

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“BASES TEORICAS PARA EL USO DEL SISTEMA BUTIFOR PARA
INCREMENTAR LA VIDA UTIL EN EL PAVIMENTO EN TRAMOS DE
FUERTE PENDIENTE DEL ACCESO AL CENTRO TURÍSTICO RIO
BAR – SIMBAL, 2018”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE BACHILLER**

AUTOR:

DAVID ABNER ZARATE GARCIA

TRUJILLO – PERÚ

2018



HOJA DE FIRMAS

Mg. Ing. Enrique Duran Bazán.

Mg. Ing. Josualdo Villar Quiroz.



i. INDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN | v |
| ABSTRACT | vi |
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN | 7 |
| 1.1. DELIMITACION DEL PROBLEMA..... | 8 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA | 9 |
| 1.3. OBJETIVOS | 10 |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL..... | 10 |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 10 |
| 1.4. PROCEDIMIENTOS METODOLOGICOS SEGUIDOS | 10 |
| 1.4.1. Técnica..... | 10 |
| 1.4.2. Instrumento | 11 |
| CAPÍTULO 2. RESULTADOS RESPECTO A LOS ANTECEDENTES, ESTADO DEL ARTE O ESTADO DE LA CUESTION..... | 11 |
| 2.1. Antecedentes Sobre Diseño de Pavimentos | 11 |
| 2.2. Concepto Sobre Pavimentos..... | 14 |
| 2.3. Comportamiento Estructural de los Pavimentos | 15 |
| 2.4. Aspecto Técnico del Sistema Butifor | 16 |



| | |
|--|----|
| 2.5. Tipos del Sistema Bitufor | 16 |
| 2.6. Componentes del Sistema Bitufor | 17 |
| 2.6.1. Slurry Seal (Lechada Asfáltica) | 17 |
| 2.6.2. Malla de Acero (Mesh Track)..... | 19 |
| 2.6.2.1. Medidas y Dimensiones | 19 |
| 2.6.2.2. Ventajas | 21 |
| 2.6.2.3. Principales Funciones | 21 |
| 2.6.2.4. Esfuerzos en Pavimentos | 21 |
| CAPÍTULO 3. CONCLUSIONES | 24 |
| CAPÍTULO 4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 25 |
| CAPÍTULO 5. R ANEXOS | 28 |



ii. RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el Distrito de Simbal, Provincia de Trujillo, Región de La Libertad, donde se propone el Sistema Bitufor como medida sustentable para combatir la aparición de grietas y fisuras, a su vez se prolongó la vida útil del pavimento en el diseño de la vía de acceso al Centro Turístico Rio Bar, lográndose determinar el método adecuado y correcto, de una vía de acceso pavimentado y mejorado con mallas metálicas, en donde existe la presencia de un desnivel pronunciado; este proyecto de investigación permitirá proporcionar una superficie de rodadura uniforme, resistente, cómodo, estético, compatible con el medio ambiente y seguro para soportar un tráfico vehicular previsto para un periodo de tiempo determinado, además se buscó mejorar las condiciones de transitabilidad que permita facilitar el transporte de los suministros necesarios para poder brindar los servicios básicos de esparcimiento que ofrece el Centro Turístico, e igualmente busca mejorar las condiciones de vida del público de toda la zona de influencia, en tiempo, transportes y alimentos; para ello la presente investigación utilizó en primera instancia, el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, la aplicación de la tecnología PROES, las normas de ensayo AASHTO 274 o MTC-E128 (Ensayo CBR), ASTM D-1557 o MTC-E115 (Ensayo Proctor), AASHTO 93 (Diseño de pavimento flexible) y las normativas generales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. La presente investigación cuenta con un tipo de Investigación No experimental, de diseño Transversal y de forma Descriptiva.

Palabras Claves:

- Sistema Butifor, Pavimentos.



iii. ABSTRAC

The present investigation was developed in the District of Simbal, Province of Trujillo, La Libertad Region, where the Butifor System is proposed as a sustainable measure to combat the appearance of cracks and fissures, which in turn extended the useful life of the pavement in the design of the access road to the Rio Bar Tourist Center, being able to determine the appropriate and correct method, of a paved access road and improved with metallic mesh, where there is the presence of a steep slope; this research project allowed to provide a uniform running surface, resistant, comfortable, aesthetic, environmentally compatible road surface that is safe to withstand vehicular traffic planned for a specific period of time, in addition to improving traffic conditions that facilitate transportation of the necessary supplies to be able to provide the basic recreational services offered by the Tourist Center, and also seeks to improve the living conditions of the public throughout the area of influence, in time, transportation and food; for this purpose, the research I used in the first instance was the DG-2014 Geometric Design Manual, the application of PROES technology, the AASHTO 274 or MTC-E128 test standards (CBR test), ASTM D-1557 or MTC-E115 (Proctor test), AASHTO 93 (Flexible pavement design) and the general regulations of the Ministry of Transport and Communications. The present investigation has a non-experimental research time, with a transverse design and a descriptive way.

Keywords:

- Butifor system, pavements.



I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico y social de las ciudades y pueblos, se encuentran en gran medida en función de las redes viales, debido a que es el único medio que posibilita el transporte de las personas y diversos suministros de necesidad cotidiana; es por ello que se requiere y se justifica plenamente construirlas y mantenerlas en buen estado y en óptimo funcionamiento, a fin de cumplir con los servicios que de ella demanda la población. Las redes viales o carreteras, conlleva un amplio estudio para su construcción, existiendo diversos tipos dependiendo de las necesidades de la población, el más común y utilizado es el pavimento flexible, construido en base de asfalto. La historia del asfalto a través del tiempo, tuvo inicio hace miles de años, siendo utilizado en su versión natural en yacimientos que se encontraban en estanques y lagos de asfalto, así como en rocas asfálticas. El asfalto sumado a una serie de componentes y empaquetado dentro de una estructura, da vida a los pavimentos asfálticos o flexibles. En la definición de pavimento flexible, señalan que sobre la subrasante del terreno se construye el pavimento flexible el cual viene a ser la capa que proporcionará una superficie de rodadura uniforme, resistente a la acción del tránsito, al intemperismo y a otros agentes perjudiciales. No obstante, durante la vida útil de un pavimento, diversos factores afectan la condición de la superficie de rodamiento, lo cual compromete su rol principal de brindar seguridad y comodidad al usuario. Con esto nos referimos a la aparición de grietas debido a los esfuerzos de flexo compresión que se acumulan en la capa de rodadura.

A nivel departamental, en La Libertad, en los últimos años, por la inclemencia del clima y la naturaleza, la región ha sufrido la destrucción del 60% de carreteras, producto de las lluvias, huaycos y desbordes de los ríos, además de ello, muchas de las vías pavimentadas se encontraban en vulnerable deterioro, esto debido a su antigüedad de existencia y a la mala metodología con la que fueron construidas; no existe evidencia de que se haya aplicado el Sistema Bitufor en la construcción o rehabilitación de alguna carretera en la región, esto es muestra de la ausencia de interés de las autoridades para aplicar nuevas medidas sustentables, para obtener redes viales más resistentes y duraderas ante el paso del tiempo y los problemas climáticos que se puedan presentar.

En Trujillo, las redes viales se encuentran en un 85% pavimentadas, de las cuales, el 40% de estas vías se encuentran en pésimo estado y en un progresivo deterioro, esto debido a la ausencia



de la aplicación de nuevas medidas, cabe mencionar, que en los últimos 5 años, se ha llegado a la necesidad de empezar a utilizar nuevas metodologías, y es por ello que se construyó un tramo de 1.35 km de vías pavimentadas para una Avenida Principal en la ciudad: Avenida América Este, esta avenida fue construida bajo un sistema similar al Sistema Bitufor, un sistema de mallas, bajo la diferencia que estas mallas estaban hechas de un policarbonato altamente resistente; observando el lugar de estudio, el distrito de Simbal, las vías que lo comprenden están pavimentadas aproximadamente en un 35%, el resto está comprendida por trochas carrozables y caminos de herradura, y no existe evidencia alguna de haber utilizado el Sistema Bitufor para la rehabilitación de uno de sus caminos que comprende este distrito.

1.1. Delimitación del problema

La localidad de Simbal, exactamente en el acceso al Centro Turístico “Rio Bar”, actualmente presenta problemas de nivel socio-cultural y económico que se ve reflejado en su bajo nivel de desarrollo, debido a la dificultad que presenta para acceder. El progreso queda totalmente aislado dejando de lado el desarrollo y la integración en todos sus aspectos con las demás localidades de su entorno. Los ciudadanos de Simbal y el público en general, actualmente tienen que acceder a este concurrido Centro Turístico con dificultad, incluso los dueños y administradores, que necesitan trasladar los suministros necesarios para brindar su servicio, se encuentran ante este problema de la mala configuración de la vía de comunicación., siendo este un camino de herradura con fuerte pendiente y que se encuentra en mal estado desde hace ya bastantes años y que ha sido construido sin tener en cuenta las consideraciones técnicas requeridas. Los proyectos de mejoramiento y rehabilitación del Centro Turístico “Rio Bar”, se ve limitado debido a que se emplea demasiado presupuesto para poder ejecutar las diferentes obras, ya que el transporte de los materiales y logística necesaria, resultan siendo un costo demasiado elevado. Este acceso al no contar la infraestructura vial necesaria, genera que los ciudadanos de la localidad y el público que lo visita, tenga que acceder a este Centro Turístico con gran dificultad, exponiendo sus vidas y el desgaste de sus vehículos por la mala configuración de la trocha. El problema central identificado es “Ciudadanos de Simbal y público general y turístico, acceden a un inadecuado servicio de transitabilidad en el ingreso al Centro Turístico “Rio Bar””. En la actualidad



cuentan con un camino de herradura con fuertes pendientes y que se encuentra en su totalidad deteriorado, con deficientes características técnicas, debido a que el ancho de la calzada es insuficiente para el correcto recorrido de los vehículos, el mecanismo de disipación de escorrentías es inexistente, los deslizamientos y desbordes de quebradas es latente cada año por la inclemencia de la naturaleza, amplia presencia de material vegetal que dificulta la vista de los usuarios. Estas condiciones hacen que el ingreso a dicho Centro Turístico se torne dificultoso, exponiendo a que los ciudadanos y el público general y turístico se encuentren ante un inminente peligro, sumado a ello que no se pueda trasladar grandes volúmenes de suministros para el correcto servicio que necesita brindar este Centro Turístico.

¿Puede ser usado el Sistema BITUFOR como medida sustentable en el correcto diseño del pavimento flexible en tramos de fuerte pendiente de la vía del acceso al Centro Turístico Rio Bar, en el distrito de Simbal, Provincia de Trujillo, departamento de La Libertad?

1.2. Justificación del Tema

Este proyecto de investigación permite proporcionar una superficie de rodadura uniforme, resistente, cómodo, estético, compatible con el medio ambiente y seguro para soportar un tráfico vehicular previsto para un periodo de tiempo determinado; además se busca mejorar las condiciones de transitabilidad que permita facilitar el transporte de los suministros necesarios para poder brindar los servicios básicos de esparcimiento que ofrece el Centro Turístico, e igualmente busca mejorar las condiciones de vida del público de toda la zona de influencia, en tiempo, transportes, alimentos, mejor dicho busca mejorar la calidad de vida.

Toda comunicación vial es base para el correcto desarrollo de todo un país, en el turismo, transporte, agricultura, ganadería y la industria, este estudio es base para la posible construcción de una vía la cual beneficiara al público visitante al Centro Turístico de manera directa, mejorando su servicio de transitabilidad, la cual trae consigo a su vez un incremento en la mejora de calidad de vida.

Este proyecto permite proporcionar una superficie de rodadura uniforme, resistente, cómodo, compatible con el medio ambiente y seguro para soportar un tráfico vehicular previsto en un periodo de tiempo determinado, con el fin de mejorar las condiciones de transitabilidad que permita facilitar el acceso al Centro Turístico.

Este proyecto se justifica académicamente porque permite proporcionar nuevos antecedentes de proyectos viales ligados a esa zona de la región con alternativas de solución eficaces a través de nuevas medidas sustentables, actualiza la información con respecto a estudio y métodos de diseño.

1.3. Objetivo

1.3.1. Objetivo General

Establecer las bases teóricas sobre el Sistema BITUFOR como medida sustentable, para combatir la aparición de grietas, fisuras y prolongar la vida útil del pavimento en el diseño de la vía de acceso al Centro Turístico Rio Bar en el Distrito de Simbal, Provincia de Trujillo, departamento de La Libertad.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Presentar las Bases teóricas para el diseño de pavimentos y el Sistema Butifor.
- Identificar la caracterización de los materiales que se utilizaran para el diseño de pavimentos, tomando en cuenta las normas necesarias.

1.4. Procedimientos metodológicos seguidos

1.4.1. Técnica

En la presente investigación se usará la OBSERVACIÓN del tipo NO PARTICIPANTE y Análisis de Información como técnica de recolección de datos, ya que nuestro propósito es recolectar información en cada visita de campo.

1.4.2. Instrumento

El instrumento de recolección de datos es la matriz de datos, donde se consigna la información obtenida de la revisión de las publicaciones referidas al tema. (Ver Anexo)

II. RESULTADOS RESPECTO A LOS ANTECEDENTES, ESTADO DEL ARTE O ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1. Antecedentes Sobre Diseño de Pavimentos

(YARANGO, 2014) en su tesis titulada “REHABILITACION DE LA CARRETERA DE ACCESO A LA SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE EN EL DISTRITO DE UCHUMAYO EN AREQUIPA”

La reflexión de grietas en las capas de recubrimiento de Asfalto de Mezcla Caliente (HMA) representa un serio desafío asociado a la rehabilitación de pavimentos, siendo un problema importante e incidente en el desarrollo de la vida útil de los pavimentos; por lo tanto, en la tesis se propone el uso del sistema Bitufor (Mesh Track +Slurry Seal) como una alternativa de solución para retardar la aparición de grietas, además de otros beneficios que prolongan la vida útil del pavimento. Se plantea el uso de este sistema basándose en la ejecución del proyecto “REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA DE ACCESO A LA SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE (S.M.C.V) DESDE LA PROG. KM 0+000 (CRUCE DE LA VÍA FÉRREA) HASTA EL KM 1+900, EN EL DISTRITO DE UCHUMAYO, AREQUIPA, AREQUIPA”. También se han desarrollado un material bibliográfico sobre las características y beneficios de la malla que conforma este sistema denominada “Mesh Track”, además de recomendaciones sobre su proceso constructivo. Se ha empleado el método PCI para su evaluación visual del estado inicial del pavimento, asimismo el ensayo de la viga de Benkelman para su evolución estructural, de la cual se analizaron los cálculos y gráficos de deflexión, obteniendo resultados favorables.



(RENGIFO, 2014) en su tesis titulada “DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DE LA NUEVA CARRETERA PANAMERICANA NORTE EN EL TRAMO DE HUACHO A PATIVILCA (KM 188 A 189)”

La nueva carretera Panamericana Norte se encuentra al norte de Lima. Actualmente el tramo de Ancón – Huacho – Pativilca se encuentra en concesión a Norvial S.A. En esta tesis se realiza el diseño del pavimento de un kilómetro de esta carretera en el tramo de Huacho a Pativilca. Específicamente, según el temario del tema de tesis el kilómetro designado por el asesor fue del 188 al 189. La carretera Huacho – Pativilca tiene 57 kilómetros de longitud y conecta las ciudades de Huacho, Huaura, Medio Mundo, Supe, Barranca y Pativilca. En general, la Panamericana Norte es una carretera interprovincial que conecta todos los departamentos de la Costa. El tramo de estudio de esta tesis une a las provincias de Barranca y Huaura. Cabe resaltar que entre las particularidades de la zona se incluye el tránsito de gran porcentaje de vehículos pesados. Además, presenta un clima templado y con pocas precipitaciones. Se procede con el diseño del pavimento tanto flexible como rígido. Para el tipo flexible se utiliza la metodología de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la del Instituto del Asfalto (IA), mientras que para el rígido se utiliza también la de la AASHTO y la de la Portland Cement Association (PCA).

(LOPEZ, 2011) en su tesis titulada “DESARROLLO DE NUEVAS METODOLOGIAS DE INSPECCION DEL SISTEMA DE DIRECCION DE VEHICULOS MEDIANTE PLACA ALINEADORA”

Las tres nuevas metodologías propuestas abordan el problema de la inspección desde distintas perspectivas, según el criterio del sistema de dirección que se quiera garantizar.

Así, una de ellas propone comprobar si el ángulo de convergencia se ajusta a las recomendaciones del fabricante. Otra, que el vehículo mantenga una capacidad suficiente para realizar una maniobra exigente en cuanto a sollicitaciones del neumático. La última pretende garantizar unos límites absolutos para la magnitud de la desviación lateral. Esta última propuesta se ha elegido finalmente como la más adecuada para una aplicación



inmediata en las estaciones de inspección mediante la placa alineadora, que es el dispositivo de medida existente actualmente en todas ellas.

(TABARES, 2005) en su tesis titulada “DIAGNOSTICO DE VIA EXISTENTE Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VIA NUEVA MEDIANTE PARAMETROS OBTENIDOS DEL ESTUDIO EN FASE I DE LA VIA DE ACCESO AL BARRIO CIUDADELA DEL CAFÉ – VIA LA BADEA”

Este trabajo realiza una evaluación de los diferentes métodos empleados para el diseño de estructuras de pavimento según criterios y parámetros emiráticos, semi-empíricos y racionales, para establecer las distintas alternativas estructurales que se tienen en esta área. Esto con el fin de confrontar y comparar los conceptos técnicos, académicos y parámetros empleados para los diferentes tipos de diseño, determinando las diferencias en que ellos se derivan y que al ser aplicados puedan o no desarrollar resultados objetables e inadecuados con respecto a los comportamientos de la situación real de la estructura. En forma adicional en este trabajo se realiza un diagnóstico vial para el tramo de la vía existente en estudio, el cual pretende saber las condiciones actuales de la estructura y la superficie de rodadura, como ejercicio académico para que dicho proyecto, sirva como material de consulta a estudiantes de pregrado y postgrado, y además pretender comparar dos procedimientos de inspección o inventario de la malla de vial con el fin de generar las conclusiones que al respecto tengan lugar.

(RODRIGUEZ, 2004) en su tesis titulada “EVALUACION Y REHABILITACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES POR EL METODO DEL RECICLAJE”

El reciclaje de pavimento asfáltico es una tecnología especial que permite la reconstrucción de los pavimentos envejecidos y/o deteriorados, empleando sus materiales de construcción originales. Esto es posible en la medida en que no haya llegado a un grado de degradación tal que no permita un rejuvenecimiento eficiente. La técnica del reciclaje tiene un conjunto de ventajas, entre las que predomina la disponibilidad in situ de casi la totalidad de los áridos de la calidad y granulometrías adecuadas; un requerimiento mínimo o nulo del material nuevo, y la posibilidad de mantener las cotas de la altura originales de



las carreteras, lo que es de muy especial xx interés en las zonas urbanas y en los lindes con puentes, cruces y otras estructuras viales preexistentes. El reciclaje en nuestro país ya comenzó a utilizarse en carreteras por parte del Ministerio de Obras Públicas (MOP), quien promueve proyectos de rehabilitación como lo es actualmente FOVIAL (Fondo de conservación VIAL), en donde se está utilizando esta técnica. El reciclaje se divide principalmente en dos métodos los cuales son reciclaje en frío y reciclaje en caliente, ambos se están usando en el país y de los cuales se mostrarán sus procesos constructivos, sus ventajas y desventajas, sus diferencias y además la maquinaria que se emplea para rehabilitar un pavimento por este método.

(VIDAL, 2002) en su tesis titulada “OPTIMIZACION DE COSTOS EN CARRETERAS APLICANDO EL SISTEMA DE REFUERZO CON GEOMALLAS”

La aplicación de los geosintéticos en los proyectos de Ingeniería cada vez se hace más frecuentes debido a su gran aporte técnico, y que permite adoptar mejores soluciones frente a los diferentes problemas en los campos de la hidráulica, minería, geotecnia, pavimentos etc. En este caso se trata a geosintético fabricado especialmente para desempeñar la función de refuerzo de suelo, la Geomalla. Que constituye un elemento de refuerzo a tensión análogo a acero de refuerzo en el concreto armado, con la diferencia que ahora el material a reforzar es el suelo, que posee una baja resistencia a esfuerzos de tensión y una relativa resistencia a compresión que depende de su composición mineralógica.

2.2. Concepto Sobre Pavimento

El pavimento es el conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son: el ancho, el trazo horizontal y vertical, la resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas. El pavimento deberá presentar la resistencia adecuada para soportar los esfuerzos destructivos del tránsito, de la



intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas. Se presentan dos tipos de pavimentos, los mismos que se diferencian por la estructura que presentan y las capas que las conforman. Un pavimento rígido se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero. Este tipo de pavimentos no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores. La sección transversal de un pavimento rígido está compuesta por la losa de concreto hidráulico que va sobre la subbase y éstas sobre la subrasante. Tiene un costo inicial más elevado que los pavimentos flexibles y su período de vida varía entre 20 y 40 años. El mantenimiento que requiere es mínimo y se orienta generalmente al tratamiento de juntas de las losas. Por otro lado, un pavimento flexible cuenta con una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base granular y de la capa de subbase. El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil. (VANDEL, 2001)

2.3. Comportamiento estructural de los pavimentos

La falla estructural implica una degradación de la estructura del pavimento.

Se presenta cuando los materiales que conforman la estructura, al ser sometida a repeticiones de carga por acción del tránsito, sufren un agrietamiento estructural relacionado con la deformación o la tensión horizontal por tracción en la base de cada capa, esto se denomina falla por fatiga. (VANDEL, 2001)

Las fallas en los pavimentos flexibles pueden dividirse en tres grupos fundamentales.

Fallas por insuficiencia estructural: Se trata de pavimentos construidos con materiales inapropiados en cuanto a resistencia o con materiales de buena calidad, pero en espesor insuficiente.

Fallas por defectos constructivos: Se trata de pavimentos que quizá estuvieron formados por materiales suficientemente resistentes, pero en cuya construcción se han producido errores o defectos que afectan el comportamiento conjunto.

Fallas por fatigas: Se trata de pavimentos que originalmente estuvieron en condiciones apropiadas, pero que por la continua repetición de las cargas del tránsito sufrieron efectos de fatiga. (VANEL, 2001).

2.4. Aspecto técnico del Sistema Butifor:

La Malla de refuerzo de acero para la rehabilitación de pavimentos rígidos y flexibles, en combinación con una capa de lechada asfáltica o Slurry Seal, antes de la colocación de un revestimiento bituminoso o carpeta asfáltica. Se utiliza como refuerzo para la rehabilitación de pavimentos en mal estado. La capa de 7 mm de espesor denominada BITUFOR, representada en los tipos I y II, es un sistema combinado por:

- Una malla de acero con cordones transversales de alta elasticidad
- Una o dos capas de Slurry Seal

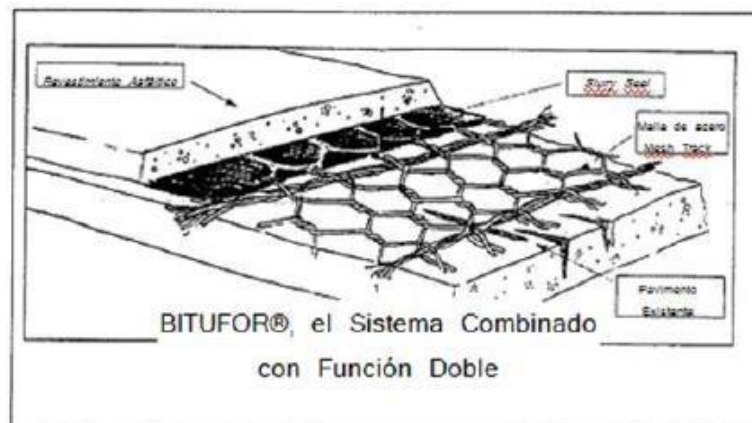


Imagen N° 01: “Vista del Sistema Bitufor

Fuente: Prodac – Perú

2.5. TIPO DE SISTEMA BITUFOR:

- TIPO I: Mesh Track 1 + slurry seal – MT1 (Pesada), Modelo Pesado, malla sólida para refuerzo de pavimentos Pesados, diseñado para recrecidos flexibles sobre pavimentos de hormigón y problemas de deformación. (PRODAC, 2013)
- Tipo II: Mesh Track 2 + slurry seal – MT2 (Regular), Modelo Ligerio, malla de refuerzo flexible y fácil de manejar, diseñada para carreteras asfálticas fisuradas.



Imagen N° 02: “Vista del Sistema Bitufor”

Fuente: Prodac – Perú

2.6. COMPONENTES DEL SISTEMA BITUFOR

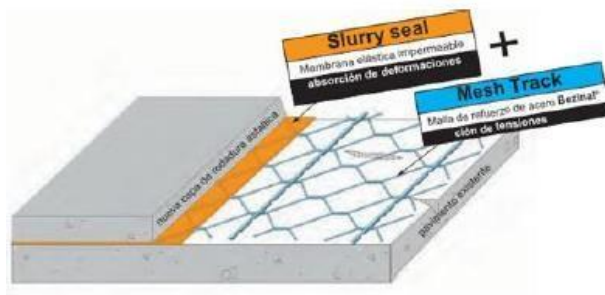


Imagen N° 03: “Componentes del Sistema Bitufor”

Fuente: Prodac – Perú

2.6.1. Slurry Seal (Lechada Asfáltica)

Una lechada asfáltica es una mezcla de agregados de granulometría cerrada, emulsión asfáltica, aditivos y agua. La mezcla se aplica como un tratamiento de superficie. Las lechadas

asfálticas pueden ser tanto una técnica de mantenimiento preventiva como correctiva. El tratamiento no aumenta la resistencia estructural de un pavimento. Cualquier pavimento que es estructuralmente débil en áreas localizadas, debiera ser reparado antes de la aplicación de lechada asfáltica. Ahuellamiento, ondulaciones, hundimientos a lo largo de los bordes, deficiencias en el abovedado, u otras irregularidades de la superficie que disminuyen la transitabilidad del camino, debieran corregirse antes de extender la lechada asfáltica. La lechada asfáltica es una técnica de mantenimiento muy efectiva para superficies de pavimentos viejos. La lechada llenará las fisuras superficiales, detendrá el desprendimiento de agregados y pérdida de matriz, mejorará la resistencia al deslizamiento y en general protegerá al pavimento y reducirá el deterioro por oxidación y agua, y así prolongará globalmente la vida útil del pavimento. (PRODAC, 2013)

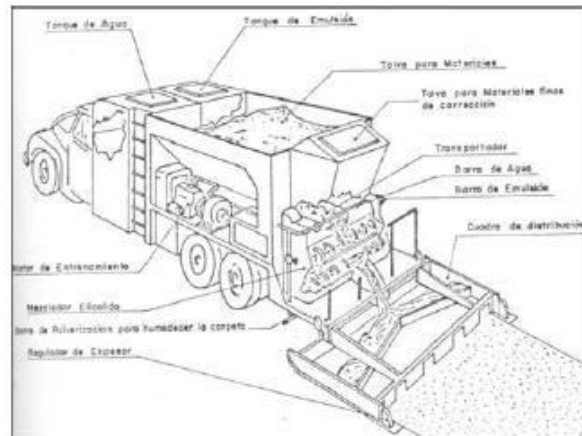


Imagen N° 04: “Equipo para Lechada Asfáltica (Slurry Seal)”

Fuente: Prodac – Perú

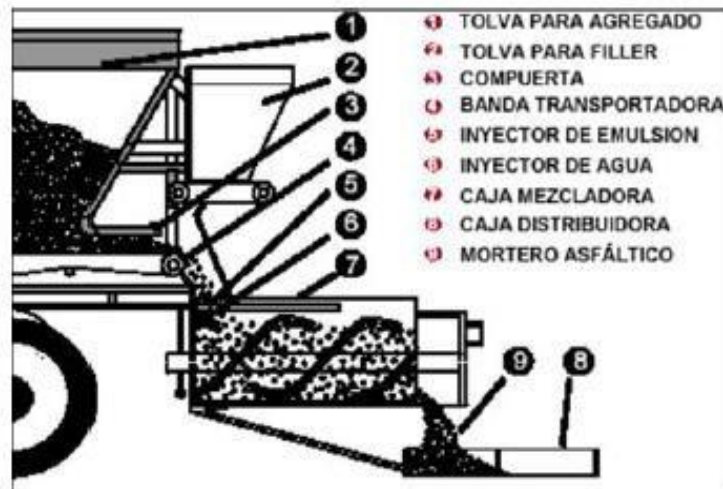


Imagen N° 05: “Diagrama de una típica mezcladora para Lechada Asfáltica” Fuente: Prodac – Perú

2.6.2. Malla de acero (Mesh track)

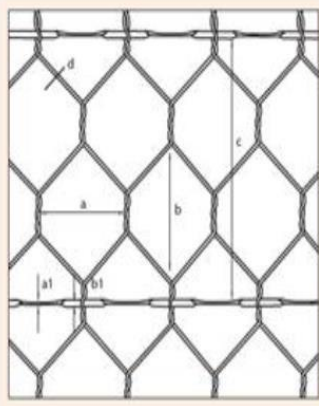
La malla de acero “Mesh Track” es un tejido de malla de alambre hexagonal, esta malla se encuentra reforzada transversalmente a intervalos regulares por plantillas de acero que están entrelazadas en la misma, además el alambre empleado se encuentra recubierto con Bezinal (Bekaert Zinc Aluminum, es una aleación eutéctica de 95% de zinc + 5% de aluminio (+ metal de Misch)), lo cual le garantiza mayor resistencia ante la corrosión.

Esta malla de acero se utilizó como refuerzo para la rehabilitación de pavimentos de la Sociedad Minera Cerro Verde que se encontraba en mal estado, se planteó este sistema con la finalidad de extender su vida útil. (PRODAC, 2013)

2.6.2.1. Medidas y Dimensiones

El tamaño nominal de la red será (80 ± 8) mm x (118 ± 14) mm y la distancia entre las líneas axiales de los alambres transversales de refuerzo es (245 ± 20) mm. El ancho Standard de la malla de refuerzo es 200, 300, 330 y 400 ± 8 cm.

| | Mesh Track Tipo MT1 | Mesh Track Tipo MT2 |
|---|---------------------------|---------------------------|
| Dimensiones del alambre: | | |
| Alambre tejido (d) | 2.45 mm | 2.20 mm |
| Platina torsionada (b x a) | 7 mm x 3 mm | 6.5 mm x 2 mm |
| Abertura de malla: | | |
| Longitud (b) x ancho (a) | 118 mm x 80 mm | 118 mm x 80 mm |
| Espaciamento de la platina torsionada: (c) | | |
| | 245 mm | 245 mm |
| Recubrimiento Bezinal® (Zn-Al): | | |
| Alambre tejido | min. 125 g/m ² | min. 125 g/m ² |
| Platina | min. 80 g/m ² | min. 80 g/m ² |
| Ancho estándar de rollo(*) | 2-3-3.3-4 m | 2-3-3.3-4 m |
| Longitud estándar de rollo: | 50 m | 50 m |
| Peso | 180 kg/m ² | 153 kg/m ² |



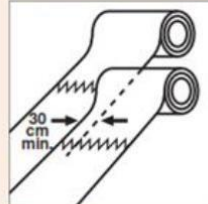
(a) Ancho de malla
(b) Abertura de malla
(c) Espaciamento de la platina torsionada
(d) Alambre tejido
(a1 / b1) Platina torsionada

Imagen N° 06: “Medidas, dimensiones y propiedades físicas Mesh Track”

Fuente: Prodac – Perú

| Propiedades | Mesh Track Tipo MT1 | Mesh Track Tipo MT2 |
|---|--|---|
| Resistencia a la tracción: (2) | | |
| Alambre tejido | min. 1800 N min. 400 N/mm ² | min. 1450 N min. 400 N/mm ² |
| Platina torsionada | min. 12000 N min. 600 N/mm ² | min. 7500 N min. 600 N/mm ² |
| Resistencia a la tracción de la malla: (3) | | |
| Longitudinal | min. 40 kN/m | min. 32 kN/m |
| Transversal | min. 50 kN/m | min. 32 kN/m |
| Resistencia al corte o cizalle: (4) | | |
| Alambre tejido | | |
| Platina torsionada | min. 900 N min. 6000 N | min. 725 N min. 3750 N |
| Resistencia al corte de la malla: (5) | | |
| Longitudinal | min. 22 kN/m | min. 18 kN/m |
| Transversal | min. 36 kN/m | min. 24 kN/m |
| Módulo de Elasticidad: (6) | | |
| | 200 kN/mm ² | 200 kN/mm ² |
| Porcentaje de alargamiento: (7) | | |
| | 0.2% | 0.2% |
| Rigidez Axial EA por mm ancho: (8) | | |
| En dirección longitudinal | min. 23600 N/mm | min. 19000 N/mm |
| En dirección transversal | min. 29300 N/mm | min. 20400 N/mm |

Traslape Longitudinal



Traslape Transversal

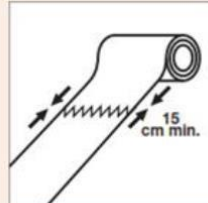


Imagen N° 07: “Propiedades Mecánicas Mesh Track”

Fuente: Prodac – Perú



2.6.2.2. Ventajas:

- Durabilidad a largo plazo (menos reparaciones)
- Económico (ahorro en el espesor del asfalto)
- Anti-deformación.
- Distribución de la carga = Aumento de la capacidad portante.
- Aumento de la tenacidad.
- Uso fácil y económico de colocar la malla, a la vez rápido y eficiente.
- Evita la penetración del agua en la sub-base.
- Permite reducir el espesor de la capa superior en 1 ó 2 cm.
- La capa de asfalto puede ser alisada a 1 cm de la malla.
- Hace que la colocación de la capa de recubrimiento sea muy fácil.
- Reciclables tanto acero como el asfalto

2.6.2.3. Principales Funciones:

- Limita la deformación en un recrido asfáltico a un mínimo estricto.
- Absorbe las tensiones en la parte inferior de la capa de asfalto.
- Encierra los áridos de asfalto en las mallas de la red (compartimentación).
- Asegura una óptima distribución de la carga.
- Otorga una tenacidad extra a toda la estructura.

2.6.2.4. Esfuerzos en Pavimentos:

El desempeño de una mezcla asfáltica ante las deformaciones permanentes depende del tipo de ligante asfáltico empleado, forma y tamaño de las partículas, calidad de los agregados, así como sus porcentajes en la combinación de agregados. Las mezclas asfálticas deben:

Soportar la tensión aplicada en la base de la capa asfáltica “ σ_h ”, según la figura siguiente.

Ser lo suficientemente elásticas para soportar la aplicación de carga repetida sin romperse (fatiga).

Por su parte la sub-rasante, al igual que las capas de base y/o sub-base granular deben resistir esfuerzos de compresión “ σ_v ” a fin de evitar deformaciones permanentes o ahuellamientos. (HOFFMAN, 2010)

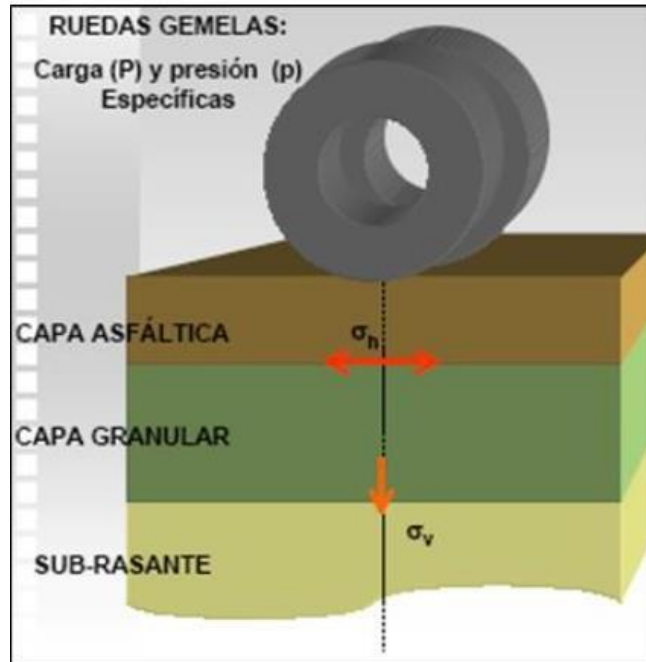


Imagen N° 08: “Esfuerzos de Compresión” Fuente: Manual de Pavimentos, Néstor Huamán G.

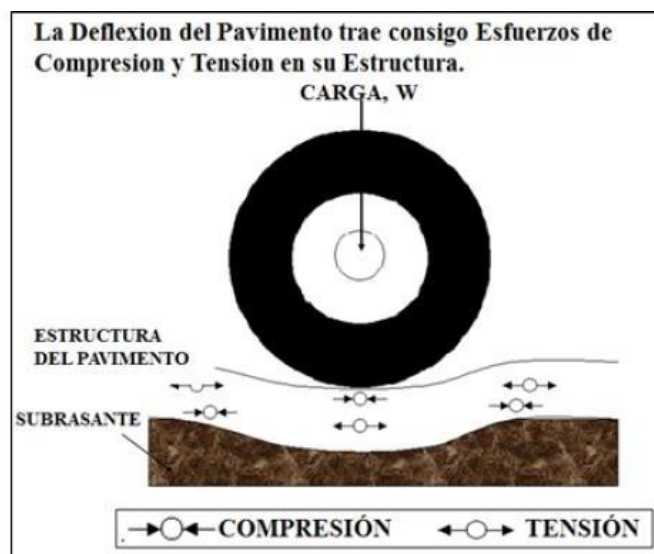




Imagen N° 9: “La Deflexión del Pavimento” Fuente: Manual de Pavimentos, Néstor Huamán G.

Es conveniente resaltar que para “diagnosticar” la condición de un pavimento y en consecuencia definir las acciones que conlleven a su mantenimiento y/o rehabilitación, es necesario realizar un amplio trabajo el cual contempla -además del reconocimiento de las fallas existentes lo cual es objeto del presente capítulo- la recopilación de información relacionada con tránsito (tipo y cantidad) que utiliza la vía, espesores y calidad de las capas que conforman la estructura de pavimento, condición de fricción de la capa de rodamiento, tipo(s) de suelo de fundación o sub-rasante, historial de trabajos de mantenimiento y/o rehabilitación previamente realizados, estructuras de drenaje (tipo, ubicación, condición), aspectos climáticos, topografía, etc. (HUAMAN, 2011)



III. CONCLUSIÓN

- ✓ Se determinó el contenido de las referencias de información de publicaciones de tesis y libros fueron fuente del desarrollo al tema Sistema Bitufor, obteniendo resultados favorables de las definiciones de las bases teóricas.

- ✓ Se logró establecer el Sistema Bitufor como medida sustentable para combatir la aparición de grietas y fisuras, prolongar la vida útil del pavimento en el diseño de la vía de acceso al Centro Turístico Rio Bar en el Distrito de Simbal, Provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, acoplado la malla metálica y la lechada asfáltica al diseño del pavimento flexible.



IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO. (2011). "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE: NORMA AASHTO 93". CALIFORNIA. AASHTO. (2011). "ENSAYO CBR: NORMA AASHTO T 274". CALIFORNIA.

ASTM. (2011). "ENSAYOO PROCTOR: NORMA ASTM D-1557". NEW YORK.

CASTILLO. (1984). Historia del Asfalto. Madrid.

FIORINI. (2007). "APLICACION DE GEOSINTETICOS EN LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS". LIMA.

GADI, A. (2003). "DESARROLLO DE UN MODELO DE RECUBIERTO DE GRIETAS REFLEJADAS CON O SIN ACERO DE REFUERZO". KENTUCKY.

GUZMAN, B. (2016). udep.edu. Obtenido de [http://udep.edu.pe/hoy/2015/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais-/](http://udep.edu.pe/hoy/2015/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/)

HOFFMAN, M. S. (2010). "ESTUDIO DE EVALUACION ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS BASADOS EN LA INTERPRETACION DE CURVAS DE DEFLEXIOENS (ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS)". MADRID.

HUAMAN. (2011). "MANUAL DE PAVIMENTOS". CALI.

INSTITUTO-MEXICANO-DE-TRANSPORTE. (2002). TRANSPORTE. MEXICO.



LOPEZ. (2011). "DESARROLLO DE NUEVAS METODLOGIAS DE INSPECCION DEL SISTEMA DE DIRECCION DE VEHICULOS MEDIANTE PLACA ALINEADORA". MADRID.

MINISTERIO-DE-TRANSPORTES-Y-COMUNICACIONES. (2010). MANUAL DE CAMINOS CAMINOS PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO. LIMA.

MINISTERIO-DE-TRANSPORTES-Y-COMUNICACIONES. (2014). DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS. LIMA.

PRODAC. (2013). SISTEMA BITUFOR. PRODAC.

RENGIFO. (2014). "DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DE LA NUEVA CARRETERA PANAMERICANA NORTE EN EL TRAMO DE HUACHO A PATIVILCA (KM188 A 189)". LIMA.

REYES. (2009). MANUAL BASICO DE EMULSIONES SERIE N"19. MADRID.

RODRIGUEZ. (2004). "EVALUACION Y REHABILITACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES POR EL METODO DEL RECICLAJE". LIMA.

SALVATIERRA. (2016). PROYECTOS DE TRANSPORTE. TRUJILLO.

TABARES. (2005). "DIAGNOSTICO DE VIA EXISTENTE Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VIA NUEVA MEDIANTE PARAMETROS OBTENIDOS DEL ESTUDIO EN FASE I DE LA VIA DE ACCESO AL BARRIO CIUDADELA DEL CAFE-VIA LA BADEA". CALI.

VANEL. (2001). ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES QUE USAN MALLA DE ACERO COMO REFUERZO DE BASES. MADRID.



VANELSTRAETE. (2010). "PRUEBAS DE ADHERENCIA EN MUESTRAS BITUMINOSAS CON MALAS DE ACERO DE REFUERZO". MADRID.

VIDAL. (2002). "OPTIMIZACION DE COSTOS EN CARRETERAS APLICANDO EL SISTEMA DE REFUERZO CON GEOMALLAS". LIMA.

YARANGO. (2014). "REHABILITACION DE LA CARRETERA DE ACCESO A LA SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE EN EL DISTRITO DE UCHUMAYO EN AREQUIPA". AREQUIPA.



I. ANEXOS

ANEXO N° 01: Ficha de registro.

FICHA DE REGISTRO DE DATOS N° 01

REVISIÓN DE LAS PUBLICACIONES REFERIDAS AL TEMA

DENOMINACIÓN DE LA FICHA:

A. - PUBLICACIONES DE TESIS.

- 1.
 - 2.
 - 3.
-

B. - GUIAS.

- 1.
 - 2.
 - 3.
-

C.- NORMAS TÉCNICAS

- 1.
- 2.
- 3.



ANEXO N° 03: Imágenes del Centro Turístico Rio Bar en el Distrito de Simbal.



