



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**ANÁLISIS DE DETERIOROS SUPERFICIALES  
EN PAVIMENTOS FLEXIBLES POR EL  
METODO DEL PCI  
EN EL CENTRO URBANO DE ICA**

**PRESENTADO POR:**

**BACHILLER: LOAYZA FLORES LUIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**ICA - PERÚ**

**2018**

### **DEDICATORIA:**

A Dios, por su amor que no tiene límites, que me permite sentirme feliz día a día de mis logros, cuando caigo aprendo de mis errores para ser mejor día a día, pues me di cuenta que lo pones para que sea mejor. Por mantener siempre cerca y con salud a mis seres queridos.

### **AGRADECIMIENTO:**

Agradezco a mi madre por ser la mayor bendición y que gracias a ella no ceso de gritar con este trabajo que mi meta esta lograda.

A mi padre por ser la persona que me forjó en este ámbito profesional y a mi familia por ser mi gran apoyo en todo momento.

**RECONOCIMIENTO:**

A mí siempre grande **UNIVERSIDAD “ALAS PERUANAS”**, por darme la oportunidad de crecer, mejorar siempre mis capacidades, ser competente y optar el grado profesional.

## ÍNDICE

CARATULA .....	i
DEDICATORIA:.....	ii
AGRADECIMIENTO:.....	iii
RECONOCIMIENTO: .....	iv
ÍNDICE .....	v
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	x
INTRODUCCIÓN .....	xii
CAPÍTULO I .....	1
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:.....	1
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA:.....	2
1.2.1. PROBLEMA GENERAL:.....	2
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS: .....	2
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN: .....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL:.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO:.....	3
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN: .....	5
CAPITULO II .....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO:.....	6
2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES:.....	6
2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES:.....	7
2.2. BASES TEÓRICAS:.....	10
2.2.1. DEFINICIÓN DE ASFALTO:.....	10

2.2.2. TIPOS DE PAVIMENTOS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.2.3. FALLAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES .....	12
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS: .....	25
2.4. HIPÓTESIS Y VARIABLES: .....	27
2.5. VARIABLES:.....	28
2.5.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE VARIABLES:.....	28
2.5.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES: .....	28
2.5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	29
CAPÍTULO III .....	31
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	31
3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN: .....	31
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN: .....	31
3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN: .....	31
3.2. MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:.....	31
3.2.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:.....	31
3.2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:.....	31
3.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN: .....	32
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	32
3.4.1. POBLACIÓN:.....	32
3.4.2. MUESTRA:.....	32
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS: .....	32
3.5.1. TÉCNICAS .....	32
3.5.2. INSTRUMENTOS:.....	33
3.6. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO:.....	33
3.6.1. VALIDEZ.....	33
3.6.2. CONFIABILIDAD: .....	34
3.7. PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS: .....	34
3.7.1. CLASIFICACIÓN DE DATOS.....	34

3.7.2. CODIFICACIÓN DE DATOS .....	34
3.7.3. TABULACIÓN DE DATOS .....	34
3.7.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS .....	35
CAPÍTULO IV.....	36
PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	36
4.1. PCI.....	36
4.2. ANÁLISIS DE TABLAS Y GRÁFICOS.....	47
4.3. CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS .....	59
4.3.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	60
4.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	62
CONCLUSIONES.....	68
RECOMENDACIONES .....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70
ANEXOS .....	71
ANEXO N°01 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	71
ANEXO N° 02: INSTRUMENTO.....	72
ANEXO N° 03: FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR UN EXPERTO	73
ANEXO N° 04: PANEL FOTOGRAFICO.....	74

## RESUMEN

El gran crecimiento de la población hace latente y siempre presente la necesidad de comunicación, la dinámica económica primordial para su propio desarrollo y mejoramiento del ornato, llevándose a cabo mediante las infraestructuras viales, las relaciones sociales, culturales, etc.

Cientos de millones de soles distribuidos del capital de fondos particulares, estatales, ministerios, gobiernos regionales, privados, además de horas – hombre, maquinarias y equipos se presupuesta y gastando en cada año en el mantenimiento, restauración y rehabilitación de vías así como en la construcción, ampliación y mejoramiento de nuevas carreteras. Esta dinámica también se centra en el casco urbano de una localidad, ciudad, capital, etc.; ya que las vías juegan un papel importante en el desarrollo de estas y por lo tanto las condiciones inestables de los pavimentos perjudican ese desarrollo y pone en peligro la seguridad y libre albedrío de los transeúntes.

Los pavimentos son diseñados para soportar los esfuerzos transmitidos desde la superficie de rodadura hasta sus capas inferiores de base, sub rasante, adecuadamente, asimismo los diferentes cambios climatológicos, calor, frío, las condiciones de drenaje cuando existan lluvias y fenómenos naturales como sismos, huaycos, deslizamientos, etc. El crecimiento poblacional que se viene dando estos últimos años hace que también se generen nuevos centros urbanos en la ciudad que por defecto crece alrededor del centro y casco urbano de principales calles y avenidas de la ciudad de Ica.

Las vías urbanas deben comportarse estructuralmente de acuerdo al diseño planteado y proyectado por lo que siempre, el tiempo de vida útil tiene que ir acompañado de mantenimientos rutinarios, la presente investigación tiene como objeto analizar el índice de condición de deterioro de los pavimentos en el centro de Ica siendo este, el principal eje económico distrital.

En la ciudad de Ica predomina los pavimentos flexibles construidos tanto en caliente como en frío, que con el avance del tiempo ha tenido diversos factores que afectaron su comportamiento reduciendo o superado el tiempo de vida útil.

Las principales causas tienen distinto origen y naturaleza; entre las que cabe destacar:

- Incremento de las cargas debido al excesivo crecimiento del parque automotor.
- Pavimentos que no cumplen las normas tanto en materiales como etapas constructivas a raíz de pésimos ensayos y análisis granulométricos de control de calidad.
- Presencia de fenómenos climáticos en los últimos años de lluvias e inundaciones, fenómenos naturales como temblores, terremotos entre otros.
- No existe mantenimiento rutinario según lo previsto en estudios de pre inversión.
- Entre otros

En la elaboración de este trabajo de investigación, fue necesario realizar un monitoreo de todas las vías del centro de la ciudad de Ica, un análisis del tiempo de construcción, análisis de los problemas en la carpeta de asfáltica de rodadura, en ahuecamientos de capas del pavimento tanto base y sub base.

Con este análisis se deberá determinar los problemas en el pavimento, daños existentes, causas que lo originaron y posibles alternativas de solución.

### **PALABRAS CLAVES**

Pavimentos flexibles, pavimentos rígidos, sub rasante, base, sub base, capa de rodadura, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo.

## ABSTRACT

The great growth of the population makes latent and always present the need of communication, the primordial economic dynamics for its own development and improvement of the ornament, being carried out by means of the road infrastructures, the social, cultural relations, etc.

Hundreds of millions of soles distributed from the capital of private funds, state, ministries, regional governments, private, in addition to man-hours, machinery and equipment is budgeted and spent each year in the maintenance, restoration and rehabilitation of roads as well as in the construction, expansion and improvement of new roads. This dynamic also focuses on the urban centre of a locality, city, capital, etc.; as roads play an important role in the development of these and therefore the unstable conditions of the pavements harm that development and endanger the safety and free will of passers-by.

The pavements are designed to support the efforts transmitted from the rolling surface to its lower base layers, subgrade, adequately, as well as the different climatic changes, heat, cold, drainage conditions when there are rains and natural phenomena such as earthquakes, huaycos, landslides, etc. . The population growth that has been occurring in recent years has also generated new urban centers in the city that by default grows around the center and urban center of main streets and avenues of the city of Ica.

Urban roads must behave structurally according to the design proposed and projected so that always, the useful life has to be accompanied by routine maintenance, this research aims to analyze the index of condition of deterioration of pavements in the center of Ica being this, the main economic axis district.

The city of Ica is dominated by flexible pavements built both hot and cold, which over time has had various factors that affected its performance reducing or exceeding the useful life time.

The main causes have different origins and natures, among which it is worth highlighting:

- Increased loads due to excessive fleet growth

- Pavements that do not meet the standards both in materials and construction stages as a result of terrible tests and granulometric analysis of quality control.
- Presence of climatic phenomena in the last years of rains and floods, natural phenomena such as earthquakes, among others.
- There is no routine maintenance as foreseen in pre-investment studies.
- Among others

In the elaboration of this research work, it was necessary to carry out a monitoring of all the roads of the center of the city of Ica, an analysis of the construction time, analysis of the problems in the folder of rolling asphalt, in hollows of layers of the pavement both base and sub base.

This analysis should determine the problems in the pavement, existing damage, causes that originated it and possible alternative solutions.

### **KEYWORDS**

Flexible pavements, rigid pavements, subgrade, base, subbase, wearing course, preventive maintenance, corrective maintenance.

## INTRODUCCIÓN

El presente la investigación denominado **ANÁLISIS DE DETERIOROS SUPERFICIALES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES POR EL METODO DEL PCI EN EL CENTRO URBANO DE ICA**, surge debido a que los pavimentos flexibles en el casco urbano de Ica tienen un problema debido a las distintas fallas o averías presentadas después de su proceso construcción; o sea el tiempo vida útil del proyecto.

Al realizar la investigación se han detectado fallas que deben ser subsanados realizando un mantenimiento de los mismos, esto surge por una necesidad de la población, algunas autoridades y/o responsables técnicos creen que construyendo un pavimento solucionan el problema de transitabilidad, sin embargo no se expone el mantenimiento del mismo la frecuencia vehicular, el crecimiento poblacional, y se espera a que el pavimento está deteriorado por ello no pueden hacer ningún mantenimiento para proceder a realizar la demolición y la posterior construcción, lo que genera gastos que a la larga perjudica al poblador.

La razón esencial del análisis superficial de pavimentos flexibles es reducir en lo posible el número de fallas que pueden existir en los pavimentos del casco urbano de Ica que están a simple vista que se detectan cuando uno está conduciendo un vehículo a una moderada velocidad.

La investigación tiene como finalidad detectar las fallas y proporcionar las posibles soluciones para que el pavimento cumpla su vida útil de servicio, y de esta forma mejorar la transitabilidad, el nivel de servicio, seguridad y la comodidad a los usuarios de la ciudad de Ica

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

El estado actual de los pavimentos flexibles en el casco urbano de Ica, cuenta con una de las primordiales problemáticas que se da en la mayoría de vías urbanas de la ciudad son estas que tiene distintas fallas o averías presentadas después de su proceso construcción; o sea el tiempo vida útil del proyecto.

Para que el pavimento sea una vía óptimamente sin daños superficiales, se debe realizar los mantenimientos necesarios, tanto preventivamente como correctivamente estos mantenimientos deben ser periódicos, se efectuará con la finalidad de optimizar el tiempo para el que fue diseñado y de esta manera contrarrestar posibles anomalías en el lapso tiempo de la vida útil, un optimo mantenimiento vial disminuye de gran medida la aparición de problemas en el tiempo de servicio diseñado la vía

En la actualidad las múltiples variedades de fallas superficiales que presentan los pavimentos, hace que sea necesario sistematización de su estudio y este debe ir de la mano de la necesidad de establecer sistemas adecuados de rehabilitación y conservación.

La gran variedad de fallas superficiales en el pavimento, permite un estudio a profundidad del proyecto, es por ello que la búsqueda de nuevas soluciones es primordial para el tratamiento de fallas del pavimento. El mantenimiento de las vías, busca la conservación eficaz de los pavimentos considerando que con un oportuno y óptimo mantenimiento vial, el pavimento debe ser capaz de soportar el elevado índice de tráfico y otros factores sin que se propicien fallas en la superficie.

No es suficiente la gestión de mantenimiento vial en la región Ica para evitar las distintas fallas superficiales que puedan presentarse debido a distintos factores.

Por otra parte, el nivel de servicio de las vías en la región Ica viene incrementándose considerablemente, el tránsito provoca entonces asentamientos más o menos considerables, causando imperfecciones y aberturas que producen que la estructura se desgaste antes de lo pronosticado; por el motivo descrito las reparaciones no son suficientes para que el pavimento cumpla y logre cumplir su

vida útil de servicio. Es necesario estudiar los elementos que alteran al desgaste de la superfi de los pavimentos flexibles pretendiendo la busca queda de alguna posibles alternativas de solución a los problemas presentados.

## **1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA:**

La razón esencial del estudio superficial de pavimentos flexibles es reducir en lo posible el número de fallas que pueden existir en los pavimentos del casco urbano de Ica que están a simple vista que se detectan cuando uno está conduciendo un vehículo a una moderada velocidad. Es necesario el plano de los pavimentos en su estado actual esto se desprendería de un trabajo de campo vía por vía para poder determinar las acciones a realizar.

La investigación se realizó con la finalidad de detectar las fallas y proporcionar las posibles soluciones para que el pavimento cumpla su vida útil de servicio, y de esta forma mejorar la transitabilidad, el nivel de servicio, seguridad y la comodidad a los usuarios de la ciudad de Ica

El análisis en este caso realizado superficialmente en los pavimentos flexibles se considera de gran ayuda, los cuales deberían tenerse en cuenta en la ejecución de las obras de infraestructura vial, ya que constituye una parte esencial para adecuada preservación de los pavimentos.

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL:**

- ¿El asfalto en caliente es óptimo con relación al asfalto en frío preparado in situ, por sus mejores condiciones de calidad, tiempos de fabricación y costos, en los pavimentos en la zona urbana de la ciudad de Ica?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS:**

- ¿Las características físicas y químicas de los agregados intervienen en la resistencia de los pavimentos de la ciudad de Ica?
- ¿El asfalto en frío in situ tiene mayor duración en la preparación que el asfalto en caliente hecho en la planta de la ciudad de Ica?
- ¿El asfalto en frío in situ tiene mayor duración durante el traslado que el asfalto en caliente trasladado de la planta en la ciudad de Ica?

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL:**

- Analizar el pavimento flexible circundante al centro urbano de la ciudad verificar las fallas superficiales presentadas, en las vías del centro urbano de Ica.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Analizar los pavimentos del casco urbano y determinar los niveles de fallas del pavimento desde el más simple al más complejo
- Recomendar los mantenimientos que debería tener así como las reparaciones de los pavimentos
- Analizar la sostenibilidad de los pavimentos para que puedan cumplir su ciclo de vida y que no sea muy antieconómica la reconstrucción.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO:**

El presente estudio del análisis de los pavimentos flexibles, la cual se encuentra ubicada en el centro de la ciudad, es la interpretación de fallas que se tiene el mantenimiento de los mismos esto surge por una necesidad de la población, algunas autoridades y/o responsables técnicos creen que construyendo un pavimento solucionan el problema de transitabilidad, pero no se expone el mantenimiento del mismo la frecuencia vehicular, el crecimiento poblacional, y se espera a que el pavimento está deteriorado no pudiendo hacer ningún mantenimiento para proceder a realizar la demolición y la posterior construcción, lo que genera gastos que a la larga perjudica al poblador, pudiendo en su tiempo haber recibido un mantenimiento.



**FIGURA N°01: CIUDAD DE ICA**



**FIGURA N°02: LIMITES DEL ESTUDIO**



**FIGURA N°03: ÁREA DEL ESTUDIO**

#### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN:**

La investigación para poder determinar realmente los tipos de fallas limitamos nuestra investigación al sector de estudio, con la finalidad de que sea más dinámico y demostrativo, así mismo la presente investigación llega al nivel de recomendaciones y/o sugerencias sin el ánimo de generar una polémica con la oficina de infraestructura vial de Ica.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO:**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES:**

**MEDINA PALACIOS, ARMANDO y DE LA CRUZ PUMA, MARCOS (2015) en su Tesis denominada “EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JR. JOSÉ GÁLVEZ DEL DISTRITO DE LINCE”**

En la tesis se indica que los pavimentos que el ciclo de vida útil se debe a los siguientes situaciones: el diseño, volumen de tránsito y cargas. Un óptimo diseño permite el buen funcionamiento del pavimento durante el periodo de vida útil que ha sido predeterminado. Pero es el caso, existe un conjunto de factores por las cuales no se llega a culminar con el período diseñado, debido a: la deficiencia en la construcción, defectuoso diseño, exceso en el volumen de tránsito, inadecuado funcionamiento del drenaje, escaso mantenimiento del pavimento, etc.

Estos factores producen que el pavimento fracase, ocurran distintas anomalías lo que empeora el estado de la vía. Por lo que es imprescindible la aplicación de técnicas de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos; decidiendo adecuadamente la aplicación de estos trabajos conociéndose la situación del pavimento y estar al tanto de las causas que lo producen, en donde se emplearían distintos métodos.

### **2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES:**

**RICO R. A., TÉLLEZ G. R., GARNICA A. P., "PAVIMENTOS FLEXIBLES. PROBLEMÁTICA, METODOLOGÍAS DE DISEÑO Y TENDENCIAS", (MEXICO-1998)**

En la tesis se establece la problemática general del comportamiento del pavimento flexible, dentro del comportamiento y de la práctica mexicana. Ahí se discute el papel que juegan el comportamiento mecánico de los materiales pétreos usados en la elaboración del asfalto, se debe tener en cuenta el efecto del tránsito y los que provienen del efecto del clima calor, frío lluvia.

**ING. TABARES G. R., TESIS MAESTRÍA: "DIAGNOSTICO DE VÍA EXISTENTE Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA NUEVA MEDIANTE PARÁMETROS OBTENIDOS DEL ESTUDIO EN FASE I DE LA VÍA DE ACCESO AL BARRIO CIUDADELA DEL CAFÉ-VÍA LA BADEA", (Colombia-2005).**

Se ejecutó el inventario vial utilizando 2 procedimientos el VIZIR y PCI para determinar las condiciones en la que se encuentra el pavimento flexible y la condición que se halla la superficie de rodadura.

**ING. CAZORLA ARTILES M., TESIS MAESTRÍA: "METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PROPUESTA DE SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN DE UN TRAMO DE CARRETERA, A PARTIR DE LA INSPECCIÓN VISUAL". (Cuba-2012)**

Mediante la Inspección insitu se realiza en los pavimentos de estudio, así como según las características del pavimento y su estado se realizó la recolección de datos, definiéndose según estos datos los tramos homogéneos del proyecto a partir de la inspección visual.

**CONSORCIO MONTALVO, "ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA PANAMERICANA SUR TRAMO PUENTE SANTA ROSA- PUENTE MONTALVO"-**

En el presente trabajo se utilizó el método PCI con el cual se hizo la evaluación del deterioro del pavimento, así como se analizó los resultados del mismo el cual fue ejecutado al pavimento de la Carretera Panamericana Sur, entre los Km. 1041+600 (Puente Santa Rosa) y el Km. 1139+795 (Puente Montalvo), esto se desarrolló como parte de la contraprestación de los servicios, para proceder con los Estudios de Mantenimiento cada periodo del pavimento, a cargo del Consorcio Montalvo. Estos trabajos se elaboraron de acuerdo a los Términos de Referencia del estudio, los cuales se encuentran plasmados en la parte del capítulo de Inspección y Evaluación de la Zona del Proyecto.

**PROVIAS NACIONAL (ADMINISTRACIÓN GERENCIAMIENTO DE LA RED VIAL NACIONAL RVN), "ESTUDIOS DEFINITIVOS DE INGENIERÍA PARA LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS ECONÓMICOS DE CARRETERAS DE BAJO TRÁFICO DE LA RED VIAL NACIONAL- PROYECTO PILOTO CARRETERA PATAHUASI - Y AURI - SICUANI. TRAMO: Y AURI - SAN GENARO 1 = 11.36 KM"**

En el Plan Anual de Adquisiciones para el años 2005 Provías nacional, efectuó varios Estudios Definitivos de Ingeniería para la Evaluación de Pavimentos de Carreteras de Bajo Tráfico de la Red Vial Nacional –proyecto Piloto Carretera Patahuasi-Yauri -Sicuani, tramo Yauri -San Genaro L=11.36 Km. **PROVIAS NACIONAL** encargado por el MTC de la Administración y Gerenciamiento de la Red Vial Nacional (RVN), miembro de la Comisión Técnica antes mencionada busca la promoción del uso de diversos materiales y tecnologías que contribuyan al mejoramiento de las condiciones estructurales de los suelos de la red vial, principal factor a trabajar para garantizar transitabilidad.

**KIMIKO KATHERINE HARUMI RENGIFO ARAKAKI en el año 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)”**

En la investigación de la tesis se realizó el diseño del pavimento del k, 188 al 189 tramo ubicado entre Huacho a Pativilca, el cual ha sido designado por el Asesor según el temario de la tesis.

Este tramo ubicado en la carretera Huacho – Pativilca tiene 57 kilómetros de longitud y enlaza las ciudades de Huacho, Huaura, Medio Mundo, Supe, Barranca y Pativilca. La Panamericana Norte de manera general es utilizada como carretera interprovincial la cual permite conectar todos los departamentos de la Costa. En este tramo en estudio de la tesis se enlazan directamente las provincias de Barranca y Huaura. Asimismo es preciso indicar que las peculiaridades de esta zona, son que existe un mayor porcentaje de vehículos pesados, el clima templado y hay pequeñas precipitaciones.

Procediéndose con los diseños de los pavimentos 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).

Al finalizar los diseños definitivos para los dos tipos de pavimento se procederá a un cotejo económica del costo inicial de construcción de esta estructura.

## **2.2. BASES TEÓRICAS:**

### **2.2.1. DEFINICIÓN DE ASFALTO:**

Es la estructura que conforman las vías de comunicación terrestre, conformada por diversas capas de materiales, puestas sobre el terreno preparado, teniendo la empleo el dejar el tránsito de vehículos:

- Con seguridad.
- Con agrado.
- Teniendo un costo óptimo de operación.
- Superficie parejo.
- Superficie aislado.
- Color y textura ordenados.
- Firmeza a la repetición de cargas.
- Firmeza al medio ambiente.

### **TIPOS DE PAVIMENTOS:**

Los tipos de pavimentos son 4 los principales, estando entre ellos: rígidos, semi rígidos y articulados. Diferenciándose entre ellos la estructura y las diversas capas que las comprenden. Así mismo, como es la transición de los esfuerzos y deflexiones a las capas subsecuentes.

Los pavimentos rígidos se componen de concreto hidráulico. Estos pavimento no pueden plegarse a las deformaciones de las primeras capas. La sección transversal de un pavimento rígido está formada por una losa de concreto hidráulico que va sobre la sub-base y está sobre la sub-rasante. Siendo su costo de construcción muy altos en comparación con los pavimentos flexibles, su periodo de vida útil varía entre 20 a 40 años.

Es menos oneroso en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de 10 a 15 años. Siendo necesario su mantenimiento periódico para cumplir con el lapso de vida útil.



**FIGURA N°04: PARTES DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Las partes de un pavimento flexible está conformado por capas que a continuación describimos:

**a) Sub rasante:**

Es la capa más profunda en la estructura del pavimento. Los suelos que conforman la sub rasante siendo apropiados y estables con CBR (California Bearing Ratio (CBR) es una prueba de penetración para comprobar las características mecánicas de un suelo) igual o mayor a 6%.

Si fuera menor (sub rasante pobre), es necesario realizar la estabilización de los suelos, para lo cual se tendrá que analizar alternativas de solución, como la utilización de geomembranas, cal, entre otros.

**b) Sub-base:**

Es la capa de material seleccionado con espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta asfáltica. Además, sirve como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. En algunos casos esta capa puede se obvia y puede ser de material granular (CBR  $\geq$  40%).

**c) Base granular:**

Es la parte debajo a la capa de rodadura, que cumple la de sostenimiento y la distribución de cargas que origina el tráfico vehicular, y es de un agregado granular su CBR debe estar entre los 80%, en algunos casos se debe tratar con cal, cemento y otros para lograr su estabilización.

**d) Carpeta asfáltica o capa de rodadura:**

Esta parte es lo que directamente recibe las cargas, está sobre la base granular bukar. Es la capa superior del pavimento flexible y sobre puesta a la base granular teniendo el objetivo de soportar directamente el tránsito. En esta capa de debe tener mucho cuidado ya que estará sometida a las inclemencias meteorológicas a la fricción, etc.

**2.2.2. FALLAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES**

Este apartador se presentan los daños o fallas propias que se genera en los pavimentos flexibles en el proceso progresivo de avería de los mismos.

**a) Piel de Cocodrilo.-** Falla del pavimento estructural, ocasionado por mala incorrección de espesores, soporte de cargas superiores a la de diseño, deficiente drenaje.

**Niveles de severidad:**

**Baja** : Fisuras < 1.5mm, poca interconexión

**Media** : Fisuras menores de 5 mm

**Alta** : Fisuras > 5mm. Interconectadas formando pequeños polígonos.  
Tendencia al desprendimiento.



**FIGURA N°05: FALLA PIEL DE COCODRILO**

**b) Exudación.-** Es una Falla superficial producida por el exceso de asfalto en la mezcla, especialmente en los climas cálidos como el de Ica, aflora el asfalto formando una película resbaladiza y pegajosa

**Niveles de severidad:**

**Baja** : Pequeñas eflorescencias del asfalto, sin adherencia a los neumáticos.

**Media** : En los días de mayor temperatura el asfalto puede pegarse a los neumáticos.

**Alta** : Aumento muy significativa de asfalto libre, aflora como humedad de color negro.



**FIGURA N°06: FALLA DE EXUDACIÓN**

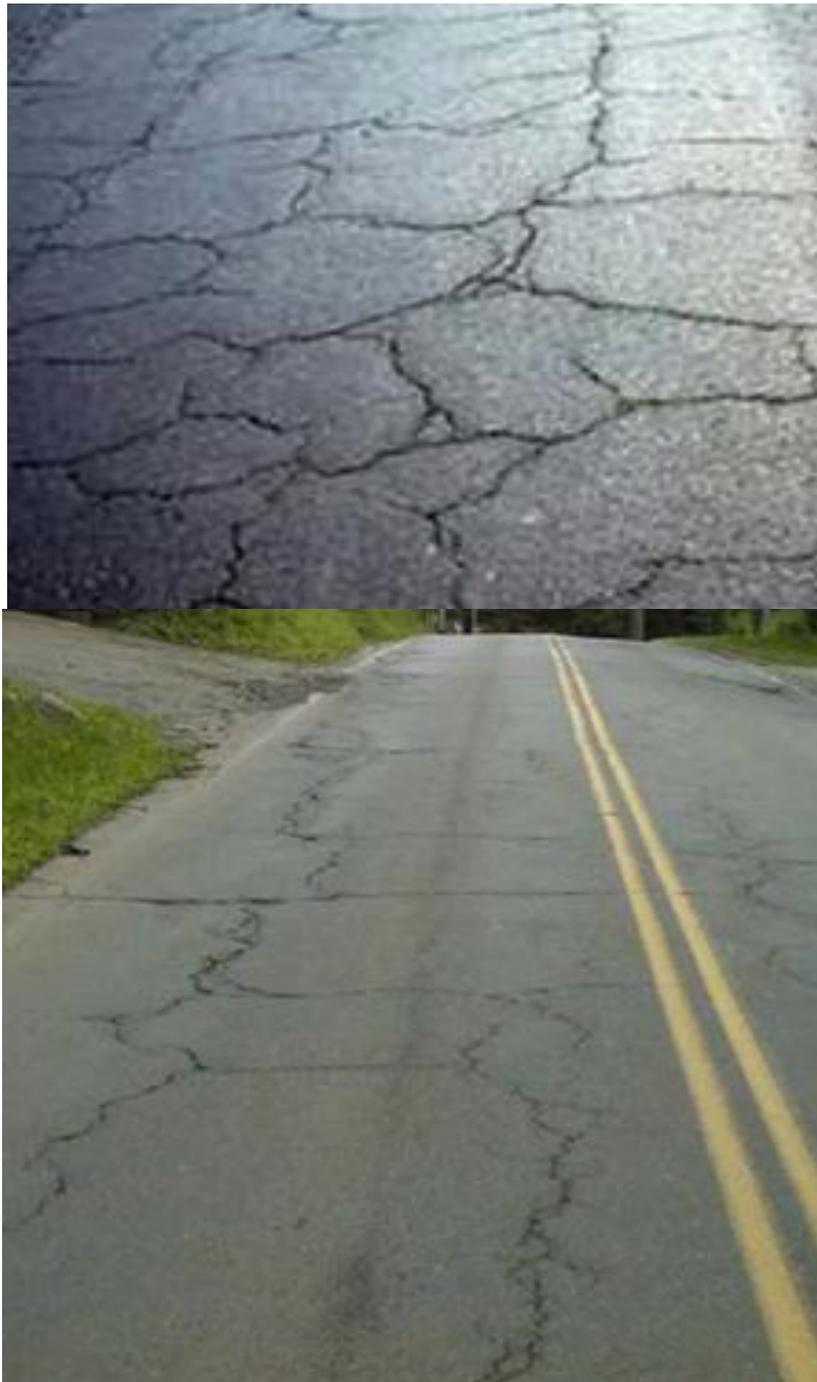
**c) Agrietamiento en bloque.-** Grietas unidas en bloques rectangulares de entre 0.30m. y 3 m.

**Niveles de severidad:**

**Baja** : Espesor de grietas < 1.5mm.

**Media** : Grietas menores de 5 mm.

**Alta** : Espesor de grietas > 5mm.



**FIGURA N°07: FALLA DE AGRIETAMIENTO**

**d) Elevaciones y Hundimientos.-** Son pequeñas elevaciones en el asfalto, Los desmoronamientos pequeñas y escabrosos

**Niveles de severidad:**

**Baja** : Bajo efecto a la calidad del rodaje

**Media** : Mediano efecto a la calidad del rodaje

**Alta** : Alto efecto al rodaje



**FIGURA N°08: FALLA DE HUNDIMIENTO**

**e) Corrugación.-** Curvaturas de forma de crestas y valles alejadas habitualmente de 3m. siendo las crestas son transversales a la dirección del tráfico.

**Niveles de severidad:**

**Baja** : Con poca oscilación del vehículo.

**Media** : Vibración leve del vehículo, produciendo molestia

**Alta** : Oscilación garrafal y continua, produciendo peligro en la circulación.



**FIGURA N°09: FALLA DE CORRUGACIÓN**

f) **Depresión.-** zona de pavimento con elevación menor a las adyacentes. Sin generar en pavimento seco. Se observa una marca con el empoce de la lluvia.

**Niveles de severidad:**

**Baja** : hondura mínimo de 25 mm.

**Media** : hondura entre 25mm y 50mm.

**Alta** : hondura mayor de 50mm.



**FIGURA N°10: FALLA DE DEPRESIÓN**

**g) Grietas de Borde.-** Fisuras alargados paralelas. Se Ubica en una franja de 30 a 60 cm. Aumentando en las cargas vehicular produciendo la perdida de los bordes po disgregación.

**Niveles de severidad:**

**Baja** : Severidad baja sin disgregación

**Media** : poco disgregación y rotura del borde

**Alta** : Enorme falla y disgregación.



**FIGURA N°11: FALLA DE GRIETA DE BORDE**

**h) Desnivel calzada – hombrillo.-** Es la desigualdad de altura entre la orilla del pavimento y el hombrillo (margen al lado de la calzada, berma).

**Niveles de severidad:**

**Baja** : Discrepancia de altura de 25mm a 50 mm (1 a 2 pulg.)

**Media** : Discrepancia de altura de 50mm a 100mm (2 a 4 pulg)

**Alta** : Discrepancia de altura mayor de 100mm (4 pulg.)



**FIGURA N°12: FALLA DE DESNIVEL**

- i) **Grietas Longitudinal y Transversal.-** Grietas paralelas y/ó transversales al eje de la vía.

**Niveles de severidad:**

**Baja** : Espesor de fisuras < 1.5mm,

**Media** : Grietas menores de 5 mm

**Alta** : Espesor de fisuras > 5mm.



**FIGURA N°13: FALLA DE GRIETA LONGITUDINAL**

j) **Baches y Zanjas Reparadas.**- Parte en donde se ha parchado el pavimento utilizando materiales nuevos. Estos parches disminuye la servicial. Ocasionado defectos aunque sea bien ejecutado

**Niveles de severidad:**

**Baja** : bien ejecutado el parche

**Media** : deterioro medio.

**Alta** : severo defectos.



**FIGURA N°14: FALLA DE GRIETA DE BACHE**

k) **Agregados Pulidos.**- E agregado en la superficie se torna suave al tacto, ocasionando baja adherencia con las llantas del vehículo.

**Niveles de severidad:**

No se encuentra ningún nivel de severidad. Sin embargo se debe contabilizar como defecto.



**FIGURA N°15: FALLA DE AGREGADOS PULIDOS**

- I) **Huecos.-** Pérdida y Descomposición de la carpeta formando una cavidad, con diámetros menores de 0.90m. Tienen a crecer por efectos de la saturación. Grieta estructural a consecuencia de otras fallas y falta de mantenimiento.

**Niveles de severidad:**

**Baja** : Hondura menor de 25mm.

**Media** : Prof. De 25 a 50 mm.

**Alta** : Prof. Mayor de 50 mm.



**FIGURA N°16: FALLA DE HUECO**

**m) Cruce de rieles.-** Las fallas relacionadas a los cruces de las vías férreas son bultos cerca o entre los rieles.

**Niveles de severidad:**

**Baja** : El corte de vía férrea ocasiona calidad de tránsito de baja severidad.

**Media** : El corte de vía férrea ocasiona calidad de tránsito de severidad media.

**Alta** : El corte de vía férrea ocasiona calidad de tránsito de severidad a



**FIGURA N°17: FALLA DE CRUCE DE RIEL**

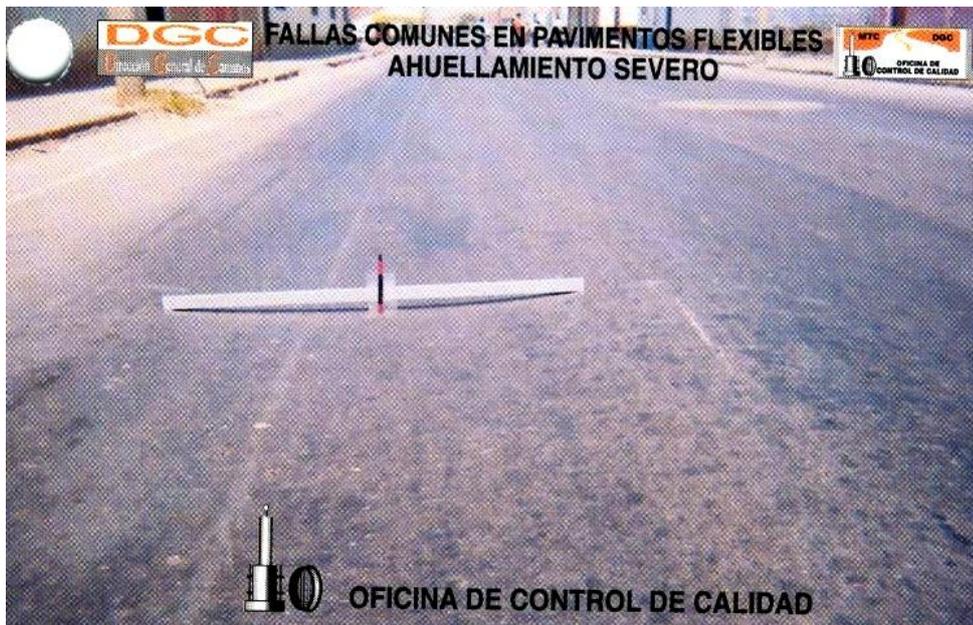
**n) Ahuellamiento.-** Hundimiento prolongado al sentido de la canalización del tráfico.

**Niveles de severidad:**

**Baja** : Hondura de 6 a 13mm.

**Media** : Prof. De 13 a 25 mm

**Alta** : Prof. Mayor de 25 mm.



**FIGURA N°18: FALLA DE AHUELLAMIENTO**

**o) Desplazamiento.-** Torsión de la superficie del pavimento a causa del desplazamiento de la mezcla asfáltica. Se da por las cargas del tránsito afectando a mezclas asfálticas inestables.

**Niveles de severidad:**

**Baja** : poca oscilación del vehículo.

**Media** : Regular vibración del vehículo, produce fatiga

**Alta** : Vibración abundante y continua, riesgoso para la circulación.



**FIGURA N°19: FALLA DE DESPLAZAMIENTO**

**p) Grietas de deslizamiento – media luna.-** estas fisuras tienen la forma de media luna ó arco con los excesivos apuntando en sentido contrario a la dirección del tráfico.

**Niveles de severidad:**

**Baja** : Espesor de fisuras < 1.5mm,

**Media** : Fisuras menores de 5 mm

**Alta** : Espesor de fisuras > 5mm..



**FIGURA N°20: FALLA DE GRIETA DE DESLIZAMIENTO**

**q) Hinchamiento.-** Hinchazón de la área del pavimento teniendo forma de una honda de más de 3m. de longitud.

**Niveles de severidad:**

**Baja** : Apenas perceptible.

**Media** : Genera moderada incomodidad

**Alta** : Riesgo para la circulación, gran incomodidad.



**FIGURA N°21: FALLA DE HINCHAMIENTO**

- r) **Disgregación y Desintegración.**- Disgregación de la superficial de la carpeta, desgaste del ligante y desprendimiento del agregado. Acentuación de la rugosidad.

**Niveles de severidad:**

**Baja** : Empieza a perderse los agregados o el ligante.

**Media** : Perdida de los agregados o el ligante.

**Alta** : Perdida de la forma considerable los agregados o el ligante.



**FIGURA N°22: FALLA DE DESINTEGRACIÓN**

### 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS:

- a) Calzada. Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. Generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado.
- b) Capacidad. Número máximo de vehículos que puede circular, por un punto o tramo uniforme de la vía en los dos sentidos por unidad de tiempo, bajo las condiciones imperantes de vía y de tránsito.
- c) Carretera. Infraestructura del transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación o uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma.
- d) Carril. Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos.

Curva de transición. Son aquellas que proporcionan una transición o cambio gradual en la curvatura de la vía, desde un tramo recto hasta una curvatura de grado determinado, o viceversa. Son ventajosas porque mejoran la operación de los vehículos y la comodidad de los pasajeros, por cuanto hacen que varíe en forma gradual y suave, creciente o decreciente, la fuerza centrífuga entre la recta y la curva circular, o viceversa.

- e) Curva horizontal. Trayectoria que une dos tangentes horizontales consecutivas. Puede estar constituida por un empalme básico o por la
- f) combinación de dos o más de ellos.
- g) Curva vertical. Curvas utilizadas para empalmar dos tramos de pendientes constantes determinadas, con el fin de suavizar la transición de una pendiente a otra en el movimiento vertical de los vehículos; permiten la seguridad, comodidad y la mejor apariencia de la vía. Casi siempre se usan arcos parabólicos porque producen un cambio constante de la pendiente.

Derecho de vía. Faja de terreno destinada a la construcción de la vía y sus futuras ampliaciones.

- i) espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por trayectorias curvas.
- j) Diseño en perfil. Proyección del eje real o espacial de la vía sobre una
- k) superficie vertical paralela al mismo.

Pavimento. Conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la Subrasante de una vía y deben resistir adecuadamente los esfuerzos que la carga repetida del tránsito le transmite durante el período para el cual fue diseñada la estructura y el efecto degradante de los agentes climáticos.

- l) Pavimento flexible. Tipo de pavimento constituido por una capa de rodadura bituminosa apoyada generalmente sobre capas de material no ligado.
- m) Pavimento rígido. Es aquel que fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido.
- n) Señalización vertical. Placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas.
- o) Separador. Zonas verdes o zonas duras colocadas paralelamente al eje de la carretera, para separar direcciones opuestas de tránsito (separador central o mediana) o para separar calzadas destinadas al mismo sentido de tránsito
- p) (calzadas laterales).
- q) Erosión: Desgaste producido por el agua en la superficie de rodadura o en otros elementos de la carretera.

## **2.4. HIPÓTESIS Y VARIABLES:**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL:**

- El asfalto en caliente es óptimo con relación al asfalto en frío preparado in situ, por sus mejores condiciones de calidad, tiempos de fabricación y costos, en los pavimentos en la zona urbana de la ciudad de Ica.

### **2.4.2. HIPÓTESIS SECUNDARIAS**

- Las características físicas y químicas de los agregados intervienen en la resistencia de los pavimentos de la ciudad de Ica.
- El asfalto en frío in situ tiene mayor duración en la preparación que el asfalto en caliente hecho en la planta de la ciudad de Ica.
- El asfalto en frío in situ tiene mayor duración durante el traslado que el asfalto en caliente trasladado de la planta en la ciudad de Ica.

## **2.5. VARIABLES:**

### **2.5.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE VARIABLES:**

#### **a) Variables independientes**

(VI) Asfalto en frío, es el mezcla asfáltico su aplicación es en frío, conformada por mezclas de agregados minerales y ligante bituminoso. Siendo especial para el mantenimiento vial.

#### **b) Variables dependientes**

(VD) Asfalto en caliente es el producto consecuente de la mezcla en caliente elaborada en plantas adecuadas, de uno o más agregados pétreos y cemento asfáltico tradicional o modificado.

#### **c) Variables intervinientes**

(VI) Factor climatológico, el factor climático, condición de la atmósfera cuyo elementos se caracterizan al clima de un lugar en un ciclo de tiempo suficientemente representativo.

#### **d) Variables intermedia**

(VI) Costo y Tiempo. Es la práctica ingenieril orientada a la gestión de proyectos con un enfoque particular en costos; esta incluye acciones como la evaluación y control, pronóstico, evaluación de inversiones y análisis de riesgos.

### **2.5.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES:**

#### **a) Variables independientes**

(VI) Asfalto en frío obtenido por el método regular, en relación con el asfalto en caliente.

El primero es el asfalto preparado in situ y colocado en la misma obra, y el segundo es el asfalto en caliente preparado en planta antes de ser colocado en obra.

### b) Variables dependientes

(VD) Propiedades físicas y mecánicas del asfalto en caliente preparado en planta con el método convencional.

El asfalto en caliente tiene mejor resistencia durabilidad, ahorras tiempo en la colocación y es más económico.

### c) Variables intervinientes

(VI) factor climatológico y mala calidad del petróleo crudo mal almacenado.

El clima tiene que ver bastante en la obtención del asfalto.

### d) Variables intermedia

(VI) Costo y Tiempo. El asfalto en caliente es menos costoso que el asfalto en frío in situ y de muy ahorrativo tiempo.

## 2.5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Cuadro 1. Operacionalización de la Variable (X):**

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>indicador</b>
<b>Independiente</b> Asfalto en frío obtenido por el método convencional, en relación con el asfalto en caliente.	El primero es el Asfalto en frío preparado in situ y colocado en la misma obra, Y el segundo es el Asfalto en caliente preparado en planta antes de ser colocado. en obra.	Resistencia del Asfalto en caliente en comparación del Asfalto en frío in situ.	Resistencia en los pavimentos flexibles.

<p><b>Dependiente</b> Propiedades físicas y mecánicas del asfalto en caliente preparado en planta con el método convencional.</p>	<p>El asfalto en caliente tiene mejor resistencia y durabilidad, ahorra tiempo en el colocado y es más económico.</p>	<p>Mayor resistencia y durabilidad, menos desperdicio de material, tiempo y costo menor con el del asfalto en frío in situ.</p>	<p>Durabilidad, tiempo y costo</p>
<p><b>Intervinientes</b> Factor climatológico y mala calidad del petróleo crudo mal almacenado.</p>	<p>El clima tiene que ver bastante en la obtención del asfalto. Ya que las lluvias no permiten hacer el proceso de la calidad del petróleo crudo es por que en algunos casos se usaron petróleo crudo en mal estado.</p>	<p>El clima y selección de material es uno de los factores de mucha importancia</p>	<p>Clima y material</p>
<p><b>Intermedia</b> Costo y tiempo</p>	<p>El asfalto en caliente es menos costoso que el asfalto en frío preparado in situ y muy ahorrativo en tiempo.</p>	<p>Se analizó que el asfalto en caliente tiene un fácil acceso para las construcciones de los pavimentos, brinda más seguridad para los trabajadores y lo puedes hacer en un corto periodo de tiempo y menos costoso</p>	<p>Fácil acceso y seguridad tiempo y costo</p>

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN:

##### 3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Esta investigación es de tipo cuantitativa porque se aplicará el procesamiento estadístico para analizar los resultados.

##### 3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN:

- El nivel de la investigación, es descriptivo, porque intenta establecer las características de los tipos de asfalto a estudiar, sin buscar relación causal entre las variables de estudio.

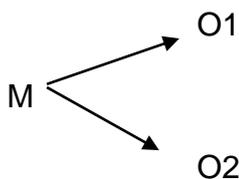
#### 3.2. MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:

##### 3.2.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:

Los métodos aplicados han sido los métodos inductivos, analíticos, hipotéticos todos ellos para llegar a nuestras conclusiones.

##### 3.2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

El diseño aplicado en la investigación fue el descriptivo comparativo, según el esquema siguiente:



**Dónde:**

O Simboliza las edificaciones de la ciudad Ica.

O1 Simboliza a las características del asfalto en caliente

O2 Representa a las características del asfalto en frío in situ

### **3.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN:**

El cercado de Ica tiene vías en mal estado y con diferentes fallas producto del escaso e inadecuado mantenimiento de las vías, y del propio desgaste producido por la transitabilidad de vehículos y el flujo vial. La Municipalidad ha realizado la pavimentación Asfáltica en caliente de 2 pulgadas ó 5 cms. de grosor; En la ejecución de la obra se ha realizado la construcción de 3,000.79 m<sup>2</sup> de veredas de concreto; la construcción de martillos y rampas en las esquinas de las vías, para el desplazamiento de las personas con discapacidad, se ha implementado la señalizaciones preventivas y direccionales para indicar el flujo vehicular, cruces peatonales, Sardineles sumergidos y peraltados, y otros detalles técnicos.

### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1. POBLACIÓN:**

La población está integrada por técnicos e ingenieros capacitados quienes están en contacto directo con los procesos de construcción de pavimentos.

#### **3.4.2. MUESTRA:**

Son técnicos e ingenieros capacitados quienes tienen conocimiento previo de los procesos de construcción de la carpeta asfáltica en frío y caliente.

### **3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:**

#### **3.5.1. TÉCNICAS**

La técnica que se utiliza es la: encuesta y observación.

### 3.5.2. INSTRUMENTOS:

El instrumento básico que se aplica es la Interrogación a las personas mediante un cuestionario.

### 3.6. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO:

#### 3.6.1. VALIDEZ

Mediante el juicio de expertos se valida. Con esta finalidad se presenta la tabla:

**Tabla N° : Rangos y magnitud de validez**

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1	Muy alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

**Fuente: Reproducido de (Ruiz Bolivar, 2005 pág. 12)**

**Tabla N° : Coeficiente de validez por juicio de expertos validez**

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Variable 1	0.75	0.75	1	0.83
Variable 2	1	1	0.67	0.89
<b>Índice de Validez</b>				0.86

**Fuente: Reproducido de (Ruiz Bolivar, 2005 pág. 12)**

### 3.6.2. CONFIABILIDAD:

La confiabilidad es el proceso que establece cuan fiable, consistente, coherente o estable es el instrumento que se ha elaborado". Para ello presentamos la siguiente tabla:

**Tabla: Rango y Confiabilidad para el Instrumento**

Rango	Confiabilidad (Dimensión)
0.81 -1	Muy alta
0.61 - 0.80	Alta
0.41 -0.60	Media
0.21 - 0.40	Baja
0 - 0.20	Muy baja

**Fuente: Reproducido de (Palella Stracuzzi, y otros, 2012 pág. 169).**

## 3.7. PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS:

### 3.7.1. CLASIFICACIÓN DE DATOS

Es la fase del proceso de datos que consiste en seleccionar los datos logrados en función de diferentes criterios como la validez de los datos, el diseño seleccionado, estadígrafos que se emplean, etc.

### 3.7.2. CODIFICACIÓN DE DATOS

Radica en la asignación de códigos o valores a cada dato facilitando su identificación, como el proceso estadístico.

### 3.7.3. TABULACIÓN DE DATOS

Son cuadros estadísticos, según sea el diseño de investigación y la naturaleza de las escalas de medición de las variables en estudio. Los

estadígrafos empleados en la tabulación se adecuan a la naturaleza de las escalas de medición de las variables a través de la prueba del Chi Cuadrado.

#### **3.7.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

Después de diseñar los cuadros estadísticos, paso seguido el procesamiento de los datos y su análisis, e interpretación. Consistiendo el análisis de datos en separar las convenientes partes, para identificar los aspectos particulares de dichos datos. En el cual se detalla los datos.

## CAPÍTULO IV

### PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. PCI

División de las unidades de Muestra:

**ZONA EN ESTUDIO ES LA" PLAZA DE ARMAS DE ICA" LA CUAL TIENE UNA LONGITUD DE 360 ML, LA MISMA QUE SE DIVIDIO EN 12 TRAMOS PARA EL ESTUDIO CON EL METODO DEL PCI.**

Se ha determinado una longitud de muestra de 30.00 m, por lo que el ancho de calzada es de 7.3 m. dando un área de 219.00 m<sup>2</sup>, lo cual ajusta en los valores normados.

El cálculo de la muestra se fracciona la Longitud total de la vía entre la longitud de la muestra, dando como resultado 12 unidades; a este valor siempre se le redondea a un número entero quedando el número total de unidades de muestra (N) sea igual a 12. De la siguiente manera:

$$N = \frac{360}{30} = 12$$

Aplicando la ecuación N° 1, para calcular las unidades a ser evaluadas, se acogerá un error  $e = 5\%$  y una desviación estándar de  $\sigma = 10$ , al ser la primera evaluación que se realiza. De modo que tenemos:

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$

$$n = \frac{12 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (12 - 1) + 10^2} = 7.11 \cong 7$$

Con ello se consigue 12 unid. de muestra, de las cuales 7 son las evaluadas.

Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección

Mediante la ecuación N°3, se calculan las unid. de muestra a ser examinadas aplicando el método aleatorio.

$$i = \frac{N}{n} = \frac{12}{10} = 1.2 \cong 1$$

Lo que arroja el intervalo a 1.

<b>Nombre de la vía:</b> Plaza de Armas de Ica		<b>Sección:</b> 1		<b>Unidad de muestra:</b> U1						
<b>Ejecutor:</b>		<b>Fecha:</b> 2018		<b>Área:</b> 219 M2						
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y cortes útil.	16. Fisura parabólica o por deslizamiento.							
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento							
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados							
4. Abult. y hund.	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento								
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transv.	15. Desplazamiento								
Falla	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
2	moderado	10.0	8.9	10.3				29.2	13.33%	14.00
6	moderado	0.8	1.7	3.3				5.8	2.65%	11.00
7	moderado	9.0	20.0					29	13.24%	16.00
10	leve	3.4	2.5					5.9	2.69%	0.10
8	leve	15.0	2.3					17.3	7.90%	0.40

#	Valores deducidos					Total	q	CDV
1	16.0	14.0	11.0	0.4	0.1	41.50	3	25
2	16.0	14.0	2.0	0.4	0.1	32.50	2	24
3	16.0	2.0	2.0	0.4	0.1	20.50	1	21
4								
5								
6								

$$PCI = 100 - \max CDV$$

$$PCI = 75$$

El tramo en estudio se encuentra en un estado Muy Bueno

<b>Nombre de la vía:</b>	Plaza de Armas de Ica	<b>Sección:</b>	2	<b>Unidad de muestra:</b>	U2				
<b>Ejecutor:</b>		<b>Fecha:</b>	2018	<b>Área:</b>	219 M2				
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y cortes útil.	16. Fisura parabólica o por deslizamiento.						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados						
4. Abult. y hund.	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transv.	15. Desplazamiento							
Falla	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
1	leve	3.6	6.4				10	4.57%	24.00
6	leve	4.4	5	0.5			9.9	4.52%	0.90
10	leve	1.3	2.1	3.8	3.6		10.8	4.93%	0.30
8	moderado	10	5	6			21	9.59%	15.00
2	moderado	5	4.6	1			10.6	4.84%	0.90

#	Valores deducidos					Total	q	CDV
1	24.00	15.00	0.90	0.30		40.20	2	30
2	24.00	2.00	0.90	0.30		27.20	1	27
3								
4								
5								
6								

PCI = 100 - max CDV

PCI = 70

El tramo en estudio se encuentra en un estado Muy Bueno

<b>Nombre de la vía:</b> Plaza de Armas de Ica		<b>Sección:</b> 3		<b>Unidad de muestra:</b> U3				
<b>Ejecutor:</b>		<b>Fecha:</b> 2018		<b>Área:</b> 219 M2				
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y cortes útil.	16. Fisura parabólica o por deslizamiento.					
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento					
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados					
4. Abult. y hund.	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento						
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transv.	15. Desplazamiento						
Falla	Severidad	Cantidad				Total	Densidad	Valor deducido
2	leve	32.2	6.5			38.7	17.67%	16.00
5	leve	30	5.4			35.4	16.16%	17.00
8	leve	10	4.5	3		17.5	7.99%	0.40
10	leve	1.5	0.38	3		4.88	2.23%	0.10
9	leve	5	8			13	5.94%	0.30

#	Valores deducidos					Total	q	CDV
1	17.00	16.00	0.40	0.30	0.10	33.80	2	24
2	17.00	2.00	0.40	0.30	0.10	19.80	1	19
3								
4								
5								
6								

PCI = 100 - max CDV

PCI = 76

El tramo en estudio se encuentra en un estado Muy Bueno

<b>Nombre de la vía:</b>	Plaza de Armas de Ica	<b>Sección:</b>	4	<b>Unidad de muestra:</b>	U4
<b>Ejecutor:</b>		<b>Fecha:</b>	2018	<b>Área:</b>	219 M2
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y cortes útil.	16. Fisura parabólica o por deslizamiento.		
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados		
4. Abult. y hund.	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento			
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transv.	15. Desplazamiento			

Falla	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
3	leve	10	4					14	6.39%	0.60
2	moderado	25	2.3	3				30.3	13.84%	13.00
5	moderado	5.6	8.9	3.8				18.3	8.36%	39.00
8	moderado	10.9	12.3	4.9				28.1	12.83%	19.00
9	leve	5.4	6.7	2.4				14.5	6.62%	0.30

#	Valores deducidos					Total	q	CDV
1	39.00	19.00	13.00	0.60	0.30	71.90	3	45
2	36.00	17.00	2.00	0.60	0.30	55.90	2	41
3	36.00	2.00	2.00	0.60	0.30	40.90	1	40
4								
5								
6								

PCI = 100 - max CDV

PCI = 55

El tramo en estudio se encuentra en un estado Bueno

<b>Nombre de la vía:</b>	Plaza de Armas de Ica		<b>Sección:</b>	5	<b>Unidad de muestra:</b>	U5			
<b>Ejecutor:</b>			<b>Fecha:</b>	2018	<b>Área:</b>	219 M2			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y cortes útil.	16. Fisura parabólica o por deslizamiento.						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados						
4. Abult. y hund.	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transv.	15. Desplazamiento							
Falla	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
2	moderado	5.2	4.3	8.9			18.4	8.40%	11.00
3	moderado	5	4.3	3.4			12.7	5.80%	10.10
8	moderado	12.2	3.2	12			27.4	12.51%	20.00
7	moderado	1.5	5.6	13.5			20.6	9.41%	14.00
5	leve	0.6	3.6	4.5			8.7	3.97%	0.60

#	Valores deducidos					Total	q	CDV
1	20.00	14.00	11.00	10.10	0.60	55.70	4	30
2	20.00	14.00	11.00	2.00	0.60	47.60	3	29
3	20.00	14.00	2.00	2.00	0.60	38.60	2	28
4	20.00	2.00	2.00	2.00	0.60	26.60	1	27

PCI = 100 - max CDV

PCI = 70

El tramo en estudio se encuentra en un estado Muy Bueno

<b>Nombre de la vía:</b>	Plaza de Armas de Ica	<b>Sección:</b>	7	<b>Unidad de muestra:</b>	U7				
<b>Ejecutor:</b>		<b>Fecha:</b>	2018	<b>Área:</b>	219 M2				
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y cortes útil.	16. Fisura parabólica o por deslizamiento.						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados						
4. Abult. y hund.	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transv.	15. Desplazamiento							
Falla	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
2	moderado	16.2	3				19.2	8.77%	11.00
5	moderado	10.1	2.3				12.4	5.66%	33.00
6	leve	1.3	3.5	2.3			7.1	3.24%	0.60
7	moderado	10	1.5	12.4			23.9	10.91%	16.00
8	leve	12.5	6.5	3.2	2.3		24.5	11.19%	0.70

#	Valores deducidos					Total	q	CDV
1	33.00	16.00	11.00	0.70	0.60	61.30	3	38
2	33.00	16.00	2.00	0.70	0.60	52.30	2	39
3	33.00	2.00	2.00	0.70	0.60	38.30	1	38
4								
5								
6								

$$PCI = 100 - \max CDV$$

$$PCI = 61$$

El tramo en estudio se encuentra en un estado Bueno

<b>Nombre de la vía:</b>	Plaza de Armas de Ica	<b>Sección:</b>	8	<b>Unidad de muestra:</b>	U8				
<b>Ejecutor:</b>		<b>Fecha:</b>	2018	<b>Área:</b>	219 M2				
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y cortes útil.	16. Fisura parabólica o por deslizamiento.						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados						
4. Abult. y hund.	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transv.	15. Desplazamiento							
Falla	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
2	moderado	13.2					13.2	6.03%	10.10
4	moderado	0.85	1.2	0.65			2.7	1.23%	12.00
3	moderado	2.3	1.2	5.6			9.1	4.16%	10.00
7	moderado	5.4	2.3	16.7			24.4	11.14%	16.00
9	leve	3.9	5.6	13.9			23.4	10.68%	0.50

#	Valores deducidos					Total	q	CDV
1	16.00	12.00	10.10	10.00	0.50	48.60	4	26
2	16.00	12.00	10.10	2.00	0.50	40.60	3	25
3	16.00	12.00	2.00	2.00	0.50	32.50	2	24
4	16.00	2.00	2.00	2.00	0.50	22.50	1	22
5								
6								

PCI = 100 - max CDV

PCI = 74

El tramo en estudio se encuentra en un estado Muy Bueno

<b>Nombre de la vía:</b>	Plaza de Armas de Ica	<b>Sección:</b>	10	<b>Unidad de muestra:</b>	U10				
<b>Ejecutor:</b>		<b>Fecha:</b>	2018	<b>Área:</b>	219 M2				
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y cortes útil.	16. Fisura parabólica o por deslizamiento.						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados						
4. Abult. y hund.	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transv.	15. Desplazamiento							
Falla	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
4	leve	3.4	5.7				9.1	4.16%	0.90
5	moderado	7.8	9.6	3.6			21	9.59%	39.00
7	moderado	12.3	4.5	6.5			23.3	10.64%	14.00
6	moderado	1.2	5.6				6.8	3.11%	13.00
8	moderado	9.6	2.4	3.6	5.6		21.2	9.68%	15.00

#	Valores deducidos					Total	q	CDV
1	39.00	15.00	14.00	13.00	0.90	81.90	4	46
2	39.00	15.00	14.00	2.00	0.90	70.90	3	45
3	39.00	15.00	2.00	2.00	0.90	58.90	2	43
4	39.00	2.00	2.00	2.00	0.90	45.90	1	45
5								
6								

PCI = 100 - max CDV

PCI = 54

El tramo en estudio se encuentra en un estado Regular

<b>Nombre de la vía:</b> Plaza de Armas de Ica		<b>Sección:</b> 11		<b>Unidad de muestra:</b> U11					
<b>Ejecutor:</b>		<b>Fecha:</b> 2018		<b>Área:</b> 219 M2					
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y cortes útil.	16. Fisura parabólica o por deslizamiento.						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados						
4. Abult. y hund.	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transv.	15. Desplazamiento							
Falla	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
6	moderado	6.7	4.6	2.3			13.6	6.21%	21.00
2	leve	7.8	2.3	1.4			11.5	5.25%	0.90
3	moderado	2.3	5.6	4.3			12.2	5.57%	11.00
7	moderado	15.2	2.3				17.5	7.99%	12.00
10	moderado	0.4	2.3	3.1			5.8	2.65%	0.60

#	Valores deducidos					Total	q	CDV
1	21.00	12.00	11.00	0.90	0.60	45.50	3	28
2	21.00	12.00	2.00	0.90	0.60	36.50	2	27
3	21.00	2.00	2.00	0.90	0.60	26.50	1	26
4								
5								
6								

$$PCI = 100 - \max CDV$$

$$PCI = 72$$

El tramo en estudio se encuentra en un estado Muy Buono

## 4.2. ANÁLISIS DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla N° 1

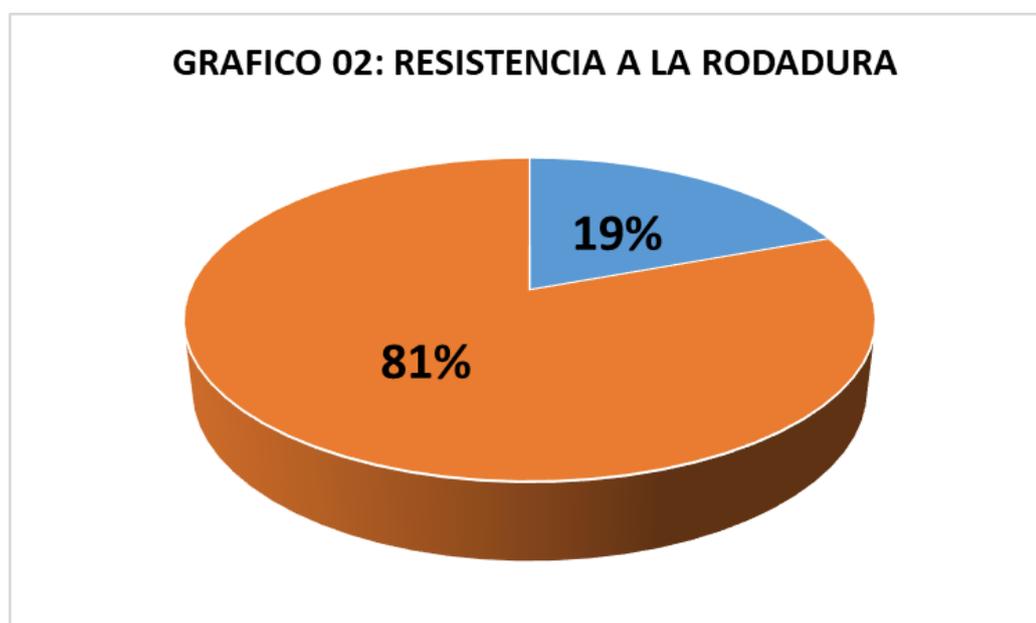
RESISTENCIA EN PAVIMENTOS	f (i)	%
Asfalto caliente en planta	96	64,0
Asfalto frío in situ	54	36,0
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>100,0</b>



Se observa en la tabla N° 01 que el 64% de técnicos e ingenieros que han participado como muestra de estudios opinan que el asfalto caliente en planta es más resistente en los pavimentos flexibles frente a un 36% que mantienen su posición de otorgarle menor calidad al asfalto frío in situ.

**Tabla N° 2**

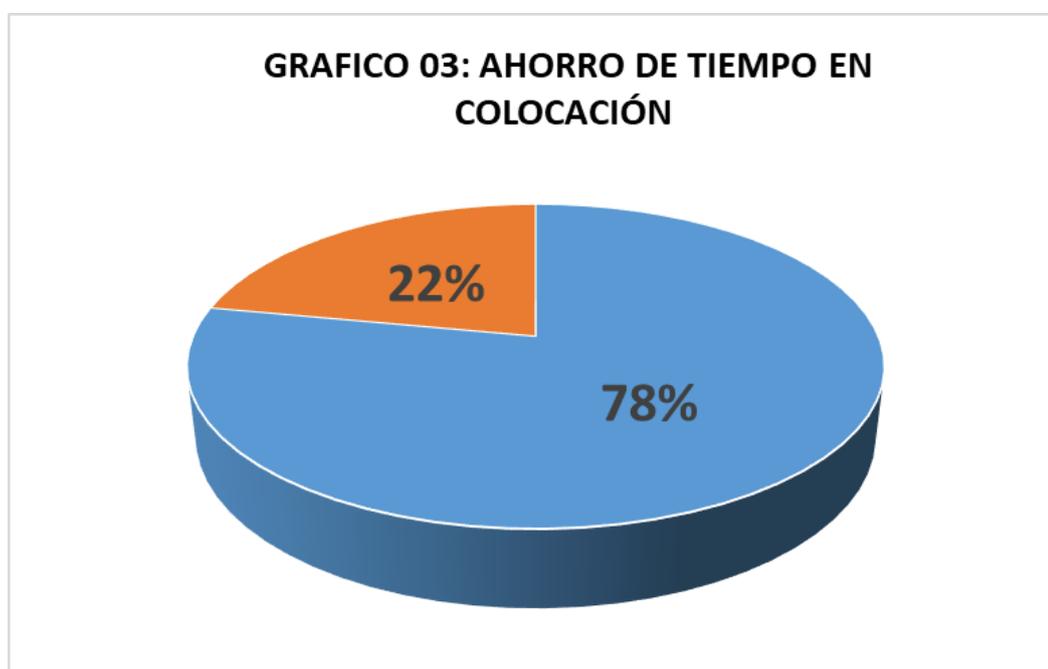
<b>RESISTENCIA A LA RODADURA</b>	<b>f (i)</b>	<b>%</b>
Asfalto frío in situ	29	19,3
Asfalto caliente en planta	121	80,7
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>100,0</b>



Se observa en la tabla N° 02 que un reducido grupo de técnicos e ingenieros que han participado como muestra de estudios opinan que el asfalto frío in situ con 19,3% es menos resistente a la rodadura en los pavimentos flexibles frente a un considerable 80,9% que mantienen su posición de otorgarle mayor resistencia al asfalto caliente en planta.

**Tabla N° 3**

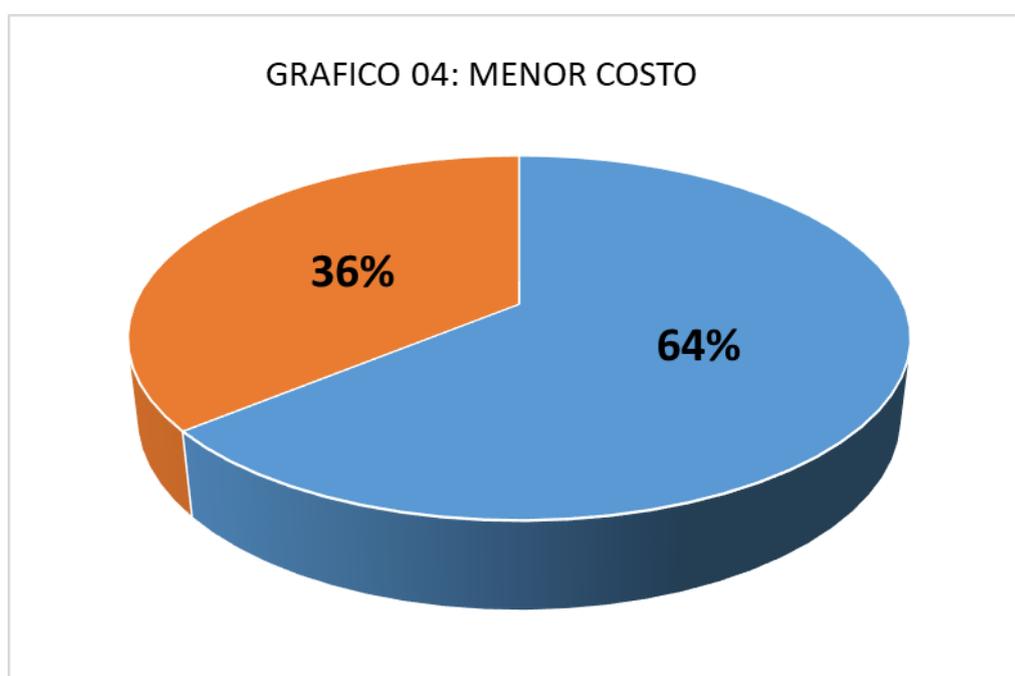
<b>AHORRO DE TIEMPO EN COLOCACION</b>	<b>f (i)</b>	<b>%</b>
Asfalto caliente en planta.	117	78,0
Asfalto frio in situ	33	22,0
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>100,0</b>



Se observa en la tabla N° 03 que el 78,0% de técnicos e ingenieros que han participado como muestra de estudios opinan que el asfalto en caliente in situ ahorra más tiempo en el colocado de la carpeta asfáltica frente a un 22,0% quienes opinan que el asfalto caliente en planta es el que ahorra más tiempo en el colocado.

**Tabla N° 4**

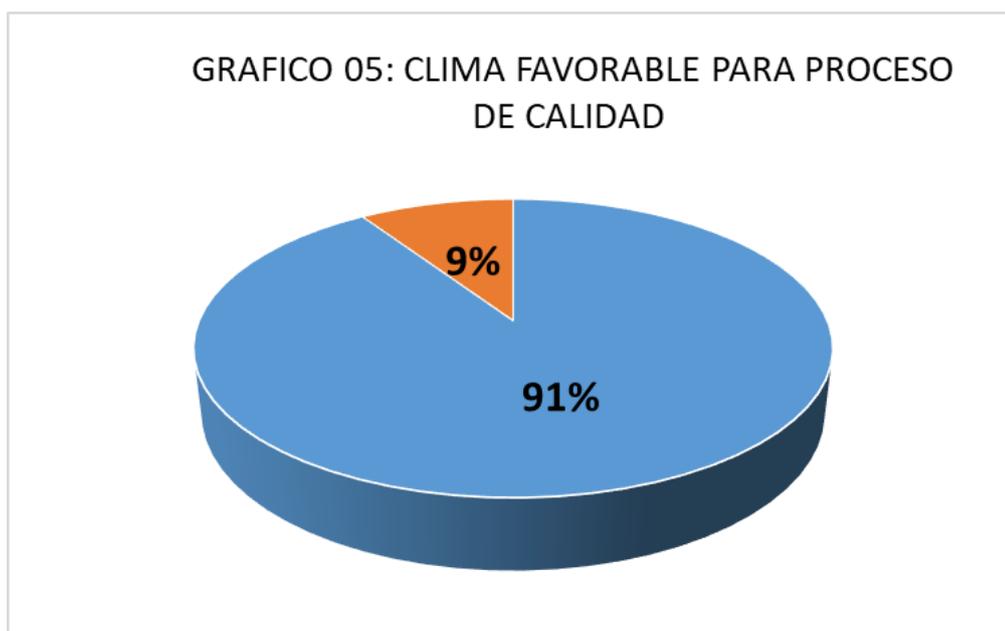
<b>MENOR COSTO</b>	<b>f (i)</b>	<b>%</b>
Asfalto frío in situ	96	64,0
Asfalto caliente en planta	54	36,0
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>100,0</b>



Se observa en la tabla N° 01 que el 64% de técnicos e ingenieros que han participado como muestra de estudios opinan que el asfalto en frío in situ tiene menor costo en las edificaciones frente a un 36% que mantienen su posición de otorgarle menor costo al asfalto caliente en planta.

**Tabla N° 5**

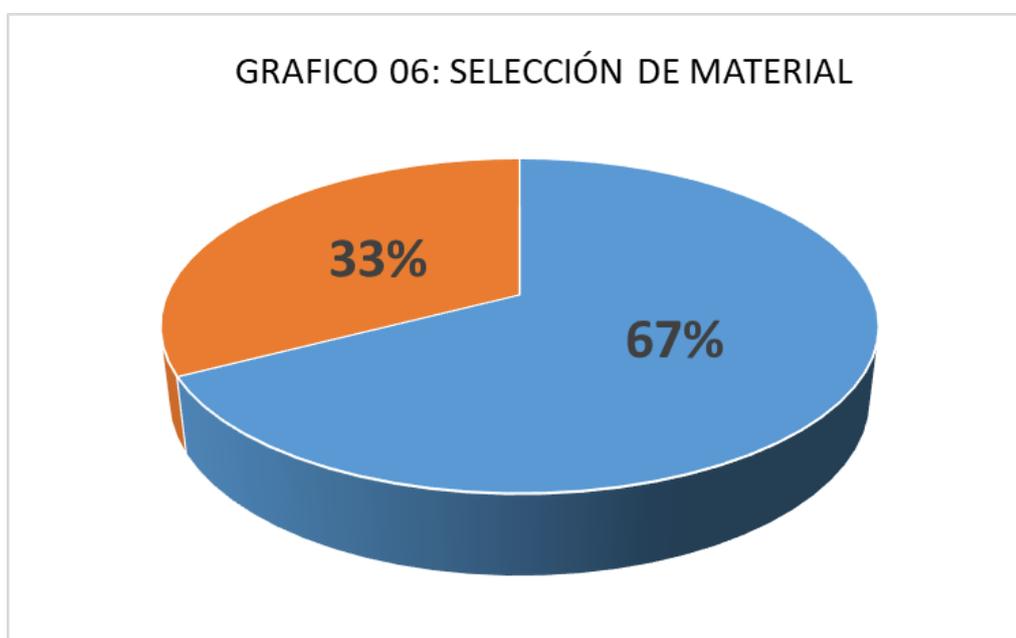
<b>CLIMA FAVORABLE</b>	<b>f (i)</b>	<b>%</b>
Asfalto caliente en planta	136	90,7
Asfalto frio in situ	14	9,3
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>100,0</b>



Se observa en la tabla N° 05 que un significativo 90,7% de técnicos e ingenieros participantes en la muestra en estudio manifiestan que el asfalto caliente en planta es mejor teniendo en consideración el clima de la ciudad de Ica mientras que un reducido 9,3% manifiestan que este clima si es adecuado para hacer trabajos de asfalto frio in situ.

**Tabla N° 6**

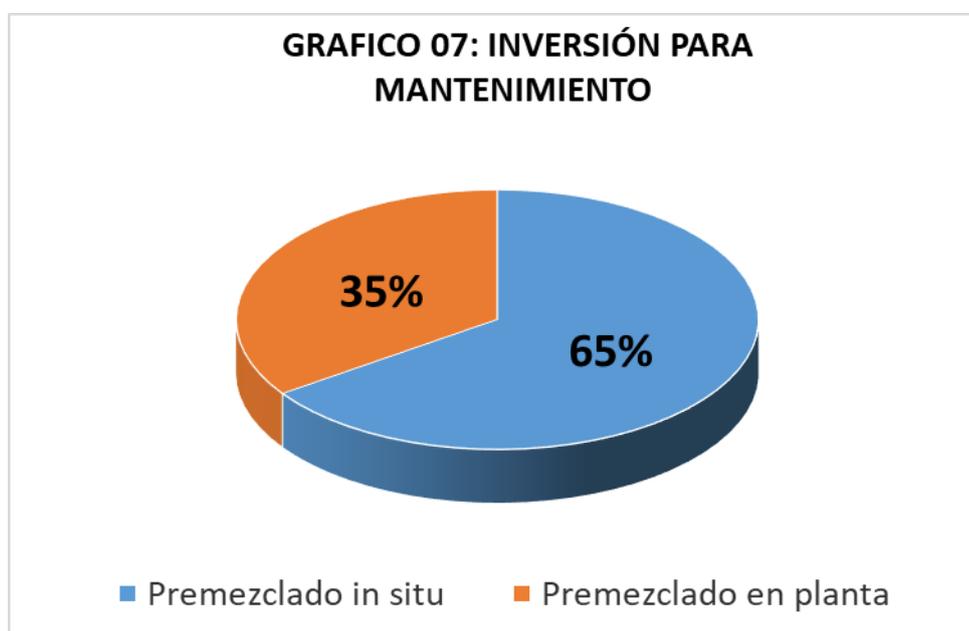
<b>SELECCIÓN DE MATERIAL</b>	<b>f (i)</b>	<b>%</b>
Premezclado in situ	101	67,3
Premezclado en planta	49	32,7
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>100,0</b>



Se observa en la tabla N° 06 que el 67,3% de técnicos e ingenieros que han participado como muestra de estudios opinan que el asfalto caliente hecho en planta es el más seleccionado para realizar trabajos de obras en pavimentos flexibles frente a un 32,7% que mantienen su posición de seleccionar al asfalto frío in situ.

**Tabla N° 7**

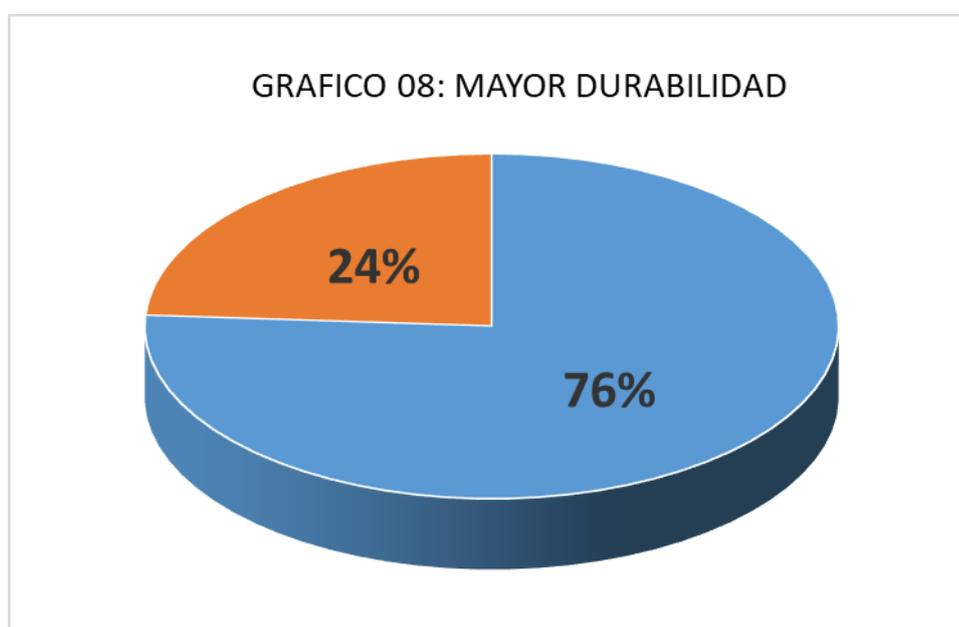
<b>INVERSIÓN PARA MANTENIMIENTO</b>	<b>f (i)</b>	<b>%</b>
Asfalto frio in situ	98	65.3
Asfalto caliente en planta	52	34.7
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>100.0</b>



Se observa en la tabla N° 07 evidenciamos que el 65,3% de técnicos e ingenieros que han participado como muestra de estudios opinan que es mejor invertir en el asfalto frio in situ ya que es mejor trabajar su mantenimiento por utilizar herramientas artesanales para su elaboración y aplicación en obras de pavimentos frente a un 34,7% que mantienen su posición de invertir en asfalto caliente de planta.

**Tabla N° 8**

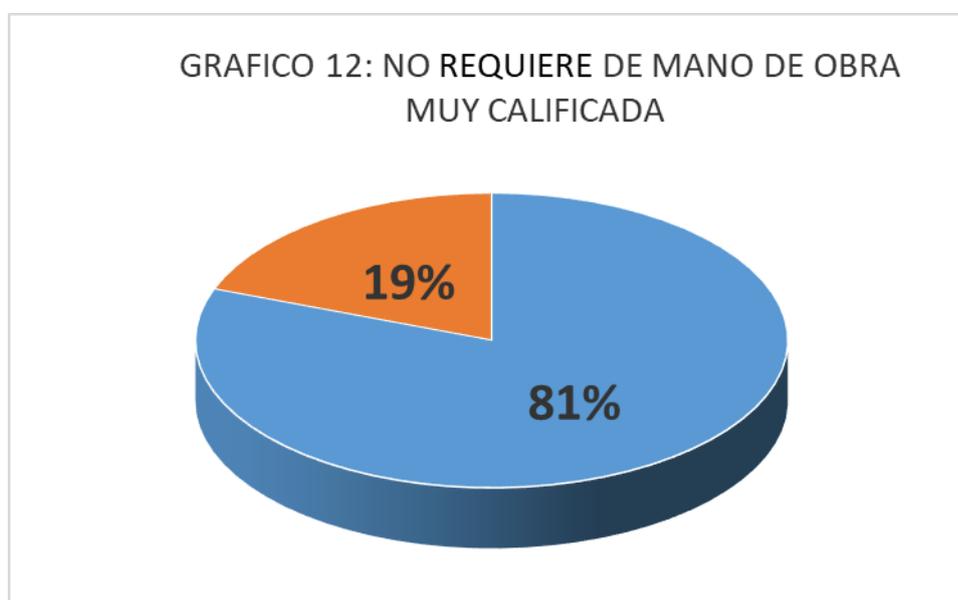
<b>MAYOR DURABILIDAD</b>	<b>f (i)</b>	<b>%</b>
Asfalto caliente en planta	114	76.0
Asfalto frio in situ	36	24.0
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>100.0</b>



Se observa en la tabla N° 08 que el 76,0% de técnicos e ingenieros que han participado como muestra de estudios opinan que el asfalto hecho en planta tiene mayor tiempo de durabilidad frente a un 24,0% que mantienen su posición de otorgarle menor durabilidad al asfalto frio in situ.

**Tabla N° 9**

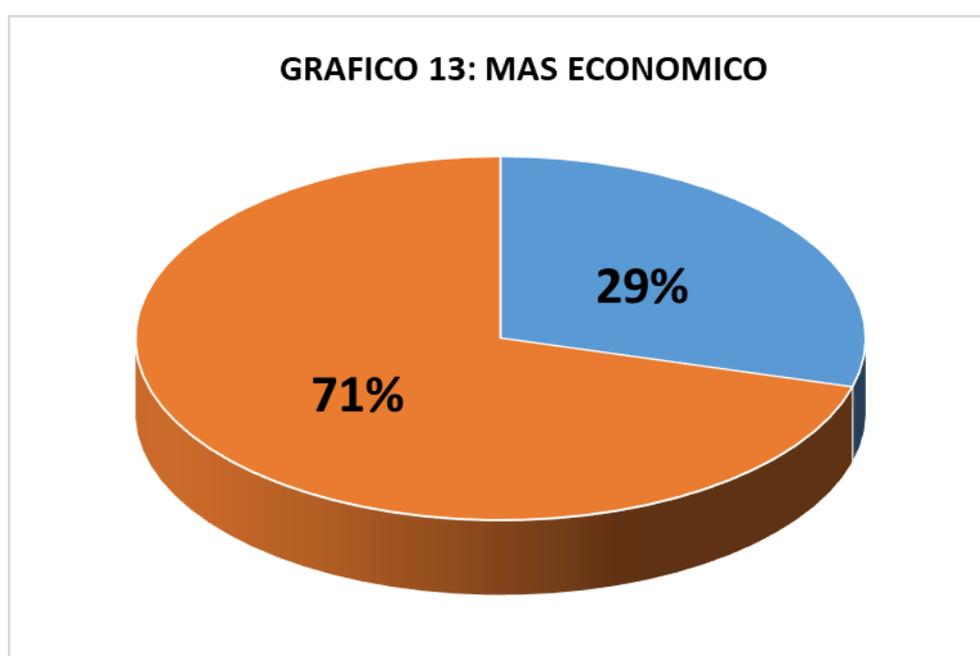
<b>NO REQUIERE MANO DE OBRA MUY CALIFICADA</b>	<b>f (i)</b>	<b>%</b>
Asfalto frío in situ	121	80.7
<b>Asfalto caliente en planta</b>	<b>29</b>	<b>19.3</b>
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>100.0</b>



Se observa en la tabla N° 9 que un significativo 80,7% conformado por técnicos e ingenieros que han participado como muestra de estudios opinan que el asfalto frío in situ no requiere mano de obra calificada solo la supervisión de obra frente a un minoritario 19,3% que sostiene que el asfalto caliente en planta no requiere mano de obra calificada.

**Tabla N° 10**

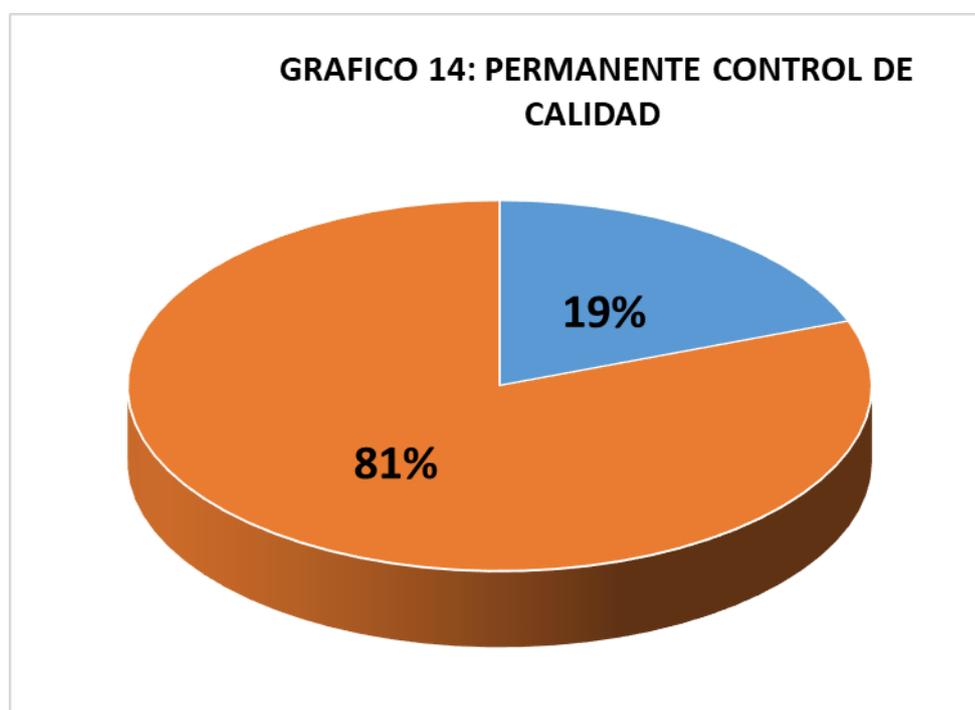
<b>MAS ECONOMICO</b>	<b>f (i)</b>	<b>%</b>
Asfalto frío in situ	44	29.3
Asfalto caliente en planta	106	70.7
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>100.0</b>



Se observa en la tabla N° 10 que el 44% de técnicos e ingenieros que han participado como muestra de estudios opinan que el asfalto frío in situ es más económico en las edificaciones frente a un 70,7% que mantienen su posición de otorgarle menor costo económico al asfalto caliente hecho en planta.

**Tabla N° 11**

<b>PERMANENTE CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>f (i)</b>	<b>%</b>
Asfalto frío in situ	29	19.3
Asfalto caliente en planta	121	80.7
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>100.0</b>



Se observa en la tabla N° 11 que un reducido 19,3% de técnicos e ingenieros que han participado como muestra de estudios opinan que el asfalto frío in situ tiene un permanente control de calidad por parte de los supervisores de obras sin embargo la mayoría de técnicos e ingenieros consideran en un 80,7% que el asfalto caliente en planta es el que mayor control de calidad tiene porque es elaborado en industrias bajo la supervisión de normas de calidad.

**Tabla N° 12**

<b>DEFORMACIONES Y FALLAS CON EL TIEMPO</b>	<b>f (i)</b>	<b>%</b>
Asfalto in situ	79	52.7
Asfalto en planta	71	47.3
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>100.0</b>



Se observa en la tabla N° 12 que el 52,7% de técnicos e ingenieros que han participado como muestra de estudios opinan que el asfalto in situ sufre mayores deformaciones en los pavimentos flexibles frente a un 47,3% quienes manifiestan que es el asfalto en planta. Observándose una mínima diferencia en opiniones.

### 4.3. CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

Para la contrastación de las hipótesis, se utilizó la prueba estadística de significancia del Chi – Cuadrado ( $\chi^2$ ) de Pearson, con la finalidad de establecer la relación que existe entre las dos variables categóricas a un nivel de confianza del 95% y significancia del 5%. La prueba de Chi cuadrado no considera relaciones causales, para ello se calcula por medio de una tabulación cruzada, que es un cuadro de dos dimensiones, y cada dimensión contiene una variable, a su vez cada variable se divide en sub categorías, en la tabla de contingencia se anotan las frecuencias observadas de la muestra, posteriormente se calcula las frecuencias esperadas y finalmente se compara ambas frecuencias. El chi cuadrado parte del supuesto sobre la “no relación entre las variables”. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

**Dónde:**

$\Sigma$ = Significa sumatoria

$f_o$  = frecuencia observada en cada celda

$f_e$  = frecuencia esperada en cada celda

La interpretación de esta prueba, proviene de la distribución muestral denominada  $\chi^2$  donde los resultados obtenidos en la muestra están identificados por los grados de libertad (GL), el cual se halla mediante la siguiente fórmula:

$$GL = (F-1)(C-1)$$

**Dónde:**

F = número de filas del cuadro de contingencia

C = número de columnas del cuadro de contingencia

Se asume un nivel de significación: 0,05

Para la contratación de las hipótesis se rechaza  $H_0$  cuando:  $X^2_c > X^2_t$  ; en caso contrario se acepta.

**Dónde:**

$X^2_c$  = Chi cuadrado calculado

$X^2_t$  = Chi cuadrado teórico

Planteamos las siguientes hipótesis estadísticas:

**4.3.1. HIPÓTESIS GENERAL**

$H_0$  El asfalto hecho en planta no es óptimo con relación al asfalto preparado in situ, por sus mejores condiciones de calidad, tiempos de fabricación y costos, en los pavimentos flexibles en la zona urbana de la ciudad de Ica.

$H_G$  El asfalto hecho en planta es óptimo con relación al asfalto preparado in situ, por sus mejores condiciones de calidad, tiempos de fabricación y costos, en los pavimentos flexibles en la zona urbana de la ciudad de Ica.

**Tabla N° 16**

**Distribución del asfalto hecho en planta y su relación significativa con el asfalto preparado in situ.**

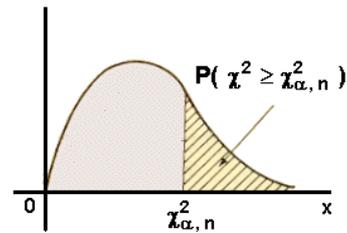
ASFALTO HECHO EN PLANTA	ASFALTO PREPARADO IN SITU		
	SI	NO	Total
SI	88	8	96
NO	40	14	54
<b>TOTAL</b>	<b>128</b>	<b>22</b>	<b>150</b>

Fuente: Elaboración propia.

## CHI CUADRADO CALCULADO DE LA HIPOTESIS GENERAL

Celda número	$f_o$	$f_e$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
1	88	81,92	6,1	0,5
3	8	14,08	-6,1	2,6
4	40	46,08	-6,1	0,8
6	14	7,92	6,1	4,7
			$\chi^2$	8,55

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$



$\chi^2_c = 8,55$  (valor de Chi cuadrado calculado)

G.L. =  $(F-1)(C-1) = (2-1)(2-1) = 1$

G.L. =

Nivel de significación  $(\alpha) = 0,05$

$\chi^2_t = 3,84$  (valor de Chi cuadrado teórico)

$\chi^2_c > \chi^2_t$

$8,55 > 3,84$

### Decisión:

Para la aprobación de la hipótesis se diferenció el valor del Chi cuadrado calculado con el valor de Chi cuadrado teórico, considerando un nivel de significancia de 0,05% y 1 grado de libertad rechazándose la hipótesis nula

(H0 aceptándose la hipótesis planteada (HG), por lo que se determina que El asfalto hecho en planta es óptimo con relación al asfalto preparado in situ, por sus mejores condiciones de calidad, tiempos de fabricación y costos, en los pavimentos flexibles en la zona urbana de la ciudad de Ica.

#### 4.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

##### Hipótesis Específica 1

Ho Las características físicas y químicas de los agregados no intervienen en la resistencia de los pavimentos flexibles.

H<sub>1</sub> Las características físicas y químicas de los agregados intervienen en la resistencia de la carpeta asfáltica.

Tabla N° 17

Distribución de las características físicas y químicas y resistencia de pavimentos flexibles

#### CHI CUADRADO CALCULADO DE LA HIPOTESIS GENERAL

Celda número	f <sub>o</sub>	f <sub>e</sub>	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
1	88	81,92	6,1	0,5
3	8	14,08	-6,1	2,6
4	40	46,08	-6,1	0,8
6	14	7,92	6,1	4,7
			<b>X<sup>2</sup></b>	<b>8,55</b>

Fuente: Elaboración propia.

## CHI CUADRADO CALCULADO DE LA HIPOTESIS ESPECIFICA 1

Celda				
número	$f_o$	$f_e$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
1	101	95,76	5,2	0,3
3	13	18,24	-5,2	1,5
4	25	30,24	-5,2	0,9
6	11	5,76	5,2	4,8
$\chi^2$				7,47

$\chi^2_c = 7,47$  (valor de Chi cuadrado calculado)

$G.L. = (F-1)(C-1) = (2-1)(2-1) = 1$

$G.L. = 1$

Nivel de significación ( $\alpha$ ) = 0,05

$\chi^2_t = 3,84$  (valor de Chi cuadrado teórico)

$\chi^2_c > \chi^2_t$

### Decisión:

Para la validación de la hipótesis se contrastó el valor del Chi cuadrado calculado con el valor de Chi cuadrado teórico, considerando un nivel de significancia de 0,05% y 1 grado de libertad se rechazándose la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis planteada ( $H_1$ ), por lo que se determina Las características físicas y químicas de los agregados intervienen en la resistencia de los pavimentos flexibles en la zona urbana de la ciudad de Ica.

### Hipótesis Específica 2

$H_0$  El asfalto in situ no tiene mayor duración en la preparación que el asfalto hecho en planta

$H_2$  El asfalto in situ tiene mayor duración en la preparación que el asfalto hecho en planta

**Tabla N° 18**

**Distribución del asfalto in situ y preparación de asfalto en planta**

ASFALTO IN SITU	MAYOR DURACIÓN		
	SI	NO	Total
SI	110	7	<b>117</b>
NO	25	8	<b>33</b>
<b>TOTAL</b>	<b>135</b>	<b>15</b>	<b>150</b>

Fuente: Elaboración propia.

**CHI CUADRADO CALCULADO DE LA HIPOTESIS ESPECÍFICA 2**

Celda	f <sub>o</sub>	f <sub>e</sub>	$(f_o - f_e)^2$	$(f_o - f_e)^2$
número				f <sub>e</sub>
1	110	105,30	4,7	0,2
3	7	11,70	-4,7	1,9
4	25	29,70	-4,7	0,7
6	8	3,30	4,7	6,7
<b>X<sup>2</sup></b>				<b>9,54</b>

X<sup>2</sup> c= 9,54 (valor de Chi cuadrado calculado)

$$G.L = (F-1)(C-1) = (2-1)(2-1) = 1$$

$$G.L. = 1$$

Nivel de significación (α) = 0,05

X<sup>2</sup>t = 3,84 (valor de Chi cuadrado teórico)

$$X^2 c > X^2 t$$

$$9,54 > 3,84$$

### **Decisión:**

Para la validación de la hipótesis se contrastó el valor del Chi cuadrado calculado con el valor de Chi cuadrado teórico, considerando un nivel de significancia de 0,05% y 1 grado de libertad se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis planteada (H2), por lo que se determina que El asfalto in situ tiene mayor duración en la preparación que el asfalto hecho en planta en la zona urbana de la ciudad de Ica.

### **Hipótesis Específica 3**

Ho El asfalto in situ no tiene mayor duración durante el traslado que el asfalto hecho en planta

H<sub>3</sub> El asfalto in situ tiene mayor duración durante el traslado que el asfalto hecho en planta

**Tabla N° 19**

**Distribución del asfalto in situ con el traslado del asfalto hecho en planta**

ASFALTO IN SITU	TRASLADO DE ASFALTO HECHO EN PLANTA		Total
	SI	NO	
SI	80	16	<b>96</b>
NO	35	19	<b>54</b>
<b>TOTAL</b>	<b>115</b>	<b>35</b>	<b>150</b>

Fuente: Elaboración propia.

### CHI CUADRADO CALCULADO DE LA HIPOTESIS ESPECÍFICA 3

Celda				
número	$f_o$	$f_e$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
1	80	73,60	6,4	0,6
3	16	22,40	-6,4	1,8
4	35	41,40	-6,4	1,0
6	19	12,60	6,4	3,3
			$\chi^2$	6,63

$\chi^2_c = 6,63$  (valor de Chi cuadrado calculado)

$G.L. = (F-1)(C-1) = (2-1)(2-1) = 1$

$G.L. = 1$

Nivel de significación ( $\alpha$ ) = 0,05

$\chi^2_t = 3,84$  (valor de Chi cuadrado teórico)

$\chi^2_c > \chi^2_t$

$6,63 > 3,84$

#### Decisión:

Para la validación de la hipótesis se contrastó el valor del Chi cuadrado calculado con el valor de  $\chi^2_t$  (Chi cuadrado teórico), considerando un nivel de significancia de 0,05% y 1 grado de libertad se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis planteada ( $H_3$ ), por lo que se determina que El asfalto in situ tiene mayor duración durante el traslado que el asfalto hecho en planta en la zona urbana de la ciudad de Ica.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN

Con los resultados de la contrastación de hipótesis podemos manifestar que:

Se confirma la hipótesis general con un valor de Chi cuadrado obtenido de 8,55 por lo que se valida que el concreto premezclado es óptimo en relación al concreto preparado in situ, por las mayores condiciones de calidad, tiempos de fabricación y costos, en los pavimentos flexibles en la zona urbana de la ciudad de Ica.

Confirmando lo sostenido por Yrvin y Jacono quienes concluyen que el aumento de la productividad por el indicador: m<sup>2</sup> de asfalto hecho en planta despachado por horas – hombre se mejoró de 1,47m<sup>2</sup>/hh a 1,85 m<sup>2</sup>/hh, conjuntamente el índice de atención al cliente mejoró considerablemente, por el trabajo planificado por cada una de las áreas.

Asimismo se confirma la primera hipótesis específica que las características físicas y químicas de los agregados intervienen en la resistencia de los pavimentos. Validando lo investigado por Eduardo Pinchi quien concluye que las propiedades físicas que presentan los agregados gruesos y finos provenientes de las canteras del río cumplen con las exigencias técnicas y normativas para el diseño de asfalto.  $7,47 > 3,84$

Se valida la segunda hipótesis específica que el asfalto in situ tiene mayor duración en la preparación que el asfalto hecho en planta, debemos considerar lo planteado por Harsem quien sostiene que el tiempo mínimo de mezclado del asfalto es función de la cantidad a preparar y del número de revoluciones de la maquina.  $9,54 > 3,84$

Finalmente se valida la tercera hipótesis específica que el asfalto in situ tiene mayor duración durante el traslado que el asfalto hecho en planta.  $6,63 > 3,84$

## CONCLUSIONES

De los objetivos propuestos llegamos a las siguientes conclusiones:

### **PRIMERA:**

Se demostró que el uso del asfalto hecho en planta es el más óptimo en relación con el asfalto in situ que se preparan para pavimentos flexibles, en la zona urbana de la ciudad de Ica. Esto muchas veces debido a los factores climáticos propios de la ciudad de Ica.

### **SEGUNDA:**

Las características físicas y químicas de los agregados extraídos de las canteras son más atribuibles a una preparación in situ donde existe mejor manejo y mayor experiencia por parte de los involucrados en las obras de pavimentos flexibles en la ciudad de Ica.

### **TERCERA:**

Al comparar el tiempo de preparación del asfalto in situ con el asfalto hecho en planta, prevalece mayor aceptación en el tiempo que se emplea en el mismo lugar de la construcción donde se va dando forma y control de tiempo de exposición de los materiales de acuerdo a las características de las obras.

### **CUARTA:**

Asimismo los técnicos e ingenieros que han participado en esta investigación coinciden que el tiempo de duración en el traslado del asfalto hecho en planta a la obra es un factor limitante para no utilizar este tipo de asfalto en planta considerando que se ahorra tiempo en el traslado de materiales asfálticos en planta, razón por la cual optan por trabajar con la preparación del asfalto in situ donde las obras están muy alejadas de la ciudad.

## **RECOMENDACIONES**

Se sugiere a los profesionales Ingenieros civiles que en cada pavimento que realicen capaciten al personal técnico y obrero a fin de mejorar la resistencia que tienen frente al asfalto hecho en planta.

Se sugiere a los centros comerciales que expenden los materiales asfaltos hechos en planta realizar mayor difusión a los productos para pavimentos de tal manera que se promueva el uso de este material a fin de que en futuras investigaciones se puede hacer un estudio comparativo entre las aplicaciones de los dos tipos de materiales.

A los albañiles se les sugiere ilustrarse y actualizarse de acuerdo a los cambios que se van suscitando con respecto al mundo de la construcción y en lo que a materiales se refieren.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Torrent, Rodríguez Luis Revista de las construcciones 2. Flinn, R y Trojan, P Materiales de Ingeniería y sus Aplicaciones. Edit. Mc.Graw Hill – Edició. Mexico.1986. 3.
2. Legget, R y Karrow, P Geología Aplicada a la Ingeniería Civil Editorial McGraw-Hill. Mexico. 1986.
3. MUÑOZ, A. Apuntes del curso Ingeniería Antisísmica. Lima: PUCP, 2015.
4. Ruiz Bolivar, 2005 pág. 12)
5. Palella Stracuzzi, y otros, 2012 pág. 169.
6. Manual del Asfalto USA y experiencia de aplicación en países de Europa y Sudamérica.
7. HERNÁNDEZ, R. Metodología de la Investigación. Sexta edición. México D.F. 2014.

## ANEXOS

### ANEXO N°01 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN	HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES	DIMENSIONES
¿El asfalto en caliente es óptimo con relación al asfalto en frío preparado in situ, por sus mejores condiciones de calidad, tiempos de fabricación y costos, en los pavimentos en la zona urbana de la ciudad de Ica?	- Analizar el pavimento flexible circundante al centro urbano de la ciudad verificar las fallas superficiales presentadas, en las vías del centro urbano de Ica.	El asfalto en caliente es óptimo con relación al asfalto en frío preparado in situ, por sus mejores condiciones de calidad, tiempos de fabricación y costos, en los pavimentos en la zona urbana de la ciudad de Ica.	Independiente Asfalto en frío obtenido por el método convencional, en relación con el asfalto en caliente. Dependiente Propiedades físicas y mecánicas del asfalto en caliente preparado en planta con el método convencional. Intervinientes Factor climatológico y mala calidad del Petróleo crudo mal almacenado. Intermedia Costo y tiempo	Resistencia en los pavimentos flexibles.  Durabilidad, tiempo y costo
¿Las características físicas y químicas de los agregados intervienen en la resistencia de los pavimentos de la ciudad de Ica? ¿El asfalto en frío in situ tiene mayor duración en la preparación que el asfalto en caliente hecho en la planta de la ciudad de Ica? ¿El asfalto en frío in situ tiene mayor duración durante el traslado que el asfalto en caliente trasladado de la planta en la ciudad de Ica?	Analizar los pavimentos del casco urbano y determinar los niveles de fallas del pavimento desde el más simple al más complejo Recomendar los mantenimientos que debería tener, así como las reparaciones de los pavimentos Analizar la sostenibilidad de los pavimentos para que puedan cumplir su ciclo de vida y que no sea muy antieconómica la reconstrucción.	Las características físicas y químicas de los agregados intervienen en la resistencia de los pavimentos de la ciudad de Ica. El asfalto en frío in situ tiene mayor duración en la preparación que el asfalto en caliente hecho en la planta de la ciudad de Ica. El asfalto en frío in situ tiene mayor duración durante el traslado que el asfalto en caliente trasladado de la planta en la ciudad de Ica.		Clima y material  Fácil acceso y seguridad tiempo y costo

## ANEXO N° 02: INSTRUMENTO

<b>PREGUNTAS</b>	<b>Concreto premezclado in situ y puesto en obra</b>	<b>Concreto preparado en planta antes de ser colocado en obra</b>
Resistencia en edificaciones		
Mejor resistencia a la comprensión		
Ahorro de tiempo en el vaciado		
Menor costo		
Clima favorable para su proceso de calidad		
Importancia de la selección del material		
Durable a lo largo del tiempo y no requiere de una gran inversión para su mantenimiento		
Mayor durabilidad		
Resistencia al efecto del agua		
Resistencia al fuego		
Mejor forma para un encofrado adecuado		
No requiere mano de obra muy calificada.		
Más económico		
Permanente control de calidad		
Deformaciones variable con el tiempo		

### ANEXO N° 03: FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR UN EXPERTO

Estimado profesional, usted ha sido invitado a participar en el proceso de evaluación de un instrumento para investigación en humanos. En razón a ello se le alcanza el instrumento motivo de evaluación y el presente formato que servirá para que usted pueda hacernos llegar sus apreciaciones para cada ítem del instrumento de investigación.

Agradecemos de antemano sus aportes que permitirán validar el instrumento y obtener información válida, criterio requerido para toda investigación.

A continuación sírvase identificar el ítem o pregunta y conteste marcando con un aspa en la casilla que usted considere conveniente y además puede hacernos llegar alguna otra apreciación en la columna de observaciones.

Edad:

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>	
		Si	No	Si	No	Si	No
1	Resistencia en edificaciones						
2	Mejor resistencia a la comprensión						
3	Ahorro de tiempo en el vaciado						
4	Menor costo						
5	Clima favorable para su proceso de calidad						
6	Importancia de la selección del material						
7	Durable a lo largo del tiempo y no requiere de una gran						
8	Mayor durabilidad						
9	Resistencia al efecto del agua						
10	Resistencia al fuego						
11	Mejor forma para un encofrado adecuado						
12	No requiere mano de obra muy calificada.						
13	Más económico						
14	Permanente control de calidad						
15	Deformaciones variable con el tiempo						

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [ ]   Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: .....

DNI:.....

Especialidad del validador:.....

**1Pertinencia:El ítem corresponde al concepto teórico formulado.**

<p>1 Pertinencia:El ítem corresponde al concepto teórico formulado.</p> <p>2 Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo</p> <p>3 Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo</p> <p>Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión</p>	<p>_____</p> <p><b>FIRMA DEL EXPERTO</b></p>
---	--

ANEXO N° 04: PANEL FOTOGRAFICO

