8,00	12,00	16,00	18,00	0,006				44,0			
59+600	8,00	10,00	16,00	20,00	0,008				44,0			
59+700	10,00	14,00	14,00	20,00	0,007				46,0			
59+800	12,00	20,00	22,00	26,00	0,007				48,0			
59+900	8,00	12,00	18,00	20,00	0,006				48,0			
60+000	12,00	16,00	24,00	26,00	0,009				49,0			
60+100	14,00	32,00	34,00	36,00	0,006				49,0			
60+200	14,00	34,00	36,00	38,00	0,006				48,0			
60+300	16,00	32,00	44,00	48,00	0,005				40,0			
66+600	8,00	14,00	26,00	32,00	0,014				43,0			
66+700	6,00	8,00	10,00	12,00	0,007				44,0			
66+800	4,00	6,00	8,00	10,00	0,014				44,0			
66+900	10,00	14,00	16,00	18,00	0,020				44,0			
67+000	6,00	8,00	10,00	12,00	0,009				46,0			
71+500	6,00	8,00	10,00	12,00	0,011				40,0			
71+600	8,00	14,00	16,00	18,00	0,012				40,0			
71+700	8,00	12,00	16,00	22,00	0,013				39,0			
71+800	6,00	8,00	10,00	12,00	0,007				43,0			
71+900	8,00	14,00	18,00	20,00	0,006				44,0			
76+600	8,00	16,00	22,00	24,00	0,015				49,0			
76+700	8,00	16,00	22,00	24,00	0,010				48,0			
76+800	4,00	8,00	10,00	12,00	0,008				50,0			
76+900	8,00	12,00	16,00	18,00	0,020				50,0			
77+000	8,00	12,00	16,00	18,00	0,016				52,0			
80+100	6,00	10,00	14,00	18,00	0,013				55,0			
80+200	8,00	12,00	20,00	26,00	0,009				52,0			
80+300	10,00	16,00	24,00	30,00	0,011				56,0			
80+400	8,00	18,00	24,00	26,00	0,011				56,0			
80+500	12,00	18,00	28,00	32,00	0,011				54,0			
84+600	6,00	12,00	14,00	18,00	0,011				54,0			
84+700	4,00	6,00	8,00	8,00	0,009				56,0			
84+800	6,00	8,00	14,00	14,00	0,012				57,0			
84+900	8,00	12,00	18,00	20,00	0,013				60,0			
85+000	8,00	10,00	14,00	16,00	0,013				61,0			

CONTINUA CUADRO 4.1.

91+100	10,00	16,00	20,00	22,00	0,009				54,0			
91+200	8,00	14,00	20,00	22,00	0,011				53,0			
91+300	8,00	14,00	18,00	24,00	0,007				53,0			
91+400	12,00	16,00	20,00	48,00	0,009				54,0			
91+500	8,00	14,00	16,00	20,00	0,012				54,0			
97+800	20,00	28,00	40,00	50,00	0,004				52,0			
97+900	12,00	18,00	20,00	22,00	0,004				55,0			
98+000	8,00	12,00	14,00	16,00	0,004				57,0			
98+100	8,00	10,00	12,00	14,00	0,005				58,0			
98+200	14,00	24,00	28,00	30,00	0,005				50,0			
100+500	8,00	10,00	14,00	16,00	0,006				52,0			
100+600	12,00	14,00	20,00	22,00	0,007				53,0			
100+700	8,00	10,00	12,00	12,00	0,010				54,0			
100+800	12,00	14,00	32,00	44,00	0,007				54,0			
100+900	12,00	20,00	24,00	28,00	0,008				54,0			
101+000	8,00	20,00	28,00	30,00	0,010				52,0			

4.2. PROCESAMIENTO DE DATOS

Se determina en el CUADRO 4.2. las deflexiones y el radio de curvatura

CUADRO 4.2.

TRAMO : KM 59+000 AL
KM 104+000
CARRIL : Derecho
CAPA : **AFIRMADO**

OPERADOR :
RELACION VP : 4:1
FECHA : 03/10/2009

Estaca (km)	Lecturas de Campo (10 ⁻³ pulg)				Espesor (m)	Ahuellamiento (mm)			Temp (°C)	RESULTADOS DEFLECTOMÉTRICOS		Radio Curvatura (m)
	L ₂₅	L ₄₀	L ₇₀	L _{max}		Ahue 1	Ahue 2	Prom		Deflexiones Corregidas		
										D ₂₅ x 10 ² mm	D _{MAX} x 10 ² mm	
59+300	6,00	12,00	16,00	28,00	0,010	3,0			29,0	95,9	122,1	119,4
59+400	8,00	14,00	16,00	18,00	0,007				38,0	43,5	78,2	89,9
59+500	8,00	12,00	16,00	18,00	0,006				44,0	43,4	78,1	90,1
59+600	8,00	10,00	16,00	20,00	0,008				44,0	51,8	86,3	90,5
59+700	10,00	14,00	14,00	20,00	0,007				46,0	43,2	86,4	72,3
59+800	12,00	20,00	22,00	26,00	0,007				48,0	60,4	112,2	60,3
59+900	8,00	12,00	18,00	20,00	0,006				48,0	51,9	86,5	90,3
60+000	12,00	16,00	24,00	26,00	0,009				49,0	60,0	111,5	60,7
60+100	14,00	32,00	34,00	36,00	0,006				49,0	95,1	155,7	51,6
60+200	14,00	34,00	36,00	38,00	0,006				48,0	103,9	164,4	51,6
60+300	16,00	32,00	44,00	48,00	0,005				40,0	139,4	209,1	44,8
66+600	8,00	14,00	26,00	32,00	0,014				43,0	102,3	136,4	91,6
66+700	6,00	8,00	10,00	12,00	0,007				44,0	26,0	51,9	120,4
66+800	4,00	6,00	8,00	10,00	0,014				44,0	25,5	42,6	183,5
66+900	10,00	14,00	16,00	18,00	0,020				44,0	33,6	75,6	74,4
67+000	6,00	8,00	10,00	12,00	0,009				46,0	25,8	51,6	121,1
71+500	6,00	8,00	10,00	12,00	0,011				40,0	25,8	51,7	121,0
71+600	8,00	14,00	16,00	18,00	0,012				40,0	43,0	77,3	90,9
71+700	8,00	12,00	16,00	22,00	0,013				39,0	60,1	94,5	91,0
71+800	6,00	8,00	10,00	12,00	0,007				43,0	26,0	52,0	120,3
71+900	8,00	14,00	18,00	20,00	0,006				44,0	52,1	86,8	90,1

CONTINUA CUADRO 4.2.

76+600	8,00	16,00	22,00	24,00	0,015				49,0	67,5	101,2	92,6
76+700	8,00	16,00	22,00	24,00	0,010				48,0	68,5	102,7	91,3
76+800	4,00	8,00	10,00	12,00	0,008				50,0	34,4	51,6	181,8
76+900	8,00	12,00	16,00	18,00	0,020				50,0	41,5	74,7	94,1
77+000	8,00	12,00	16,00	18,00	0,016				52,0	41,9	75,3	93,3
80+100	6,00	10,00	14,00	18,00	0,013				55,0	50,5	75,8	123,8
80+200	8,00	12,00	20,00	26,00	0,009				52,0	77,0	111,2	91,3
80+300	10,00	16,00	24,00	30,00	0,011				56,0	84,6	127,0	73,8
80+400	8,00	18,00	24,00	26,00	0,011				56,0	76,2	110,0	92,3
80+500	12,00	18,00	28,00	32,00	0,011				54,0	84,8	135,7	61,4
84+600	6,00	12,00	14,00	18,00	0,011				54,0	50,9	76,3	122,8
84+700	4,00	6,00	8,00	8,00	0,009				56,0	17,0	34,1	183,3
84+800	6,00	8,00	14,00	14,00	0,012				57,0	33,7	59,0	123,6
84+900	8,00	12,00	18,00	20,00	0,013				60,0	50,2	83,7	93,4
85+000	8,00	10,00	14,00	16,00	0,013				61,0	33,4	66,8	93,5
91+100	10,00	16,00	20,00	22,00	0,009				54,0	51,2	93,9	73,2
91+200	8,00	14,00	20,00	22,00	0,011				53,0	59,4	93,4	92,0
91+300	8,00	14,00	18,00	24,00	0,007				53,0	68,8	103,2	90,8
91+400	12,00	16,00	20,00	48,00	0,009				54,0	153,7	204,9	61,0
91+500	8,00	14,00	16,00	20,00	0,012				54,0	50,7	84,6	92,4
97+800	20,00	28,00	40,00	50,00	0,004				52,0	130,3	217,2	36,0
97+900	12,00	18,00	20,00	22,00	0,004				55,0	43,4	95,5	60,0
98+000	8,00	12,00	14,00	16,00	0,004				57,0	34,7	69,4	90,1
98+100	8,00	10,00	12,00	14,00	0,005				58,0	25,9	60,5	90,5
98+200	14,00	24,00	28,00	30,00	0,005				50,0	69,4	130,0	51,5
100+500	8,00	10,00	14,00	16,00	0,006				52,0	34,5	69,1	90,5
100+600	12,00	14,00	20,00	22,00	0,007				53,0	43,0	94,6	60,6
100+700	8,00	10,00	12,00	12,00	0,010				54,0	17,0	51,1	91,8
100+800	12,00	14,00	32,00	44,00	0,007				54,0	137,5	189,1	60,6
100+900	12,00	20,00	24,00	28,00	0,008				54,0	68,5	119,9	60,8
101+000	8,00	20,00	28,00	30,00	0,010				52,0	93,8	127,9	91,6

En el **CUADRO 4.3.** se muestra el resumen de los Resultados considerando el tramo en estudio comprendido entre Km 94+000 al 99+000

CUADRO 4.3.

Tramo 94+000-99+000	Deflexiones	Rc
Mínimo	42.57	74.43
Máximo	102.72	183.52
Promedio	71.01	112.64
Desviación	19.81	32.38
Coef. Variación	0.28	0.29
Característico	103.60	165.90
Percentil 87.5	51.59	90.70
Percentil 90	51.57	90.40

En el **CUADRO 4.4.** Se indica el Cálculo de N₁₈ y Deflexión admisible Da

N°	Tipo de vehículo	Factor de Carga	IMD ₂₀₀₉	Tasa de crecimiento (i%)	Proyección					
					n (años)	EAL ₂₀₁₀	n (años)	EAL ₂₀₁₀	n (años)	EAL ₂₀₃₀
1	Ómnibus 2E	4.504	8	1.4	1	13152	3	40010	5	67626
2	Camión 2 Ejes	4.504	20	4.6	1	32879	3	103245	5	180232
3	Camión 3 Ejes	3.285	20	4.6	1	23981	3	75302	5	131453
Nota: N ₁₈ , número total de ejes equivalentes a 18 klb o 8.2 ton (en millones)					EAL	7.00E+04	2.19E+05	3.79E+05		
					N₁₈	0.035	0.109	0.190		

En el **CUADRO 4.5.** Nos muestra el cuadro resumen.

CUADRO 4.5.

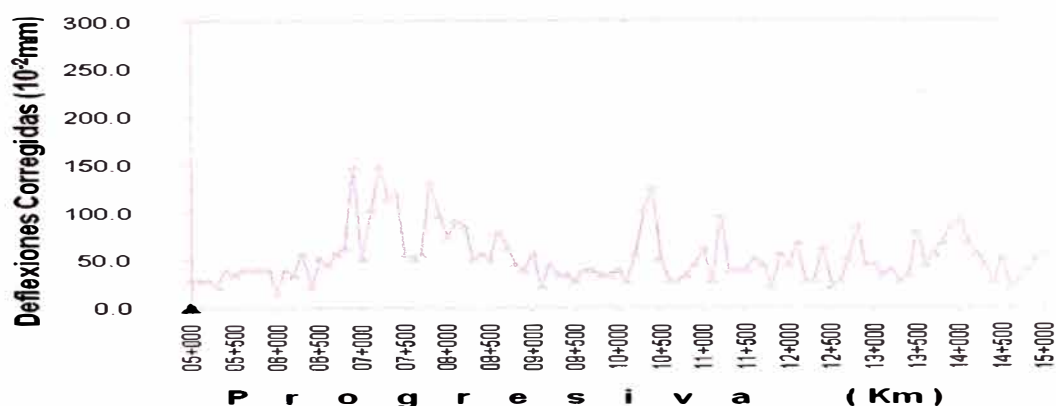
n (años)	EAL	N ₁₈ (en millones)	Da (x 10 ⁻² mm)
1	7.00E+04	0.035	239.4
3	2.19E+05	0.109	180.1
5	3.79E+05	0.190	156.9

CAPITULO V.- ANALISIS DE RESULTADOS

5.1. GRAFICOS DE DEFLECTOGRAMA:

En el **CUADRO 5.1.** se dibuja el deflectograma de deflexiones Vs. Progresiva

CUADRO 5.1.



5.2. ALTERNATIVAS DE SOLUCION:

Comparando D_c , D_{adm} y radios de curvatura tenemos:

- Para 1 años : $D_c (103) < D_{adm} (239)$
 $R (165)$ aceptable
 No hay fallas de origen estructural, estructura bien diseñada.
- Para 3 años : $D_c (103) < D_{adm} (180)$
 $R (165)$ aceptable
 No hay fallas de origen estructural, estructura bien diseñada.
- Para 5 años : $D_c (103) < D_{adm} (156)$
 $R (165)$ aceptable
 No hay fallas de origen estructural, estructura bien diseñada.

5.3. INTERACCION CON OTROS TRAMOS:

Se muestra en el **CUADRO 5.2.** los resultados obtenidos para el Tramo Km 100+500 – km 101+000

CUADRO 5.2.

Tramo 100+500-101+000	Deflexiones	Rc
Mínimo	51.06	51.49
Máximo	135.72	123.63
Promedio	93.46	85.15
Desviación	25.75	19.03
Coef. Variación	0.28	0.22
Característico	135.82	116.45
Percentil 87.5	63.64	60.67
Percentil 90	60.45	60.55

Comparando D_c , D_{adm} y radios de curvatura tenemos:

Para 1 años : $D_c (135) < D_{adm} (207)$
 $R (116)$ aceptable
 No hay fallas de origen estructural, estructura bien diseñada.

Para 3 años : $D_c (135) < D_{adm} (155)$
 $R (116)$ aceptable
 No hay fallas de origen estructural, estructura bien diseñada.

Para 5 años : $D_c (135) < D_{adm} (136)$
 $R (116)$ aceptable
 No hay fallas de origen estructural, estructura bien diseñada.

CONCLUSIONES

Se ha elegido para la evaluación de la carretera Cañete – Yauyos – Huancayo el empleo de la Viga Benkelman, Método Empírico por ser un método práctico, sencillo, de fácil aplicación y que brinda como resultados, valores deflectométricos de gran confiabilidad.

Se ha realizado la recopilación y toma de datos de campo solo en algunos tramos de la carretera debido a problemas de logística y no de manera puntual para cada zona en evaluación.

Con los datos obtenidos evaluados por el **Método CONREVIAL**, se pudo determinar las deflexiones requeridas y el radio de curvatura.

Se evaluó los resultados comparando las deflexiones y el radio de curvatura para un periodo de 1, 3 y 5 años en nuestro tramo analizado. Obteniendo en todo los casos que las deflexiones características son menores que las deflexiones admisibles y que el radio de curvatura se encuentran dentro del rango aceptable con lo cual se puede concluir que no hay fallas de origen estructural en el pavimento y la estructura está bien diseñada.

El criterio de la deflexión admisible debe tomarse con sumo cuidado, ya que utilizan fórmulas empíricas muy sensibles y que depende de las condiciones zonales para las cuales fueron desarrolladas.

La ejecución de éste método ha demostrado que es posible llevar un adecuado control en la evaluación de carreteras, teniendo en consideración la realidad de nuestros recursos económicos y técnicos.

Para el tipo de carretera evaluada de bajo volumen de tránsito no es recomendable hacer una evaluación a plazos mayores de 5 años, ya que ésta sólo tiene un tratamiento superficial.

RECOMENDACIONES

Se debería completar las mediciones que se han tomado en campo, con más información de la carretera para poder realizar comparaciones entre los valores obtenidos y poder plantear con ello alternativas de solución más reales y precisas.

Se debe tener en cuenta que los resultados obtenidos en la evaluación de la carretera con la Viga Benkelman se han realizado en épocas de verano. Es por ello que debería considerarse realizar estudios similares en temporada de lluvia (Enero a Marzo y establecer las comparaciones de los resultados obtenidos entre ellos.

El método del CONREVIAl recomienda que debe efectuarse el ensayo dentro del rango de temperaturas para tratamientos superficiales bituminosos que oscilen entre 5°C como límite inferior y 38°C como límite superior.

La toma de lecturas del deflectograma son muy sensibles al procedimiento de medición, por lo cual se recomienda tener mucho cuidado al hacerlo y contar con un personal debidamente capacitado.

Se debe verificar el estado de las obras de drenaje antes de la época de lluvias para tomar las acciones necesarias y evitar problemas en la estructura del pavimento, ya que con medidas preventivas de bajo costo se pueden evitar grandes daños.

BIBLIOGRAFIA :

1. CESPEDES ABANTO, José. “Los Pavimentos en las Vías Terrestres”, Editorial Universitaria de la UNC, Cajamarca. Peru, 2002.
2. CHANG ALBITES, Carlos.”Pavimentos un Enfoque al Futuro” , Editorial ICG, Lima, 2007.
3. Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil – UNI
4. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES “Método CONREVIAl”, Lima, Perú, 1983
5. MONTEJO FONSECA, Alfonso, “Ingeniería de Pavimentos, Evaluación y Mejoramiento”, Ediciones Universidad Católica de Colombia, Bogota, Colombia, 2006.

Páginas web

www.proviasnac.gob.pe

[www.proviasnac.gob.pe/planificacion/Ayudas Memoria/2009/Mayo](http://www.proviasnac.gob.pe/planificacion/Ayudas_Memoria/2009/Mayo)

www.construccion.org.pe

ANEXOS

ANEXO 1: CANTERAS SELECCIONADAS

Como canteras han sido considerados los depósitos de materiales de préstamo, que se encuentran a lo largo de la carretera en estudio que son materiales granulares así como en el cauce del río Cañete de origen aluvial.

En las 22 canteras se efectuaron 108 calicatas con 97 muestras.

En el siguiente cuadro se presenta el resumen de las canteras disponibles.

CANTERAS SELECCIONADAS PARA LA CARRETERA LUNAHUANA – HUANCAYO KM 42 + 480 - KM 260 + 500

CANTERA	PROGRESIVA Km	AREA (m ²)	ESPESOR (m)	VOLUMEN (m ³)	UTILIDAD
1.- Jacaya	53 + 500	220,000	1.80	396,000	R, SB
2.- Huagil	58 + 170	240,000	2.00	480,000	R, SB
3.- Cascajal	64 + 000	500,000	2.50	1'250,000	R, SB, B, CA,
4.- Montenegro	80 + 200	75,000	2.00	150,000	C
5.- Río Cañete	81 + 850	10,000	1.50	15,000	R, SB
6.- Piedra Prado	81 + 800	15,000	8.00	120,000	R, SB, B, CA,
7.- Espuy	88 + 500	150,000	2.50	375,000	C
8.- Cuncubay I	102 + 500	125,000	2.50	312,500	R, SB, B
9.- Cuncubay II	103 + 200	110,000	1.50	165,000	R
10.- Taumata	115 + 200	40,000	1.50	60,000	R
11.- Rumichaca I	136 + 200	52,500	2.00	105,000	R, SB
12.- Rumichaca II	136 + 800	52,000	1.80	93,600	R, SB
13.- Huantan	138 + 800	90,000	1.50	135,000	R, SB
14.- Ahuicho	152 + 500	60,000	2.50	150,000	R, SB
15.- Paccha	174 + 500	35,000	2.00	70,000	R, SB, B
16.- Opcional	177 + 400	60,000	2.00	120,000	R
17.- Chaucha	187 + 000	60,000	2.50	150,000	R, SB
18.- Shicuy	207 + 000	180,000	3.00	540,000	R, SB
19.- Huamin Loma	224 + 000	150,000	2.50	375,000	R, SB
20.- San Blas	234 + 500	180,000	3.00	540,000	R, SB, B
21.- Malapampa	248 + 500	35,000	5.00	175,000	R, SB
22.- Chupaca	250 + 800	50,000	2.00	10,000	R, SB, B, CA,
				5'877,100	

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE CANTERAS

En el tramo Lunahuaná - Huancayo se han seleccionado y estudiado los materiales de dieciséis (22) canteras, ubicadas a lo largo y próximo al tramo, según se indica en el Esquema de Ubicación de Canteras.

El material predominante de estos depósitos es granular, con escaso material fino (que pasa la malla # 200), de baja plasticidad y con buena capacidad de soporte (C.B.R.) A continuación detallamos las características de los materiales de las canteras estudiadas:

1.- CANTERA JACAYA.-

Esta cantera se encuentra en la progresiva 53+500, lado derecho. El material de esta cantera es granular, de partículas subangulosas, con escaso material fino, menor de la malla # 200, de mediana plasticidad, con clasificación SUCS GM, GC, SM, SC y (AASHTO) A-1b(0), A-2-4 (0) respectivamente, con ensayos especiales aptos para ser usados como material de subbase y relleno. La potencia ó volumen explotable es de 396,000 m³, con 90% de rendimiento.

2.- CANTERA HUAGIL

Esta cantera se encuentra en la progresiva 58+170, lado derecho. El material de ésta cantera es arena con gravas subangulosas, con regular porcentaje de finos –menor de la malla # 200-, de mediana plasticidad, con clasificación (SUCS) GC-GM, SC, SC-SM y (AASHTO). A-1b (0), A-2-6 (0) Este material podrá emplearse en Sub-base y Relleno únicamente. La potencia de la zona estudiada es aproximadamente 480,000 m³, con un 90% de rendimiento.

3.- CANTERA CASCAJAL

Esta cantera se encuentra en la progresiva 64+000 lado izquierdo de la vía. El material de ésta cantera es granular, de partículas angulosas a subangulosas, con escaso material fino, -menor de la malla N° 200- no plástico o de baja plasticidad, con clasificación SUCS GP-GM, GW-GM, GC-GM, GP-GC y AASHTO A-1a(0), A-1b(0) , A-2-4(0), respectivamente, con ensayos especiales

satisfactorios para ser utilizado en Concreto Asfáltico, Concreto de Cemento, Base, Sub-base y Relleno. La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 1'250,000 m³ con un 90% de rendimiento.

4.- CANTERA MONTENEGRO

Esta cantera se encuentra en la progresiva 80+200, lado derecho. El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con regular porcentaje de material fino -menor de la malla N° 200-, de mediana plasticidad, con clasificación SUCS GC, GP-GC, GC-GM y AASHTO A-2-4 (0), A-1a (0), A-1b (0) respectivamente. Este material podrá emplearse en Sub-base y Relleno. La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 150,000 m³, con un 90% de rendimiento.

5.- CANTERA RIO CAÑETE

Esta cantera se encuentra en la progresiva 81+850, lado izquierdo (margen izquierda del río Cañete). El material de ésta cantera es típico de río (gravas redondeadas, cantos rodados), con escaso material fino -menor de la malla # 200-, sin plasticidad, con clasificación (SUCS) GW y (AASHTO) A-1a (0), con ensayos especiales satisfactorios para ser utilizado en Concreto Asfáltico, Concreto de Cemento, Base, Sub-base y Relleno. La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 15,000 m³, con un 90% de rendimiento.

6.- CANTERA PIEDRA PRADO

Esta cantera se encuentra en la progresiva 81+900, lado derecho. El material de esta cantera es granular, con partículas angulosas ó subangulosas, con arenas y limos, con escaso material fino -menor de la malla # 200-, N.P., con clasificación (SUCS) de GW-GM y (AASHTO) A-1a (0), con ensayos especiales satisfactorios para su uso en Sub-base y Relleno. La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 120,000 m³, con 90% de rendimiento.

7.- CANTERA ESPUY

Esta cantera se encuentra en la progresiva 88+500, lado izquierdo. El material de ésta cantera es granular, con partículas subangulosas, con arenas, limos y arcillas, con regular porcentaje de finos -menor de la malla # 200-, entre no plástico y medianamente plástico, con clasificación (SUCS) GW-GM, GC-GM,

GC y (AASHTO) A-1a (0), A-1b (0), A-2-4 (0) respectivamente. El material de ésta cantera podrá ser utilizado solamente para Relleno. La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 375,000 m³, con 90% de rendimiento.

8.- CANTERA CUNCUBAY I

Esta cantera se encuentra en la progresiva 102+500, lado izquierdo. El material de ésta cantera es granular, con partículas subangulosas a angulosas, con arenas y limos, con material fino -menor de la malla # 200-, en regular porcentaje, de mediana plasticidad, con clasificación (SUCS) GM, GC-GM y (AASHTO) A-1b (0), A-2-4 (0) respectivamente. Este material de ésta cantera podrá emplearse para Relleno únicamente. La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 312,500 m³, con 90% de rendimiento.

9.- CANTERA CUNCUBAY II

Esta cantera se encuentra en la progresiva 103+200, lado izquierdo. El material de ésta cantera es granular, con partículas subangulosas, con arenas y limos, con material fino -menor de la malla # 200-, en regular porcentaje, de mediana plasticidad, con clasificación (SUCS) GC-GM, SC-SM y (AASHTO).A-1b (0). Este material podrá emplearse para Sub-base y Relleno únicamente. La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 165,000 m³, con 90% de rendimiento.

10.- CANTERA TAUMATA

Esta cantera se encuentra en la progresiva 115+200, lado izquierdo. El material de ésta cantera está compuesto por arenas y gravas de partículas subangulosas, con regular porcentaje de material fino (limos), entre no plástico y baja plasticidad, con clasificación (SUCS) SP, SM, SC-SM y (AASHTO) A-1b (0). Este material podrá emplearse para Sub-base y Relleno. La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 60,000 m³, con 90% de rendimiento.

11.- CANTERA RUMICHACA I

Esta cantera se encuentra en la progresiva 136+200, lado izquierdo. El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con escasa cantidad de finos –menor de la malla # 200-, con clasificación (SUCS) GP, GC, GW-GC, SW-SC y (AASHTO) A-1a (0), A-2-4 (0), con ensayos

especiales satisfactorios para Sub-Base y Relleno. La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente $105,000 \text{ m}^3$, con 90% de rendimiento.

12.- CANTERA RUMICHACA II

Esta cantera se encuentra en la progresiva 136+800, lado izquierdo. El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con bajo porcentaje de finos –menor de la malla # 200-, de mediana plasticidad a no plástico, con clasificación (SUCS) GP-GC, GW-GC, GW y (AASHTO), A-1a (0), A-2-4 (0) con ensayos especiales satisfactorios para Sub-Base y Relleno. La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente $93,600 \text{ m}^3$, con 90% de rendimiento.

13.- CANTERA HUANTAN

Esta cantera se encuentra en la progresiva 138+800, lado izquierdo. El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con material fino –menor de la malla # 200- en escaso porcentaje, de plasticidad media a no plástico, con clasificación GP-GM, GW-GC, GP-GC, GC (SUCS) ó A-1a (0), A-2-6 (0), A-2-4 (0) (AASHTO) respectivamente, con ensayos especiales satisfactorios para Base, Sub-Base y Relleno. La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente $135,000 \text{ m}^3$, con 90% de rendimiento.

14.-CANTERA AHUICHO

Esta cantera se encuentra en la progresiva 152+500, lado derecho. El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con arenas y regular porcentaje de finos –menor de la malla # 200-, de mediana plasticidad, con clasificación GP-GC, GC (SUCS) y (AASHTO) A-2-6 (0) .El material de ésta cantera será utilizado únicamente como Relleno. La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente $150,000 \text{ m}^3$, con 90% de rendimiento.

15.- CANTERA PACCHA

Esta cantera se encuentra en la progresiva 174+500 siguiendo el trazo de la carretera actual (el cual no es el trazo del proyecto), por tanto ha quedado un tanto alejado del trazo del proyecto.

El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con arenas y poco material fino -menor de la malla # 200-, de mediana plasticidad con clasificación (SUCS) GP-GC, GC, GC-GM y (AASHTO) A-1a (0), A-2-4 (0), A-2-6 (0). Este material podrá emplearse para Sub-Base y Relleno. La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 70,000 m³, con 90% de rendimiento.

16.- CANTERA OPCIONAL

Esta cantera se encuentra en la progresiva 177+400 siguiendo el trazo de la vía actual (no está dentro del trazo del proyecto), hacia el lado derecho. El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con arenas y finos variando entre ligero a regular porcentaje, material menor de la malla # 200 de mediana plasticidad, con clasificación (SUCS) GP-GM, GM, GC, SM y) (AASHTO) A-2-4 (0), A-2-6 (0), A-2-6 (1), A-6 (1). Este material podrá emplearse para Sub-Base y Relleno. La potencia de la zona estudiada, es de aproximadamente 120,000 m³, con 90% de rendimiento.

17.- CANTERA CHAUCHA

Esta cantera se encuentra en la progresiva 187+000 siguiendo el trazo de la carretera actual (no se encuentra dentro del trazo del proyecto), hacia el lado derecho. El material de ésta cantera es granular, compuesto de gravas angulosas a subangulosas, con arenas, regular porcentaje de finos –material menor de la malla # 200-, de mediana plasticidad, con clasificación SUCS SC, SC-SM, GC-GM, GC y (AASHTO) A-1b (0), A-2-4 (0), A-2-6 (0), A-4 (2) respectivamente. El material de ésta cantera se utilizará para Sub-Base y Relleno. La potencia o volumen explotable se ha estimado en 150,000 m³ con un rendimiento del 90%

18.- CANTERA SHICUY

Esta cantera se encuentra en la progresiva 207 + 000, lado derecho. El material de ésta cantera es granular, de partículas angulosas a subangulosas, con arenas y finos –material menor de la malla # 200-, en ligero a regular porcentaje, entre no plástico a medianamente plástico, con clasificación SUCS GP-GC, GM, SM y (AASHTO) A-2-4 (0), A-4 (1). El material de ésta cantera será utilizado

para Sub-base y Relleno. La potencia ó volumen explotable se ha estimado en 540,000 m³ con un rendimiento del 90%.

19.- CANTERA HUAMIN LOMA

Esta cantera se encuentra en la progresiva 224+000, lado derecho. El material de ésta cantera es granular, compuesto de gravas redondeadas a subredondeadas, con arenas y ligero porcentaje de finos –material menor de la malla # 200-, entre no plástico a medianamente plástico, con clasificación SUCS GP-GM, GW-GC, GC y (AASHTO) A-1a (0), A-2-7 (0).

El material de ésta cantera se utilizará para Sub-base y Relleno. La potencia ó volumen explotable se ha estimado en 375,000 m³ con un rendimiento de 90%.

20.- CANTERA SAN BLAS

Esta cantera se encuentra en la progresiva 234+500, lado izquierdo. El material de ésta cantera está compuesto de gravas redondeadas a subredondeadas, con arenas y bajo porcentaje de finos –material menor de la malla # 200, entre no plástico a medianamente plástico, con clasificación SUCS GW-GM, GM, GC, GC-GM, SC y (AASHTO) A-1a (0), A-2-4 (0), A-2-6 (0) , con ensayos especiales satisfactorios para ser utilizado en Concreto Asfáltico, Concreto de Cemento, Base, Sub-base y Relleno.

La potencia ó volumen explotable se ha estimado en 540,000 m³ con un rendimiento del 90%.

21.- CANTERA MALAPAMPA

Esta cantera se encuentra en la progresiva 248+500, lado derecho. El material de ésta cantera es granular, compuesto de gravas redondeadas a subredondeadas, con arenas, de bajo a regular porcentaje de finos -material menor de la malla # 200-, medianamente plástico, con clasificación SUCS GW-GM, GW-GC, GC y (AASHTO) A-1a (0), A-2-4 (0), A-2-6 (0), A-2-7 (0).

El material de ésta cantera será utilizado en Sub-base y Relleno. La potencia ó volumen explotable se ha estimado en 175,000 m³ con un rendimiento del 90%.

22.- CANTERA CHUPACA

Esta cantera se encuentra en la progresiva 250+800 de la vía actual, fuera de la zona variante de Chupaca.

El material de ésta cantera está compuesto de gravas redondeadas a subredondeadas, con arenas, de bajo a regular porcentaje de finos –material menor de la malla # 200-, entre no plástico a medianamente plástico, con clasificación SUCS GP-GM, GW-GM, GP-GC, SM y (AASHTO) A-1a (0), A-2-4 (0) .

El material de ésta cantera será utilizado para Sub-base y Relleno. La potencia ó volumen explotable se ha estimado en 100,000 m³ con un rendimiento de 90%.

ANEXO 2: FUENTES DE AGUA

Como fuentes de agua se han considerado las provenientes de los ríos Cañete, Alis y Cunas, que recorren toda la carretera en forma longitudinal en sus zonas correspondientes.

FUENTES DE AGUA EVALUADA LUNAHUANA - HUANCAYO

FUENTE	PROGRESIVA	LOCALIDAD	TIPO DE CAUDAL	LADO	OBSERVACIONES
1.- Río Cañete	46 + 500	Pte. Capallana	Apreciable	I	Acceso 150 m
2.- Río Cañete	74 + 000	San Jerónimo	Apreciable	I	Acceso 200 m
3.- Río Cañete	105 + 200	Calachota	Apreciable	D	Acceso 150 m
4.- Río Alis	160 + 500	Alis	Apreciable	D	Acceso 250 m
5.- Río Cunas	249 + 000	Malapampa	Apreciable	I	Acceso 100 m
6.- Río Cunas	256 + 800	Pilcomayo	Apreciable	D	Acceso 200 m

ANEXO 3: BOTADEROS

Se han determinado tres (29) zonas, dentro del tramo vial, como lugares donde se podrían depositar los materiales excedentes del proyecto. La relación de éstos botaderos se detalla a continuación:

Ubicación Km	Lado	Dimensiones			Volumen m ³
		Largo(m)	Ancho(m)	Alto(m)	
1) 41 + 500	I	1,000	200	1.20	240,000
2) 52 + 000	I	1,500	200	1.20	360,000
3) 58 + 500	D	1,000	300	1.20	360,000
4) 60 + 500	D	500	100	1.20	60,000
5) 63 + 500	D	500	300	1.20	180,000
6) 67 + 000	D	500	200	1.20	120,000
7) 70 + 500	D	500	100	1.20	60,000
8) 76 + 700	I	500	100	1.20	60,000
9) 77 + 200	I	1,000	100	1.20	120,000
10) 78 + 700	I	500	100	1.20	60,000
11) 96 + 500	D	1,500	100	1.50	225,000
12) 98 + 300	D	700	100	1.50	105,000
13) 105 + 000	I	400	100	1.50	60,000
14) 119 + 500	I	800	150	1.50	180,000
15) 121 + 500	D	1,200	500	1.50	900,000
16) 122 + 000	I	2,000	100	1.50	300,000
17) 123 + 000	D	600	100	1.50	90,000
18) 181 + 000	D	1,500	200	1.20	360,000
19) 189 + 000	D	1,500	300	1.20	540,000
20) 193 + 000	D	1,500	1,000	1.20	1'800,000
21) 194 + 700	D	800	200	1.20	192,000
22) 200 + 500	I	700	300	1.20	252,000
23) 212 + 000	D	1,000	800	1.20	960,000
24) 212 + 500	I	1,000	500	1.20	600,000
25) 218 + 600	I	500	500	1.20	300,000
26) 227 + 000	D	1,000	500	1.20	600,000
27) 230 + 400	D	1,000	800	1.20	960,000
28) 253 + 000	I	1,500	300	1.00	450,000
29) 258 + 700	D	2,000	200	1.00	400,000
					10'894,000

ANEXO 4: VISTAS FOTOGRAFICAS

1.- Ubicación del punto de medición



2.- Ajuste para la toma de lecturas



3.- Medición de valores con la Viga Benkelman



4.- Determinación de la Temperatura



5.- Determinación del espesor



6.- Determinación del Ahuellamiento



ANEXO 5 : ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Los Estudios de Impacto Ambiental son parte de los criterios necesarios en la toma de decisiones para la ejecución de las actividades desarrolladas por el hombre, como es el caso de la Rehabilitación y Conservación del tramo vial Lunahuaná - Huancayo.

La carretera Lunahuaná-Huancayo, va a interceptar en su recorrido los cursos de aguas de los ríos Cañete y Mantaro que pertenecen a la vertiente del Pacífico y del Atlántico. Estos ríos tienen como características diferentes en lo que respecta a volumen de sus aguas, régimen, pendientes de sus lechos, etc.

El Estudio de Impacto Ambiental , tiene por objetivo general identificar, evaluar e interpretar los probables impactos ambientales cuya ocurrencia tendrían en la etapa de rehabilitación y conservación de la carretera que nos ocupa, a fin de recomendar las medidas adecuadas que permitan mitigar o eliminar los efectos negativos y fortalecer los positivos.

El área de influencia del proyecto directa e indirecta se han definido en base a una pre identificación de los probables impactos socio ambientales que se generarán y distribuirán específicamente de diferente forma, según las características del entorno que se trate y cada uno de los componentes ambientales que caracterizan el territorio, como son: el concepto de accesibilidad, afectación de recursos, consideraciones socio-económicos y demarcación políticas y de cuencas.

El EIA es una actividad multidisciplinaria que exige una estrecha comunicación entre los especialistas que la desarrollaron e incluso conlleva a varias reuniones entre ellas para definir la importancia de los factores ambientales y la trascendencia de los impactos.

La metodología empleada en la realización del presente EIA, en líneas generales ,se desarrollan en tres etapas principales, la primera consiste en la recopilación, clasificación y análisis sistemática de toda la información existente, textual y cartográfico sobre el área de influencia directa e indirecta.

Se debe coordinar con el ING para conocer el trazo afectaba algún yacimiento arqueológico. La segunda etapa es de reconocimiento de campo, constituye el estudio de la zona desde el punto de vista de cada disciplina y tiene por finalidad completar la información vertida en el mapa correspondiente. La tercera etapa se realiza en gabinete y tiene por objeto recoger de cada especialista lo impactos que se ocasionarían para proceder a evaluarlos y proceder a formular el plan de vigilancia, el cronograma de actividades, todo lo cual se integró en el informe final.

También se hace mención al Marco Legal en el que se circunscribe el EIA, que está dado por un conjunto de normas generales y específicas de medio ambiente referidas al Sector Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, destacándose entre ellos: La Constitución Política del Perú, el Código del Medioambiente y de los Recursos Naturales, la Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada, Ley General de Expropiaciones, Ley Orgánica de Municipalidades, Organizaciones No Gubernamentales. Legislación sobre el Régimen Agrario, Código Penal y Consideraciones Finales.

Para conocer la situación actual del área de influencia, es necesario realizar un diagnóstico ambiental en el que se ha considerado como medio físico los recursos naturales que están constituidos por todos los elementos del medio ambiente que pueden o son útiles al ser humano, tales como la ecología, climatología, geomorfología, geología, suelos y el recurso hídrico.

En Ecología se han identificado cinco zonas de vida que se caracterizan por su formación vegetal la cual es una extensión fija de los factores climáticos, en corta forma se considera que la formación vegetal es primariamente una unidad fisionómica o estructural que poseen formas biológicas específicas entre las plantas que la caracterizan.

Otra asociación de tierras que se presenta en el área de trabajo es la Asociación de tierras de protección con tierras aptas para cultivo. Por momentos esta asociación se localiza en la región de la Costa, distribuyéndose en las partes altas de los valles irrigados y de ciertas pampas. Esta constituida pro dos formas

de tierras principales: alrededor de 70% de tierras de protección, que presentan limitaciones muy severas o extremas que las hacen inapropiadas para propósitos agrícolas, pecuarios y forestales. Sin embargo, esta clase de tierras pueden representar gran valor económico para otros usos como en el suministro de energía; de la actividad minera, vida silvestre, área recreacionales, paisajista y turística, entre otra. El otro 30% son tierras apropiadas para la fijación de cultivos permanentes consideradas de calidad agrológica alta y que se distribuyen en las planicies o pampas del desierto costero y en las porciones altas de lo valles irrigados, donde la configuración topográfica y morfológica del suelo cambian sustancialmente.

Las principales actividades a desarrollar, pueden descomponerse en las fases de diseño, construcción, operación y abandono, con sus respectivas acciones propias de cada fase, las mismas que varían de acuerdo a las circunstancias de cada proyecto.

Tomando como base los resultados del Diagnóstico Ambiental, ha sido posible la identificación y evaluación de los impactos ambientales, que en un proceso destinado a proveer e informar sobre los efectos que un determinado proyecto puede generar en el medio ambiente.

Como resultado de la identificación de los impactos ambientales se han reconocido los siguientes:

1. Contaminación por efectos erosivos, están referidos a dos aspectos físicos: el primero corresponde a la erosión fluvial, que provocan los ríos y quebradas al cruzar la vía, en épocas de avenidas, originando la erosión lateral; la segunda a la erosión pluvial provocada por las lluvias, al caer sobre la pista de rodadura ocasionando la erosión de los taludes laterales, y charcos de agua, huecos y baches.
2. Contaminación del aire, se refiere a los gases emitidos por la circulación de vehículos de transportes en mal estado de mantenimiento.
3. Ruidos, por la generación de ruidos indeseables provenientes de los vehículos de transportes, por escapes libres y carecer de silenciadores.

4. Deficiencia de Servicios Higiénicos, se refiere a la falta de servicios higiénicos públicos en kioskos, restaurantes, lugares de peaje y estacionamiento.
5. Por derrames e combustibles, carburantes y otros, lo cual ocurre en los lugares próximos a servicentros por no contar con instalaciones apropiadas.
6. Modificación del paisaje, en el presente caso serán de poca significación en razón de que se recorren zonas de topografía plana o ligeramente onduladas.
7. Contaminación del agua, por el arrojado de deshecho a los ríos de materiales y productos químicos.
8. Contaminación de suelos, por el uso indebido que hacen los agricultores, ocasionan bajos rendimientos y originan la desertificación de los suelos.
9. Vegetación, el área de influencia de las vías de transportes, implicará una limitada desaparición de comunidades vegetales.
10. Fauna, no van a interferir con la actividad que desarrolla la fauna, aunque podría constituir un peligro para algunas especies de aves.

En el Medio Socio-económico, se van a suceder alteraciones; derivadas de la adquisición de terrenos y expropiaciones de áreas urbanas y a la actividad agropecuaria por la disminución de la superficie agrícola y pecuaria. Por otra parte, va a beneficiar la generación de empleos y mayores ingresos, elevándose su nivel de vida, por el aumento de la producción y productividad.

Teniendo en cuenta las posibles perturbaciones que tendrán lugar sobre los componentes ambientales: Físicos, Biológicos, Socioeconómicos y Culturales, como medidas correctivas durante la fase de construcción, se han tomado las medidas de Control y Prevención de los principales impactos, como la producción de polvo y otras sustancias contaminantes, control del movimiento de maquinarias y delimitación de la zona de obra. Localización de zonas de

préstamo y botaderos, control de botaderos y tratamiento de residuos de protección de la fauna.

Tomando en consideración que las obras de rehabilitación y mantenimiento, van a generar impactos ambientales en el ámbito de su influencia, se ha elaborado un Plan de Manejo Ambiental, a fin de recomendar las medidas y acciones de carácter técnico y económico que permitan evitar, controlar, minimizar y atenuar los impactos ambientales negativos y fomentar los positivos.

Como recomendación se señala que la Empresa Constructora debe llevar a cabo las siguientes acciones. Crear una unidad u oficina de Medioambiente cuya función será identificar los problemas ambientales existentes y futuros, así como elaborar proyectos integrales en las zonas de influencia, de tal manera que se involucre a los sectores comprometidos como son: Transportes, Energía y Minas y Agricultura. Otra función, será hacer cumplir los dispositivos legales vigentes y los contenidos en el expediente técnico de las obras programadas.

Para lograr la implementación del Plan de Vigilancia Ambiental, se ha considerado necesario desarrollar una serie de acciones en el ambiente físico-biológico, donde se desarrollarán las obras viales en el que debe hacerse un control estricto, pudiendo señalar las siguientes: ubicar en zonas de mínimo riesgo la instalación de los equipos, el movimiento de tierra, la construcción de las obras de arte, la fase de acabado y la revegetación o forestación posterior a las obras, constituye sin duda la operación que va a contribuir a la corrección del impacto paisajístico causado por la construcción de las vías.

La implementación de medidas de Emergencia o Contingencia tiene por objetivo establecer las acciones que se deben ejecutar para prevenir o controlar los riesgos o posibles accidentes y desastres que pudieran ocurrir en las vías de transportes.

El Plan de Abandono y Restauración está referido a las acciones y medidas que debe realizar después de que la Empresa Constructora haya culminado con todas las obras consideradas en los términos de referencia, lo que implica un

período de clausura hasta la declaración oficial del cierre y abandono de todas las áreas que fueron utilizadas durante el proceso de construcción.

La Restauración y Revegetación de las zonas de Canteras y Botaderos deberá de efectuarse una vez terminadas las obras y consistirá en la nivelación para adaptar su forma al entorno, en caso de encontrarse próximos a la Carretera se les cubrirá con tierra vegetal y se procederá a la revegetación.

CONCLUSIONES

- a) Las obras de Construcción, Rehabilitación y Conservación, producirán una serie de impactos positivos que en contraparte con los impactos negativos que se puedan producir, resultan de mayor magnitud e importancia para el desarrollo de la economía local y regional, impulsando las actividades agrícolas, industriales y comerciales.
- b) Las acciones a llevarse a cabo durante la Construcción y Conservación de la Obras viales, originarán algunas alteraciones en el medio físico-biológico y de interés humano. No se prevé procesos de destrucción o desaparición de restos arqueológicos, históricos y/o culturales.

En general, los impactos negativos causados por las obras pueden catalogarse de nivel moderado y, son contrarrestados o evitados con la implementación de las medidas de prevención y/o control mencionadas en el Plan de Manejo Ambiental.

- c) En la etapa de construcción, solo se produce un ligero incremento en el nivel de empleo, como impacto positivo. Mientras que los principales impactos negativos, que se presentan son: alteración de hábitats, conflictos en el uso del suelo e incremento de riesgo de accidentes y/o enfermedades, que son de carácter temporal.
- d) En la etapa de operación el principal impacto positivo, es el aumento en la calidad de vida y consolidación de la economía regional. Mientras que los impactos negativos que se producen son : efectos

en la salud y posibles conflictos en la ocupación de las tierras y una reducida pérdida de naturalidad y paisajismo,

El Estudio del Impacto Ambiental realizado para la Vía Lunahuaná-Huancayo. Se concluye que la Carretera es la alternativa que causa menores impactos ambientales perjudiciales o negativos en su área de influencia, todo esto, en el marco de las medidas de acción preventivas y/o correctivas que se tendrán que asumir para su normal operación.

- e) La actual carretera, por ser una vía con una infraestructura en actual uso, prevalecerán los impactos negativos por el cruce de la vía por importantes centros poblados con las consecuencias y peligros de accidentes congestión del tránsito, deterioro de obras y servicios etc., los cuales serán minimizados con la construcción de la Carretera.
- f) El presente estudio ha permitido conocer la calidad ambiental del área de influencia de la Carretera Lunahuaná-Huancayo, logrando determinar los impactos ambientales negativos y positivos, así como aquellos que son potencialmente beneficiosos en la implantación del Proyecto. Así mismo, recomendar las medidas mas adecuadas para prevenir, mitigar o corregir los impactos negativos y buscar los procedimientos que permitan maximizar los efectos positivos.

RECOMENDACIONES

- a) El Estudio de Impacto Ambiental realizado recomienda que las actividades de construcción, operación y mantenimiento de las obras viales, se efectúen dentro el patrón los Planes de Manejo Ambiental Propuestos, con el objeto de cuidar que estas actividades no afecten el medio ambiente.
- b) El área de influencia de la Carretera está sujeta a constantes alteraciones ambientales sean por fenómenos naturales o por la intervención antrópica al desarrollar actividades agropecuarias, comerciales y de otra índole. En consecuencia el plan de protección ambiental deberá tomar las medidas de vigilancia y control en las etapas de construcción y operación de la carretera.

- c) Se debe seleccionar el derecho de vía, de modo que se eviten el tránsito por las áreas naturales importantes, como hábitats frágiles, y áreas naturales protegidas (santuarios y reservas naturales).
- d) Orientar el derecho de vía, evitando áreas de actividad humana, así como también, coordinar con los gobiernos locales, se evite el aumento de las actividades humanas en las áreas de la servidumbre o zona de influencia de las vías de transporte.
- e) El movimiento de tierra para la construcción de las estructuras de soporte, debe ceñirse a su trazo, para que al término de las construcciones el ambiente no quede mayormente afectado, en especial, las zonas susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos cercanos a quebradas y ríos y hundimiento por mal drenaje.
- f) Los materiales de desecho deben ser depositados en sitios especiales llamados botaderos. El lugar para la disposición de los botaderos debe ser seleccionado cuidadosamente, evitando zonas inestables o áreas de importancia ambiental, como son las áreas de productividad agrícola.
- g) Para disminuir el riesgo de accidentes, por parte de la población, principalmente, es necesario la señalización en lugares visibles, difundiendo entre la población los peligros potenciales.
- h) Una vez terminada la construcción de las obras que implica el proyecto, las instalaciones de campamentos, almacenes y patios de máquinas, serán retirados. Se limpiarán, y los pisos y muros de estas áreas serán demolidos y retirados hacia los botaderos, de acuerdo a las especificaciones indicadas en el Plan de Abandono.

ANEXO 6 : ESTUDIO DE SERVICIOS AFECTADOS

El objeto es relacionar las coordinaciones establecidas con los Organismos y Compañías propietarias de servicios que pudieran verse afectadas por las obras proyectadas.

Se han remitido cartas de coordinación las siguientes entidades :

Telefónica del Perú

Ministerio de Transportes, Vivienda y Construcción.

PROMPERU

Municipalidad Provincial de La Oroya

Municipalidad Provincial de Jauja

Municipalidad Provincial de Huancayo

Municipalidad Provincial de Yauyos

Municipalidad Provincial de Ica

Municipalidad Provincial de Pisco

Municipalidad Provincial de Chíncha Alta

Municipalidad Provincial de Cañete

Empresa Administradora Técnica del Distrito de Riego de Cañete

ANEXO 7 : ESTUDIO DE CONSERVACION Y MANTENIMIENTO

Para efectuar las simulaciones y cálculos pertinentes se utilizó el modelo HDM-95 (Highway Design and Maintenance Standards Model), también conocido como HDM, del Banco Mundial, que permite simular el proceso de deterioro de la carretera considerando diferentes opciones de actuaciones sobre la vía.

El modelo establece los flujos de costos e indicadores de rentabilidad económica, facilita el cálculo de los costos totales de transporte por carretera, considerando los costos en infraestructura que deben afrontar generalmente los organismos viales, como es el caso de la rehabilitación y mantenimiento y , los costos de operación de los vehículos que son afrontados por los usuarios de la carretera. Los costos son obtenidos al aplicar políticas de conservación para cada año del período del análisis una vez aplicada la tasa de descuento anual del proyecto (en este caso, el 12%).

Con estos costos, obtenidos para cada una de las alternativas, haciendo la comparación con la alternativa “sin proyecto” tomada como base, se obtiene el Valor Actualizado Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación Beneficio – Costo (B/C)

El modelo requiere para su funcionamiento, el establecimiento de las características físicas de la vía y de su entorno. Estas características son el clima, la topografía, el tipo de superficie, su estado, diseño geométrico y estructural, historia de su conservación, el tráfico y su proyección, así como el nuevo diseño de la vía y los posibles tráficos generados y captados de otras vías.

El modelo calcula internamente las velocidades y los costos de operación de los vehículos, así como el grado de deterioro y los costos de conservación de las vías en función de las características de diseño del camino, de las normas de conservación, del volumen de tráfico, de las cargas por eje y de las condiciones ambientales.

Por su parte, los costos de conservación y de operación de los vehículos son establecidos en función de las cantidades físicas, calculadas internamente, y a los precios unitarios especificados por el proyectista y discriminados en costos económicos y costos financieros.

Los beneficios netos del proyecto se obtuvieron por diferencia entre las alternativas propuestas y la alternativa base o sin proyecto. Esta última consiste en dejar la carretera del proyecto bajo las condiciones de mantenimiento propuestas por el sistema es decir como respuesta a la condición.

Tal como se ha explicado en apartados anteriores, las alternativas de actuación consideradas son las que se han aplicado en las distintas políticas de mantenimiento, durante el período de análisis. Es decir, la evaluación contempla no sólo la rentabilidad de la actuación inicial sino también la influencia de distintas opciones de mantenimiento.

ANEXO 8 : ESTUDIO DE PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

Una vez asumido el modelo general de Control de Calidad Integral, por la Dirección de los Trabajos, la Empresa Concesionaria y el Consultor para su aplicación en la Obra, se procede a materializar el documento conocido como SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD (SCC) para su tramitación oficial.

En su desarrollo deben quedar definidos, de manera inequívoca, los siguientes aspectos:

- Organismos y participantes en el Equipo Director de Calidad de la Obra.
 - Identificación de Participantes
 - Organigrama del S.C.C.
 - Asignación de responsabilidades.
- Metodología y Organización a aplicar para alcanzar los objetivos de Aseguramiento de la Calidad.
 - Plan de Supervisión Exterior.
 - Plan de Puntos de Inspección del Equipo de Supervisión.
 - Calendario de actuaciones del S.C.C.
 - Estructuración del tratamiento de DOCUMENTACION.
 - Tratamiento de las NO CONFORMIDADES.

ANEXO 9: ESTUDIO DE DESVIOS DE TRÁFICO

En determinados tramos las condiciones del terreno obligan a suspender el tráfico para ejecutar la obra, especialmente por la estrechez de la vía actual que requiere en primer lugar el corte de taludes y posteriormente trabajos de pavimentación.

Al respecto y por cuanto la fluidez del tráfico debe ser mantenida en lo posible se tomó en cuenta las siguientes consideraciones:

Plan de Desvío de tráfico, en aquellas zonas donde la construcción de la carretera afecten a vías en servicio.

Planos de cada desvío.

Establecer normas y medida de seguridad para disminuir los riesgos de accidente de tránsito durante el proceso de los trabajos.

ANEXO 10 : ESTUDIO DE SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCION

El presente Estudio de Seguridad en la Construcción establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar directrices básicas a la empresa constructora al llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, de acuerdo con Disposiciones Legales tales como:

El Reglamento Nacional de Edificaciones Capítulo III, Título VII-III-1.1 a VII-III-6.41, en la que se detalla las obligaciones a cumplir en el proceso de ejecución de una Obra de Construcción.

Las Normas Básicas de seguridad e Higiene aprobadas por Resolución Suprema N° 021-83-TR del 23.03.83, cuyo ámbito de aplicación es la prevención de riesgos ocupacionales de los trabajadores que laboran en obras de construcción civil y que recoge en su texto los términos del Convenio 62 y sus recomendaciones complementarias de la OIT, las cuales fueron ratificadas por el Congreso de la República mediante Resolución Legislativa 14033 y que tienen un carácter transitorio en tanto se apruebe el Reglamento de Seguridad en la Construcción.

De acuerdo con la normativa mencionada el Plan se someterá, antes del inicio de la obra, a la aprobación del Coordinador en materia de Seguridad de Obra,

durante la ejecución de la obra, manteniéndose después de su aprobación, una copia a su disposición.

Se considera en este estudio:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entono.
- La organización del trabajo de forma tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Definir las instalaciones para la higiene y bienestar de los trabajadores.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.
- El Servicio de Prevención.
- Los Delegados de Prevención.

Es responsabilidad de la Sociedad Concesionaria, la ejecución de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responderá solidariamente a las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los subcontratistas o similares, respecto a las inobservancias que fueren imputables a éstos.

Queda claro que la Dirección General de Higiene y Seguridad Ocupacional del Ministerio de Trabajo, queda encargada de velar por el cumplimiento de las medidas previstas en el Plan de Seguridad de Obra.

----- 000000000 -----