

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN EN PLANTA, CONTROL EN LABORATORIO Y CAMPO DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) PARA EL PROYECTO INTEGRACIÓN VIAL TACNA - LA PAZ; TRAMO TACNA – COLLPA; SUB TRAMO III: KM. 146+180 - KM. 187+404”**

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Bach. Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca

**Asesor:**

Mg. Jorge Luis Canta Honores

Lima - Perú

2018

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
APROBACION DE LA TESIS .....	2
DEDICATORIA .....	3
AGRADECIMIENTOS .....	4
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	5
INDICE DE CUADROS .....	9
INDICE DE FIGURAS.....	10
INDICE DE IMÁGENES .....	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT .....	14
INTRODUCCIÓN .....	16
Capítulo 1 .....	18
ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	18
1.1. Descripción de la Realidad Problemática. ....	18
1.2. Formulación del problema. ....	19
1.3. Objetivos de la Investigación. ....	19
1.3.1. Objetivo general. ....	19
1.3.2. Objetivos específicos. ....	20
1.4. Importancia y justificación de la investigación.....	20
1.4.1. Importancia.....	20
1.4.2. Justificación.....	21
1.4.3. Limitaciones. ....	21
1.5. Hipótesis, variables e indicadores. ....	21
1.5.1. Hipótesis.....	21
1.5.1. Hipótesis general.....	21
1.5.2. Hipótesis específicas.....	22
1.5.2. Variables. ....	22
1.5.3. Indicadores. ....	22
1.6. Propuesta técnico-metodológica. ....	24
1.7. Diseño de investigación. ....	24
1.7.1. Sujetos de la Investigación. ....	25
1.7.1.1. Población. ....	25

1.7.1.2. Muestra.....	26
1.7.2. Técnicas, procedimientos e instrumentos. ....	26
1.7.2.1. De recolección de información. ....	26
1.7.2.2. De procesamiento de información. ....	26
1.7.3. Aplicación de métodos para determinar la calidad del producto .....	27
1.7.3.1. Control de calidad en plantas de asfalto. ....	27
1.7.3.2. Control de calidad en laboratorio.....	28
1.7.3.3. Control de calidad en pista. ....	38
Capítulo 2 .....	48
MARCO TEÓRICO.....	48
2.1. Antecedentes. ....	48
2.1.1. Nacionales. ....	48
2.1.2. Internacionales.....	50
2.2. Bases Teóricas.....	53
2.2.1. Redes viales.....	53
2.2.1.1. Carreteras pavimentadas.....	55
2.2.1.2. Carreteras no pavimentadas.....	55
2.2.2. Asfaltos. ....	56
2.2.2.1. Tipos de asfaltos. ....	56
2.2.2.2. Estabilización y pavimentación de suelos con asfaltos.....	58
2.2.2.3. Agregados utilizados en mezclas asfálticas.....	58
2.2.2.4. Asfaltos modificados.....	59
2.2.2.5. Polímero Elastómero “SBS”.....	61
2.2.3. Plantas de producción de asfalto. ....	61
2.2.3.1. Tipos de plantas de asfaltos.....	63
2.2.4. Calidad. ....	64
2.2.4.2. Calidad en la producción.....	67
2.2.4.3. Control de la calidad. ....	67
2.2.5. Control de calidad de la mezcla asfáltica en caliente .....	68
2.2.5.1. Consecuencias de un mal control de calidad.....	68
2.2.5.2. Falla por fatiga en pavimento .....	69
2.2.5.3. Envejecimiento de la mezcla asfáltica .....	71
2.3. Marco Conceptual. ....	73
Capítulo 3 .....	77
ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN VIAL TACNA - LA PAZ .....	77

3.1. Consideraciones preliminares. ....	77
3.2. Descripción general de la zona.....	77
3.2.1. Departamento de Tacna. ....	77
3.2.2. Provincia de Tacna.....	80
3.2.3. Distrito de Palca.....	81
3.3. Red vial de Tacna. ....	83
3.3.1. Carreteras nacionales, regionales y locales. ....	84
3.3.2. Carretera Tacna – La Paz. ....	84
3.4. Sub Tramo III: KM. 146+180 - KM. 187+404.....	87
3.4.1. Avance de obras en el Sub-Tramo III.....	88
3.4.2. Diseño de pavimentos.....	89
3.5 Consideraciones Generales. ....	92
3.6. Producción de asfalto.....	95
3.6.1. Producción de asfalto en la planta Barber Greene.....	95
3.6.2. Producción de asfalto en la planta Terex. ....	96
Capítulo 4.....	97
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	97
4.1. RESULTADO I: Control de calidad de las plantas de asfalto.....	97
4.1.1. Análisis granulométrico en faja.....	97
4.2. RESULTADO II: Control de calidad del producto elaborado en el Laboratorio.....	101
4.2.1. Lavado asfáltico de la mezcla. ....	101
4.2.2. Ensayo Rice.....	102
4.2.3. Ensayo Marshall. ....	103
4.2.4. Ensayo Lottman.....	104
4.2.5. Ensayo de Adherencia.....	105
4.3. RESULTADO III: Control de calidad del producto aplicado sobre la superficie.....	106
4.3.1. Control al momento de aplicar producto.....	106
4.3.2. Control a 24 horas de aplicado el producto.....	108
4.3.2.1. Ensayo de Viga Benkelman en carpeta asfáltica. ....	108
4.3.2.2. Ensayo de Medida de la regularidad superficial de un pavimento mediante la regla de tres metros (Lisura).....	109
4.3.2.3. Ensayo Índice de Rugosidad Internacional (IRI).....	111
4.3.2.4. Ensayo de Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento con el Péndulo.....	112

4.3.2.5. Ensayo Peso específico aparente y peso unitario de mezclas asfálticas compactadas empleando especímenes saturados con superficie seca (Diamantina)	112
CONCLUSIONES	114
RECOMENDACIONES	116
BIBLIOGRAFÍA	117
ANEXOS	121
Anexo 1. Factores de Estabilidad de Correlación A.	121
Anexo 2. Mapa vial del departamento de Tacna.	122
Anexo 3. Detalles sobre el Ensayo Lottman.	123
Anexo 4. Detalles sobre el Ensayo de Adherencia del Bitumen.	125
Anexo 5. Detalles sobre Resultados obtenidos en Ensayo Marshall.	127
Anexo 6. Deflexión máxima y radio de curvatura con Viga Bekelman.	129
Anexo 7. Medida de la regularidad superficial de un pavimento mediante la regla de tres metros.	131
Anexo 8. Determinación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).	137
Anexo 9. Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento con el péndulo del TRRL.	141
Anexo 10. Peso Específico Aparente y Peso Unitario de Mezclas Asfálticas Compactadas empleando especímenes saturados con superficie seca.	142
Anexo 11. Detalles sobre el control de temperaturas de mezcla asfáltica en planta y en pista	145

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Operacionalización de variables. ....	23
Cuadro 2. Situación del Proyecto de Integración Vial Tacna-La Paz, tramo lado peruano, al año 2017. ....	26
Cuadro 3. Requisitos para mezcla de concreto bituminoso. ....	31
Cuadro 4. Requisitos de adherencia. ....	37
Cuadro 5. Distancias para ensayo de Viga Benkelman. ....	40
Cuadro 6. Deflexiones admisibles. ....	41
Cuadro 7. Formato para registro de medidas de la irregularidad superficial de un pavimento. ....	42
Cuadro 8. Ficha para el registro de las mediciones. ....	47
Cuadro 9. Provincias y distritos del departamento de Tacna. ....	78
Cuadro 10. Distritos y provincias del departamento de Tacna que conforman el área de influencia directa del Proyecto Integración Vial Tacna–La Paz (Lado peruano).....	86
<i>Cuadro 11.</i> Requerimientos para los agregados gruesos. ....	90
Cuadro 12. Requerimientos para los agregados finos.....	90
<i>Cuadro 13.</i> Husos granulométricos para la gradación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC).....	91
Cuadro 14. Análisis granulométrico por tamizado MAC-2- control de faja en planta Barber Greene. ....	97
Cuadro 15. Combinación MAC-2.....	98
Cuadro 16. Análisis granulométrico por tamizado MAC-2- control de faja en planta Terex. ....	99
Cuadro 17. Resultados de ensayo de lavado asfáltico (Muestra MAC-2). ....	101
Cuadro 18. Detalles del ensayo de lavado asfáltico (Muestra MAC-2).....	102
Cuadro 19. Resultados del Ensayo RICE (Muestra MAC-2).....	102
Cuadro 20. Resultados del ensayo Marshall (Muestra MAC-2). ....	103
Cuadro 21. Resultados del Ensayo Lottman (Muestra MAC-2). ....	104
Cuadro 22. Resultados del Ensayo de Adherencia. ....	105
Cuadro 23. Control de temperaturas de mezcla asfáltica en pista. ....	106
Cuadro 24. Control de temperaturas de mezcla asfáltica en planta. ....	107
Cuadro 25. Medida de la deflexión y radio de curvatura sector Km.153+620 – Km.153+940.....	108
Cuadro 26. Medida de la lisura en carpeta asfáltica, sector Km.153+620 – Km.153+760. ....	110

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Componentes de la Infraestructura de un camino, carretera o red vial. ....	54
Figura 2. Procedimientos de obtención de la mezcla asfáltica. ....	58
Figura 3. Componentes básicos de una Planta de Asfalto en Caliente. ....	62
Figura 4. Estructura general de una Planta de Asfalto productora de MAC. ....	63
Figura 5. Dimensiones de una planta con producción de hasta 140 t/h. ....	64
Figura 6. Las dimensiones de la calidad del producto. ....	66
Figura 7. Mapa político del departamento de Tacna.....	79
Figura 8. Mapa político de la provincia de Tacna. ....	81
Figura 9. Mapa de ubicación del distrito de Palca en el contexto provincial. ....	82
Figura 10. Ubicación de la carretera Tacna–Collpa– La Paz, dentro de la Red Vial departamental Tacna. ....	85
Figura 11. IMDA total por enlace para el año base, año de apertura y, año de proyección.	87
Figura 12. Estructura básica de los Pavimentos Flexibles (Mezcla Asfáltica). ....	89
Figura 13. Variación de la producción efectiva de la planta de asfalto debido a la humedad. ....	93
Figura 14. Variación de la producción efectiva de la planta de asfalto debido a la altitud. .	94
Figura 15. Variación de la producción efectiva de la planta de asfalto debido a la temperatura. ....	94
Figura 16. Variación de la producción efectiva de la planta de asfalto debido a la graduación. ....	95
Figura 17. Especificación carpeta asfáltica MAC-2 (Planta Barber Greene).....	98
Figura 18. <i>Especificación carpeta asfáltica MAC-2 (Planta Terex).</i> ....	99

## INDICE DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Colocado de la mezcla asfáltica en la centrífuga para la realización del ensayo. ....	29
Imagen 2. El ensayo Marshall es un procedimiento para obtener el contenido de asfalto y diferentes parámetros de calidad de una mezcla bituminosa. ....	30
Imagen 3. El Ensayo Rice es un procedimiento utilizado para la determinación del peso específico efectivo y absorción de asfalto de agregados pétreos para mezclas asfálticas en caliente. ....	32
Imagen 4. El ensayo Lottman consiste en cargar una probeta cilíndrica, igual a la definida para el ensayo Marshall, con una carga de compresión diametral a lo largo de dos generatrices opuestas.....	35
Imagen 5. El ensayo de adherencia permite determinar el grado de cubrimiento de las partículas de agregado en una mezcla bituminosa.....	37
Imagen 6. Control de limpieza y sopleteo mediante un compresor de aire, la cual nos permite una mejor adherencia entre la base granular imprimada, el material ligante y la mezcla asfáltica.....	39
Imagen 7. Ejecución del Ensayo de Viga Benkelman para determinar la deflexión y radio de curvatura. ....	41
Imagen 8. Ensayo de Lisura realizada con la regla de tres metros. ....	42
Imagen 9. Ensayo de Índice de Rugosidad Internacional con la presencia de la Supervisión de obra.....	43
Imagen 10. Extracción de briqueta de la carpeta asfáltica con presencia de la Supervisión. ....	45
Imagen 11. Ensayo de Coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo del TRRL con su respectiva señalización de seguridad. ....	46
Imagen 12. Vista parcial de la planta de asfalto Barber Greene – DM 50.....	96
Imagen 13. Vista parcial de la planta de asfalto TEREX – Magnum 140. ....	96



## RESUMEN

El control de la calidad de las Mezclas Asfálticas Calientes (MAC) es un procedimiento orientado a asegurar que el producto que conformará la carpeta de rodadura (asfalto en caso de pavimentación flexible), cumpla con las especificaciones técnicas que garanticen desde una perspectiva técnica, las prestaciones a las que estará sujeta cuando se entregue la obra y empiece a funcionar la carretera pavimentada.

Para efectos de controlar la calidad de la producción de asfalto para el proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404, en el desarrollo de la tesis consideramos dos variables, Calidad en la producción en planta (Variable Dependiente) y Control en laboratorio y campo de la mezcla asfáltica en caliente para el proyecto integración vial Tacna – La Paz; tramo Tacna – Collpa: Sub Tramo III: KM 146+180 – km 187+404 (Variable Independiente).

Para el caso de la variable dependiente, en el estudio se determinó y analizó la producción de asfalto en los dos tipos de plantas, plantas Terex y Barber Greene, que producen Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC) para la pavimentación del tramo Tacna–Collpa de la carretera Tacna-La Paz.

Por otro lado, para el caso de la variable independiente, en el estudio se realizó el control tanto de la del asfalto producido como del asfalto aplicado. Para el control de la calidad de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) producido se realizaron los siguientes procedimientos: análisis granulométrico en faja, lavado asfáltico de la mezcla, ensayo Marshall, ensayo Rice, ensayo Lottman y ensayo de adherencia. Por su parte, para el control de la calidad del producto aplicado, este se realizó en dos momentos, un primer momento referido al control al momento de aplicar producto, en el cual principalmente se controló las temperaturas de salida de planta de la mezcla asfáltica; y, otro momento referido al control realizado 24 horas después de aplicado el producto, para lo cual se realizaron las siguientes pruebas: prueba mediante viga Benkelman en carpeta asfáltica, prueba de lisura en carpeta asfáltica y el ensayo para determinar el Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

La hipótesis de investigación formulada se enuncia como: El adecuado control en laboratorio y campo del MAC aumenta la calidad en la producción de asfalto en planta para el Proyecto

de Integración Vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404.

La población estuvo conformada por los tramos lado peruano y boliviano del proyecto de integración vial Tacna-La Paz. De dichos tramos, se determinó como muestra no probabilística e intencionada el sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404, tramo Tacna–Collpa (lado peruano) del proyecto de integración vial Tacna-La Paz.

Metodológicamente, la presente investigación por el método es deductivo, por el tipo es explicativa y de nivel descriptivo, por el diseño es experimental; prospectivo; longitudinal.

Para efectos de procesamiento, análisis e interpretación de resultados se tuvo en cuenta las consideraciones presentadas por Torres (2005) quien al respecto señala que dichos procesos se deben realizar teniendo en cuenta el problema objeto de estudio, el marco teórico referencial, los objetivos formulados, y teniendo en cuenta las variables e indicadores resultantes del proceso de operacionalización de las hipótesis.

Finalmente, los resultados de la investigación dan cuenta que las plantas de asfalto de la empresa ICCGSA asignadas al proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404, se ajustan a los requerimientos de las especificaciones técnicas y cumplen las normativas de ensayos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. De los ensayos del producto se determinó que ambas plantas vienen operando en condiciones aceptables, por ejemplo, el ensayo de lavado asfáltico de la mezcla para cada una de las muestras MAC-2 a 170°C y 168°C para las plantas Barber Greene y Terex, respectivamente, se obtuvo el 6,64% de porcentaje de asfalto presente en el pavimento para el primero y 6,70% para el segundo. Asimismo, con respecto a controlar los parámetros de diseño de la mezcla asfáltica aplicada sobre la superficie, se obtuvo que a 24 horas de haberse aplicado la mezcla bituminosa, la mezcla aplicada cumplía con las especificaciones técnicas; por ejemplo, para el caso de la lisura, de los ensayos realizados se logró determinar que tanto la lisura mínima, como la máxima son iguales y menores a 5 mm, luego, el pavimento cumple con los requerimientos y no tiene irregularidades en su superficie.

*Palabras claves:* Control de calidad, Mezclas Asfálticas Calientes (MAC), Proyecto de Integración Vial Tacna-La Paz.

## ABSTRACT

The quality control of Hot Asphalt Mixtures (MAC) is a procedure aimed at ensuring that the product that will form the roadway (asphalt in case of flexible paving), complies with the technical specifications that guarantee from a technical perspective, the benefits to which it will be subject when the work is delivered and the paved road begins to operate. For effects of controlling the quality of asphalt production for the Tacna-La Paz road integration project; Tacna-Collpa stretch; sub section III: Km. 146 + 180 - km. 187 + 404, in the development of the thesis we considered two variables, Quality in the production of asphalt (Dependent Variable) and Control in the laboratory and field of hot asphalt mixing for the Tacna - La Paz road integration project; section Tacna - Collpa: Sub Section III: KM 146 + 180 - km 187 + 404 (Independent Variable).

For the case of the dependent variable, the study determined and analyzed the production of asphalt in the two types of plants, Terex and Barber Greene plants, which produce Hot Asphalt Mix (MAC) for the paving of the Tacna-Collpa stretch of the Tacna-La Paz highway. On the other hand, for the case of the independent variable, the control was carried out on both the asphalt produced and the applied asphalt. To control the quality of the asphalt produced, the following procedures were carried out: strip granulometric analysis, asphalt washing of the mixture, Marshall test, Rice test, Lottman test and adhesion test. On the other hand, for the control of the quality of the applied product, this was carried out in two moments, a first moment referred to the control at the moment of applying the product, in which the exit temperatures of the asphalt mixture were mainly controlled; and, another moment referred to the control carried out 24 hours after the product was applied, for which the following tests were carried out: Benkelman beam test in asphaltic folder, asphalt folder smoothness test and the test to determine the International Roughness Index (IRI).

The formulated research hypothesis is stated as: The adequate control in the laboratory and field of the MAC increases the quality in the production of asphalt in the plant for the Tacna-La Paz Road Integration Project; Tacna-Collpa stretch; sub section III: Km. 146 + 180 - km. 187 + 404

The population was conformed by the Peruvian and Bolivian side sections of the Tacna-La Paz road integration project. From these sections, the sub-section III was determined as a non-probabilistic and intentional sample: Km. 146 + 180 - km. 187 + 404, Tacna-Collpa section (Peruvian side) of the Tacna-La Paz road integration project.

Methodologically, the present investigation by the method is deductive, by the type it is explanatory and of descriptive level, by the design it is experimental; prospective; longitudinal.

For the purposes of processing, analysis and interpretation of results, the considerations presented by Torres (2005) were taken into account. In this regard, he points out that these processes must be carried out taking into account the problem under study, the theoretical frame of reference, the objectives formulated, and taking into account the variables and indicators resulting from the process of operationalizing the hypotheses.

Finally, the results of the investigation show that the asphalt plants of the ICCGSA company assigned to the Tacna-La Paz road integration project; Tacna-Collpa stretch; sub section III: Km. 146 + 180 - km. 187 + 404, conform to the requirements of the technical specifications and comply with the regulations of the Ministry of Transport and Communications. From the product tests, it was determined that both plants are operating under acceptable conditions, for example, the asphalt washing test of the mixture for each of the MAC-2 samples at 170°C and 168°C for the Barber Greene and Terex plants, respectively. The 6.64% percentage of asphalt present in the pavement was obtained for the first and 6.70% for the second. Likewise, with respect to controlling the design parameters of the asphaltic mixture applied to the surface, it was obtained that 24 hours after applying the bituminous mixture, the mixture applied complied with the technical specifications; For example, in the case of smoothness, from the tests carried out it was possible to determine that both the minimum and maximum smoothness are equal to and less than 5 mm, then the pavement meets the requirements and has no irregularities in its surface.

*Keywords:* Quality Control, Hot Asphalt Mixtures (MAC), Tacna-La Paz Road Integration Project.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.**

## BIBLIOGRAFÍA

- Alianza para el Progreso . (2010). *Plan de Gobierno para el Distrito de Palca: Plan de gobierno municipal periodo 2011-2014*. Palca, Tacna: Partido Político Alianza para el Progreso.
- Amado Marín, J. F. (2015). *Análisis del sistema de reparación de pavimentos flexibles por inyección neumática de mezclas asfálticas en frío, tecnología VELOCITY PATCHING*. Tesis de Grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/3216>
- Armendariz López, P. O. (1989). *Emulsiones asfálticas sus usos y aplicaciones*. Tesis de Grado, Universidad de Sonora. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional Autónoma de México: <http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=2399>
- Barraza Eléspuru, G. (2004). *Resistencia al deslizamiento en pavimentos flexibles: propuesta de norma peruana*. Tesis de Grado, Universidad peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Besterfeld, D. H. (2009). *Control de calidad* (8 ed.). (V. González y Pozo, Trad.) México: Pearson Educación.
- Camisón, C., Cruz, S., & González, T. (2006). *Gestión de la Calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid: Pearson Educación, S. A.
- Carrasco Flores, D. O. (2004). *Estudio comparativo entre mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas con emulsiones tibias*. Tesis de Grado, Universidad de Piura, Piura. Obtenido de Repositorio Institucional PIRHUA.
- Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2000). *Administración de las operaciones*. Buenos Aires: Nueva Librería.
- CIBER. (2015 ). *Planta de Asfalto Contraflujo: Serie Inova-1200 P1*. Porto Alegre, Brasil: Ciber Equipamentos Rodoviários Ltda.
- Consorcio CAEM-CES (Consultor). (2012). *Estudio a nivel de factibilidad del Proyecto de Integración Vial Tacna – La Paz*. Lima: CAEM-CES.
- Cortéz García, J. M., Guzmán Henríquez, H. W., & Reyes Rodríguez, A. D. (2007). *Guía básica de diseño, control de producción y colocación de mezclas asfálticas en caliente*. San Salvador: Universidad de El Salvador.
- Cussy, F. (2012). *Las redes viales en el Perú*. Obtenido de Temas Importantes: <http://laculturainca-cusi.blogspot.com/2012/11/las-redes-viales-en-el-peru.html>
- Deming. (1989).
- Erazo Carrion, D. M. (2009). *Evaluación y mejoramiento del proceso de producción y colocación de mezcla asfáltica que produce la planta de asfalto del ilustre municipio de Loja*. Tesis de Grado, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Técnica Particular de Loja: <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/1483>
- Flores González, L. (2012). *Evaluación estructural de pavimentos flexibles de carreteras de bajo volumen de tránsito*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Galeano, M. E. (2004). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Bogotá: Universidad EAFIT.

- Garnica Anguas, P., Pérez Salazar, A., Gómez López, J. A., & Obil Veiza, E. Y. (2002). *Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres. Publicación Técnica No. 201*. Querétaro: Instituto Mexicano del Transporte.
- Gobierno Regional de Tacna. (2016). *Plan de Desarrollo Regional Concertado Tacna hacia el 2021*. Tacna: Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial.
- Huertas M., L. A. (1999). *Cómo alcanzar las expectativas de producción y rendimiento en plantas asfálticas en caliente*. Memoria del Primer Congreso Nacional del Asfalto, Asociación Mexicana del Asfalto, México. Obtenido de <http://www.amaac.org.mx/eventos/1-congreso-mexicano-del-asfalto---ponencias>
- Ibañez Aguilera, H. E. (2003). Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:MGxr4IUuFoUJ:cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/bmfci.12u/doc/bmfci.12u.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>
- Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana – IIRSA. (2017). *Ficha de Proyecto Integración Vial Tacna - La Paz, tramo Tacna - Collpa*. Obtenido de [http://www.iirsa.org/proyectos/detalle\\_proyecto.aspx?h=1349](http://www.iirsa.org/proyectos/detalle_proyecto.aspx?h=1349)
- Instituto Mexicano del Transporte. (2017). *Normativa para la Infraestructura de Transportes, NIT-SCT: Carreteras*. México: Secretaria de Comunicaciones y Transportes.
- Lopera Palacio, C. H. (2011). *Diseño y producción de mezclas asfálticas tibias, a partir de la mezcla de asfalto y aceite crudo de palma*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/5438/1/15507009.2011.pdf>
- Méndez Olvera, S. (2013). *Control de calidad de las mezclas asfálticas calientes y templadas*. Tesis de Grado, Instituto Politécnico Nacional, México. Obtenido de <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/14972>
- Mendoza, A. L. (9 de Mayo de 2012). *Investigaciones de Todo*. Obtenido de <https://investigacionestodo.wordpress.com/2012/05/19/clases-y-tipos-de-investigacion-cientifica/>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*. Lima: Dirección General de Inversión Pública – MEF.
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Paraguay. (2011). *Manual de carreteras de Paraguay: Normas para Materiales y Ensayos de Materiales* (Vols. I, Tomo 6). Asunción: Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones - MOPC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles - MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles – MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima : Dirección General de Caminos y Ferrocarriles – MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2017a). *Mapas viales*. Obtenido de [https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/mapas\\_viales.html](https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/mapas_viales.html)

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2017b ). *Obras MTC 2011 al 2016 en cada región*. Obtenido de Tacna: Camino al desarrollo : [http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/obras\\_mapas.html](http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/obras_mapas.html)
- Morales Benedetto, V. (2012). *Control de calidad de los materiales en obras del Tramo I de Autopista La Verota-Kempis*. Tesis de Grado, Universidad Simón Bolívar. Obtenido de <http://159.90.80.55/tesis/000153810.pdf>
- Municipalidad Provincial de Tacna. (2016 ). *Plan de Desarrollo Local Concertado de la Provincia de Tacna al 2021*. Tacna: Gerencia de Planeamiento, Presupuesto y Cooperación Técnica - MPT.
- Nikaido F., M. N. (2003). *Estudio y análisis de mezclas asfálticas en caliente (MAC) en el Tramo Vial I: Yura–Patahuasi /Arequipa, con agregados volcánicos*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Pacco Apaza, N. R. (2015). *Plan de calidad en la producción de mezcla asfáltica en caliente, en la planta de asfalto de la ciudad de Juliaca*. Tesis de Grado , Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Padilla Rodríguez, A. (2004). *Análisis de la resistencia a las deformaciones plásticas de mezclas bituminosas densas de la normativa mexicana mediante el ensayo de pista*. Tesis de Grado, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3334>
- Pérez Porto, J., & Merino, M. (2008). *Definición*. Obtenido de Definición de método deductivo: <https://definicion.de/metodo-deductivo/>
- Pilco Flores, C. (2013). *Plan Basadre: Plan de desarrollo regional concertado 2013-2023*. Tacna: Gobierno Regional de Tacna.
- Provías Nacional. (2016). *Proyectos de Inversión de Solución Definitiva*. Obtenido de Ayuda Memoria por departamento - Tacna: <http://www.proviasnac.gob.pe/>
- Sánchez Ramírez, J. C. (04 de 2017). *Evaluación del estado del pavimento de la Av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI*. Tesis de Grado , Universidad de Piura, Piura. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/2919>
- Sánchez Sabogal, F. (2009 ). *Curso básico de diseño de pavimentos*. Obtenido de Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito: [http://copernico.escuelaing.edu.co/vias/pagina\\_via/modulos/](http://copernico.escuelaing.edu.co/vias/pagina_via/modulos/)
- Serigos, P. A. (2009). *Rigidez a baja deformación de mezclas de suelo de la formación pampeano y cemento portland*. Tesis de Grado, Universidad de Buenos Aires. Obtenido de [http://materias.fi.uba.ar/6408/Tesis\\_SERIGOS.pdf](http://materias.fi.uba.ar/6408/Tesis_SERIGOS.pdf)
- TEREX. (2009). *Magnum 140: Planta de asfalto*. Cachoeirinha, Brasil: Terex Roadbuilding Latin America.
- TEREX. (2011). *Manual Genérico para todos los Modelos de Plantas de Asfalto de Terex Roadbuilding LA*. Cachoeirinha , Brasil: Terex Roadbuilding Latin America.
- The Asphalt Institute. (1969). *Manual del asfalto*. (M. Velázquez, Trad.) Bilbao: Ediciones URMO S.A.
- Urrego Aguilera, E. C., & Ruiz Ramírez, C. C. (2016). *Determinación de la adherencia en mezclas asfálticas elaboradas con asfaltos convencionales y materiales de peña y río*. Tesis de Grado, Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <http://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15108>
- Valeriano Turpo, W., & Catacora Mendoza, A. (2017). *Comportamiento del diseño de mezcla asfáltica tibia, con adición de zeolita para la pavimentación de la ciudad de Juliaca*. Tesis de Grado , Universidad Nacional del Altiplano, Puno.



- Vega Arteaga, L. A. (30 de 6 de 2006). *Metodología de los Trabajos en la Modernización de la Carretera que Comunica a San Felipe del Progreso con San José del Rincón tramo Dios Padre-Pueblo Nuevo*. Tesis de Grado, Universidad de las Américas, Puebla. Obtenido de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/vega\\_a\\_la/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/vega_a_la/)
- Vidal Asencios, D. (2016). *Medición y comparación de la rugosidad en pavimentos de la ciudad de Huánuco: mediante Smartphone y un método tradicional*. Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Villa Chaman, V. M. (2007). *Reciclado in situ en frío de pavimentos empleando emulsiones asfálticas – aplicación: Colegio FAP Manuel Polo Jiménez, Urb. San Gabino – Santiago de Surco*. Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Zambrano Rojas, K. L. (2017). *Comparación de los ensayos de diamantina y esclerometría de la pavimentación de los jirones Japón, Portugal y Brasil - Cajamarca*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Zúñiga C., R. (2015). *Mezcla Asfáltica en caliente*. Santiago: Laboratorio Nacional de Vialidad.