



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

**TESIS**

**EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA  
AVENIDA ARENALES DESDE EL CRUCE CON LA CALLE  
CHOTA HASTA LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR,  
PROVINCIA DE ICA, 2017.**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**VÁSQUEZ CHÁVEZ, FRANCO FERNANDO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**ICA - PERÚ**

**2017**

**DEDICATORIA:**

A Dios, todo poderoso, quien me orienta para culminar con una de mis metas profesionales.

**AGRADECIMIENTO:**

Un agradecimiento especial a mi familia, por guiar nuestra formación profesional con buenos sentimientos, hábitos y valores.

#### **RECONOCIMIENTO:**

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Universidad Alas Peruanas de Ica, quienes asesoraron y apoyaron la realización del presente trabajo de investigación.

# ÍNDICE

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RECONOCIMIENTO	iv
ÍNDICE	v
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	x

## CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.2.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL	4
1.2.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL	4
1.3. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	4
1.3.1. PROBLEMA GENERAL	4
1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	4
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES	5
1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL	5
1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	6
1.5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	6
1.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.6.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	7

a) TIPO DE INVESTIGACIÓN	7
b) NIVEL DE INVESTIGACIÓN	7
1.6.2 MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	7
a) MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	7
b) DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	8
1.6.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	8
a) POBLACIÓN	8
b) MUESTRA	9
1.6.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	9
a) TÉCNICAS	9
b) INSTRUMENTOS	10
1.6.5 JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIONES	10
a) JUSTIFICACIÓN	10
b) IMPORTANCIA	10

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	11
2.2 BASES TEÓRICAS	17
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	57

## **CAPÍTULO III PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

3.1 CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO	59
3.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES	61

**CAPÍTULO IV**  
**PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS**

4.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL	77
---------------------------------	----

**CAPÍTULO V**  
**DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

DISCUSIÓN DE RESULTADOS	83
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	85
FUENTES DE INFORMACIÓN	86
<b>ANEXOS</b>	<b>88</b>
MATRIZ DE CONSISTENCIA	89
ENCUESTAS – CUESTIONARIOS – ENTREVISTAS	90
ESTUDIO DE TRÁFICO	91

## **RESUMEN**

### **EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA ARENALES DESDE EL CRUCE CON LA CALLE CHOTA HASTA LA ANTIGUA PANAMERICA SUR, PROVINCIA DE ICA, 2017.**

La investigación tuvo como objetivo general evaluar el nivel de mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.

Para llevar a cabo este trabajo científico se aplicó el método de análisis documental y de trabajo de campo para obtener los datos necesarios que nos conlleve a las conclusiones a partir de ellos, se incorporó el tipo de investigación denominado cuantitativa y aplicativo. La investigación es prospectiva, no experimental de corte transversal y descriptivo – evaluativo. El tamaño muestral quedó conformado por 80 trabajadores de la constructora Arenales quienes están a cargo de este proyecto.

Se concluyó que la preparación y rehabilitación es un proceso que contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017, esta influencia es significativa en un 67.1% pero no determina el comportamiento futuro de la preparación en el mejoramiento de pavimento debido a que los trabajadores no cuentan con toda la información disponible y no conocen la calidad que deben tener los materiales.

#### **Palabras clave:**

Pavimento, Preparación, Rehabilitación, Mantenimiento.



## **ABSTRACT**

EVALUATION OF THE IMPROVEMENT OF THE PAVING OF AVENIDA ARENALES FROM THE CROSSING WITH THE STREET COPS TO THE OLD SOUTH PANAMERICA, PROVINCE OF ICA, 2017.

The research had as objective assess the level of improves of the pavement in the Av. Arenales from the crossing with the Chota street until the old Pan American South, province of Ica, year 2017.

The documentary analysis and field work method was applied, the type of investigation joined called quantitative and application. Research is not experimental, prospective cross-sectional and descriptive - cutting evaluation.

It was concluded that the preparation and rehabilitation is a process that contributes significantly in the improvement of the pavement in Av. Arenales from the intersection with Chota street to the Antigua Panamericana Sur, province of Ica, year 2017, this influence is significant in a 67.1 % but does not determine the future behavior of the preparation in the improvement of pavement because the workers do not have all the available information and do not know the quality that the materials must have.

### **Keywords:**

Pavement, Preparation, Rehabilitation and Maintenance.

## INTRODUCCIÓN

La reconstrucción de grietas en las capas de recubrimiento de pavimentos simboliza un serio desafío asociado a la rehabilitación de pavimentos, siendo un problema trascendental e incidente en el desarrollo de la vida útil de los pavimentos; por lo tanto en la tesis se propone evaluar el mejoramiento que se viene realizando a la Avenida Arenales como parte de una alternativa de solución para embellecer y darle funcionalidad a esta avenida, además de otros beneficios que prolongan la vida útil del pavimento.

El proyecto se inició a partir del estudio de suelos realizado por el Ing. Arturo Godoy Pereyra quien desarrolló el estudio de suelos que ha realizado con fines de pavimentación requerido para determinar las propiedades, el comportamiento y soporte del suelo del proyecto mejoramiento de pistas y veredas de la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, el referido proyecto se consideró viable el 10 de octubre del año 2006.

A partir de esta premisa fue el motivo que indujeron a centralizarnos en la descripción y evaluación de este proyecto en cada una de sus fases como son preparación, rehabilitación y mantenimiento.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

### 1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Se ha observado que las carreteras de la Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y las carreteras de la Red Vial Vecinal o Rural no tienen igual preferencia en las inversiones para la ejecución de obras de infraestructura vial, mantenimiento o rehabilitación. A pesar de que un porcentaje de las carreteras de bajo espesor lo conceden la Red Vial Departamental o Regional y, en especial, las carreteras de la Red Vial Vecinal o Rural se debería considerar, desde el punto de vista de conectividad e integralidad entre centros poblados del país, dichas redes viales de importancia.

Las redes viales de mayor escala como los departamentales y nacionales pierden importancia sin la presencia de la red vial vecinal. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones como parte de su política de mantenimiento y conservación de la Red Vial Nacional, ejecuta trabajos de perfección de las carreteras de bajo volumen de tránsito, en la que sólo se realiza el mejoramiento de la superficie de rodadura sin modificar la geometría vial y la mayoría de este tipo de carreteras tienen un diseño geométrico que se ajusta a las condiciones geográficas del terreno, además en este tipo de carreteras se observa, que la elección del instante en la cual se debe efectuar la intervención de conservación periódica, no se realiza en base a las condiciones existentes de la carretera y las estrategias de expansión y mantenimiento. Razón por la cual se requieren métodos de evaluación de pavimentos en carreteras de bajo volumen de tránsito, que facilite las labores de gerenciamiento del mantenimiento vial, de esta manera se propone hacer uso efectivo de los recursos económicos restringidos, al identificar adecuadamente las fallas de los

pavimentos a ser tratados, empleando los tratamientos adecuados dentro del marco de tiempo más propicio.

Con la intención de preservar las inversiones realizadas en la infraestructura vial de las calzadas de bajo espesor de tránsito, se observa que el monitoreo del proceder del pavimento y la política orientada a satisfacer las insuficiencias de los usuarios son aplicadas con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), único parámetro de medición de la serviciabilidad, la cual se considera que no es bastante, para decidir cuándo se necesita realizar mantenimiento y rehabilitación.

En las carreteras de bajo volumen de tránsito (BVT), no se cuenta con una metodología beneficiosa que permita orientar la evaluación y control de los mejoramientos por niveles de servicio. Las metodologías foráneas existentes, deben ser modernas para su empleo y ejecución de políticas de trabajo, en base a estudios de investigación que contribuyan al sostenimiento y uso de los recursos convenientemente, razón por la cual se requieren métodos que conducen a una cuantificación numérica del estado de los pavimentos.

El método de evaluación superficial más difundido en nuestro medio es el PCI; a pesar de que en Mayo del 2001 el MTC presentó un Proyecto del Sistema de Gestión de Carreteras, en la cual considera el catálogo para pavimentos flexibles procedente del método VIZIR (Ministerio de Transportes, 2001). Además no existen métodos de evaluación superficial de pavimentos básicos, adecuados como estrategia de conservación y mantenimiento de carreteras de bajo volumen de tránsito, que permita determinar las necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición del pavimento básico.

En el Perú se viene elaborando una serie de proyectos en nuestra capital como en nuestras provincias.

Por un monto de S/. 7' 294,146.78 Soles la MUNICIPALIDAD DE ICA OTORGÓ BUENA PRO A LA EMPRESA "CONSORCIO ARENALES" PARA INICIAR CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN LA AVENIDA

ARENALES La Municipalidad Provincial de Ica, otorgó la BUENA PRO del proyecto: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AVENIDA ARENALES COMPRENDIDO DESDE LA CALLE CHOTA HASTA LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, DISTRITO DE ICA, PROVINCIA DE ICA – ICA”, en acto público realizado, en el Salón de Actos MPI, teniendo como resultando a la empresa ganadora “CONSORCIO ARENALES”, presentando la propuesta de S/. 7’294,146.78 Soles, para la ejecución del proyecto indicado. El Lic. Adm. Carlos Ramos Loayza, alcalde de la Municipalidad Provincial de Ica y su cuerpo de regidores, invocan la perspicacia de la ciudadanía en general, y en especial, de los señores transportistas, por el tiempo que solicitud cumplir con los procedimientos y los plazos de ley, enmarcados en el Sistema Nacional de Inversión Pública y el Sistema de Administración Financiera, proceso que se ha publicado, en sus diferentes etapas, en el portal del Sistema Electrónico de Adquisiciones y Contrataciones del Estado – SEACE.

Se estima que, en la primera semana de agosto del presente año, la empresa “CONSORCIO ARENALES”, luego de la firma de contrato y otros procedimientos de ley, empiece con la construcción de pistas y veredas de la Avenida Arenales; que contará con dos vías de tres carriles cada una; por lo que se están realizando las combinaciones para que los trabajos se desarrollen en una primera vía, dejando la segunda para el normal desplazamiento de miles de vehículos.

Se ha venido observando que las pistas de la Avenida Arenales están completamente deterioradas por lo que es necesario realizar una evaluación sobre el mejoramiento de las pistas y veredas para determinar si el trabajo que se viene realizando satisface las necesidades de los pobladores.

## **1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Espacial**

La investigación se realizó en la Avenida Arenales, provincia y departamento de Ica.

### **1.2.2 Temporal**

La presente investigación se llevó a cabo durante los meses de enero a julio del año 2017

## **1.3 PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1 Problema General**

¿En qué nivel se viene mejorando el pavimento de la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017?

### **1.3.2 Problemas Específicos**

¿En qué nivel el proceso de preparación viene mejorando el pavimento de la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017?

¿En qué nivel el proceso de rehabilitación viene mejorando el pavimento de la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017?

¿En qué nivel el proceso de mantenimiento viene mejorando el pavimento de la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017?

## **1.4 Objetivos de la Investigación:**

### **1.4.1 Objetivo General:**

Evaluar el nivel de mantenimiento del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

Describir el proceso de preparación para la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.

Investigar sobre el proceso de rehabilitación para la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.

Determinar si el proceso de mantenimiento mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.

## **1.5 HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **1.5.1 Hipótesis general**

El pavimento de la avenida Arenales se viene mejorando de manera significativa para beneficio de los pobladores desde el cruce con la calle Chota hasta la antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, 2017.

### 1.5.2 Hipótesis específicas

La preparación es un proceso que contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.

La rehabilitación es un proceso que contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.

El mantenimiento es un proceso que contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.

### 1.5.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
PAVIMENTO	PREPARACIÓN	Información disponible Análisis de tráfico Calidad de materiales Estudio de suelos
	REHABILITACIÓN	Rehabilitación superficial Rehabilitación estructural
	MANTENIMIENTO	Fallas de la vía Cargas de tráfico

*Fuente: Elaboración propia*



## **1.6 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **a) Tipo de Investigación**

De acuerdo con la situación que se estudió, se incorporó el tipo de investigación denominado cuantitativa, no experimental y aplicativo el cual radicó en describir contextos y eventos, decir cómo es y cómo se publicó determinado fenómeno.

#### **b) Nivel de Investigación**

El tipo de investigación es descriptiva y evaluativa ya que alcanzó la descripción, registro, análisis e interpretación del objeto que se estudió, tales como aspectos detallados del mejoramiento de las pistas y veredas de la Avenida Arenales.

### **1.6.2 MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:**

#### **a) Método de investigación**

Se aplicó el método de análisis documental y de trabajo de campo. Para la preparación del trabajo de investigación se aplicó la siguiente estrategia:

Se determinó del tema de investigación, teniendo en cuenta la materia de Ingeniero civil.

Se estableció las necesidades de información y la consecuente accesibilidad y disponibilidad de la misma.

Se consultó con los profesores de los cursos de la especialidad y profesionales del medio.

Se formuló un documento preliminar a discutir como borrador de trabajo.

Se estructuró los problemas de investigación, objetivos e hipótesis, de acuerdo con las normas de la metodología de la investigación científica.

Se seleccionó y operacionalizó las variables según los indicadores que se fueron mejorando de acuerdo a las necesidades de la investigación en la etapa de preparación del documento final.

Se formuló un marco teórico, en el que se tomo en cuenta las variables de estudio.

La obtención de los datos mediante aplicación de los instrumentos de obtención de datos en el trabajo de campo.

Tabularon, sistematizaron y analizaron datos mediante la aplicación de las técnicas y estadísticas correspondientes.

Obtuvieron y redactaron las conclusiones y recomendaciones.

Elaboración, formulación y presentación del documento final, previa revisión del Docente Asesor

### **b) Diseño de investigación**

La investigación es prospectiva, no experimental de corte transversal y descriptivo – evaluativo.

## **1.6.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **a) Población**

Hernández R. (2010) conceptualiza la población como “Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. (P.174).

En esta investigación la población quedó definida por los trabajadores de la constructora Arenales quienes son los que están ejecutando este proyecto.

#### **b) Muestra**

La muestra es la parte significativa de la población en vista que tiene rasgos similares al de la totalidad, tal como define Balestrine (2006): "Una muestra es un subgrupo de la población o un sub conjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población."

El tamaño muestral quedo conformado por 80 trabajadores de la constructora Arenales, incluido el suscrito, quienes son los que están ejecutando este proyecto.

### **1.6.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **a) Técnicas**

##### **- Análisis documental.**

Esta técnica se utilizó, para registrar la información necesaria de los reportes, libros, informes, registros y otros documentos que fueron de gran importancia para recabar información de interés para la elaboración de esta investigación.

- **Observación:** Es un proceso intelectual que requirió un acto de atención, es decir una concentración selectiva de la actividad mental según indicadores previamente establecidos.

##### **- Encuesta.**

Esta técnica permitió rescatar datos puntuales y más estructurados a través de preguntas que fueron formuladas de acuerdo con la investigación, esto fue un gran apoyo porque se pudo evaluar la variable de estudios.

### **b) Instrumentos**

El instrumento que se utilizó fue el cuestionario que fue aplicado a la totalidad de la muestra en estudios con el fin de recolectar datos para ser procesados y obtener los resultados de esta investigación.

## **1.6.5 JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **a) Justificación**

Por varios años, la referida avenida permaneció en estado calamitoso al haber desaparecido gran parte de la carpeta asfáltica, cuyos huecos dificultan el tránsito vehicular y atentan contra el ornato público, teniendo en cuenta que se trata de la vía de ingreso a nuestra ciudad por el lado Norte.

### **b) Importancia**

Esta investigación buscó mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en dicha avenida, comprendió desde la calle Chota hasta la antigua Panamericana Sur.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

- Gamboa (2013). En su tesis titulada: “Mal estado de los pavimentos y su efecto en el tránsito vehicular del distrito de Trujillo, año 2012”, para optar el grado de Magister en Ingeniería Civil en la Universidad César Vallejo, sede Trujillo.

El objetivo del estudio fue determinar el nivel de conocimientos de los pobladores sobre los efectos que puede generar el mal estado de los pavimentos y el efecto en tránsito vehicular del Distrito de Trujillo en cuanto a la pavimentación, así mismo resaltar los beneficios ambientales, socioeconómicos y culturales de dicho proceso de pavimentación.

El tipo de investigación fue descriptiva correlacional, la muestra estuvo conformada por 97 conductores y pasajeros del distrito de Trujillo. Se llegó a la conclusión que los efectos más importantes producidos por el mal estado de los pavimentos que se han podido analizar son: El tráfico vehicular, el malestar de los conductores como de los pasajeros, daños a los diferentes vehículos producidos por los baches, etc.

- Ruíz (2011). En su tesis titulada: Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos, para optar el grado de Magister Reingeniería en la Universidad del Oriente, Venezuela. El objetivo de la investigación fue determinar las patologías producidas en pavimento rígido

en la zona norte de Venezuela, es un estudio descriptivo explicativo y se concluyó que se evidencian deterioros severos en su estructural, lo que justificó elaborar diseños y proyectos y ensayos en laboratorios, para verificar si las características de los materiales utilizados en esta vía son los más adecuados.

- Rodríguez (2009). En su tesis titulada: Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito Castilla, para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad de Piura, Perú. La investigación tiene como objetivo aplicar el método PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Luis Montero. Mil doscientos metros lineales de pista han sido estudiados a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía. Es un estudio descriptivo y se llegó a la conclusión que la Av. Luis Montero tiene un pavimento de estado regular, con un PCI ponderado igual a 49. Esta condición del pavimento se debe gracias a las obras de reparación realizadas el año 2008 que han aminorado la formación de fallas estructurales, dañinas para el pavimento. La mayoría de fallas fueron fallas de tipo funcional, que no afectan al tránsito normal de vehículos, no es necesario disminuir la velocidad libre y no son percibidas por el conductor, pues no causan daños estructurales. Finalmente, aunque no es objetivo de la tesis, se han recomendado algunas técnicas de reparación, de acuerdo con las fallas detectadas, para restituir la carretera a su estado original.
- Álvarez (2008). Análisis y Estudio de la Red vial pavimentada de la Región utilizando el sistema computacional DTIMS.  
El proyecto del presente trabajo busca utilizar los modelos de deterioro para pavimentos asfálticos del sistema HDM-III, implementándolos en un programa moderno de gestión vial denominado DTIMS. Este objetivo se sustenta en el hecho de que el DTIMS, posee modos de operación más prácticos y poderosos que los programas antes mencionados, junto con tener mejores herramientas para manipular los resultados. Una vez que los modelos fueron implementados y validados, se procedió a realizar una

aplicación para una red vial del territorio nacional. La red seleccionada fue la de la I Región del país, la cual fue modelada por 207 tramos homogéneos que representan 16 caminos constituidos por pavimentos de concreto asfálticos.

La aplicación consistió en realizar un análisis con el programa DTIMS para diferentes restricciones presupuestarias y para un escenario sin restricción. Los programas de construcción propuestos por los análisis fueron registrados y estudiados, así como, un conjunto de otros resultados que otorga el programa como son los costos de los tratamientos y la evolución de la condición de la red vial. Los resultados demuestran que los programas de gestión vial como el DTIMS son una excelente herramienta de apoyo en la conformación de eficientes planes de mantención y conservación para las redes viales existentes, recomendando así que en un futuro no tan lejano puedan emplearse permanente por los organismos pertinentes del país.

- Gómez S. (2014). Tesis titulada: Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del Ovalo Grau – Trujillo –La Libertad.

En la actualidad, se ha originado el incremento del parque automotriz en nuestra ciudad, y por ende La Municipalidad de Trujillo viene ejecutando la obra “Creación del intercambio vial del Óvalo Grau”. Esta nueva obra de infraestructura vial urbana consiste en un viaducto elevado de 60 metros de largo por una rampa y un total de 450 metros de longitud que siguen la trayectoria de la Avenida América Sur, efectuándose los trabajos de demolición de toda la antigua construcción del pavimento actual en el anillo vial para hacer realidad el paso a desnivel del Óvalo Grau.

El pavimento flexible debe proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir a las terracerías los esfuerzos por las cargas del tránsito.

La metodología permitió establecer los métodos y técnicas que van relacionados con la durabilidad que está ligada a factores económicos y sociales. La durabilidad que se le desea dar al anillo vial, depende de la importancia de este.

Para la concepción del proyecto vial, se ha tomado en cuenta los volúmenes de tránsito existentes, las proyecciones de los mismos y el aspecto estético del proyecto integral, de modo que se pueda solucionar así los movimientos vehiculares en todos los sentidos. Las avenidas involucradas en el estudio por la importancia que han adquirido merecen un tratamiento especial toda vez que canalizan gran parte del tránsito.

La presente tesis pretende determinar los criterios estructurales según normas y metodologías para diseñar la estructura de un pavimento flexible y así lograr un eficiente nivel de transitabilidad mejorando las condiciones de vida de la población en toda la zona de influencia.

- Nuñez J. (2014). Tesis titulada: Fallas presentadas en la construcción de carreteras asfaltadas.

La tesis denominada “Fallas presentadas en la construcción de carreteras asfaltadas” viene a ser un análisis acerca de la carretera Churín – Oyón, transversal de la Ruta Nacional PE – 18, donde se ejecutaron entre los años 2010, 2011 y 2012, trabajos de rehabilitación y mejoramiento a nivel de carpeta asfáltica.

Dichas obras ubicados en el distrito de Oyón, Lima, han sido descritos con el objeto ubicar las diferentes irregularidades o fallas que se encuentran en la Red Vial Nacional, para lo cual se ha dividido la investigación en 4 capítulos. En el primer y segundo capítulo se dan a conocer los antecedentes, ubicación y descripciones específicas y generales de la carretera Churín-Oyón, tanto a nivel de conocimiento de su situación actual, como a nivel de los objetivos de la rehabilitación y mejoramiento de la misma, así como de sus costos.

En el tercer capítulo, basados en los conocimientos descriptivos anteriores, se mencionan las fallas constructivas de la carretera, para así en el cuarto capítulo dar la solución a las mismas, y en base a ello, llegar a conclusiones donde se brinda nuestro aporte.



- Apolinario E. (2012). Tesis titulada: Innovación del método Vizir en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito.

El trabajo desarrollado, presenta una propuesta para la evaluación de la condición superficial de pavimentos, en carreteras de bajo volumen de tránsito, basado en una modificación del método VIZIR que no es muy difundido en nuestro medio, como ocurre en otros países de Europa, África, América Central y del Sur, donde sirvió de base para el establecimiento de normas nacionales.

Se presenta una alternativa para la evaluación de la condición superficial de pavimentos en carreteras de bajo volumen de tránsito, denominado ESBVT, en donde no se excluye ningún tipo de manifestación de deterioro del pavimento, considerando que son indicadores que presenta el pavimento y que deben usarse para tomar decisiones.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, como parte de su política de mantenimiento y conservación de la Red Vial Nacional, ejecuta trabajos de mejoramiento de las carreteras de bajo volumen de tránsito, en la cual sólo realiza el mejoramiento de la superficie de rodadura sin modificar la geometría vial, como es el caso de la carretera Cañete – Chupaca, que presenta un diseño geométrico que se ajusta a las condiciones geográficas del terreno.

Tomando como referencia esta carretera, donde las obras de estabilización de taludes inestables se hallan postergadas en el tiempo, hasta que se incrementa el volumen de tránsito, razón por la cual en el método propuesto se incluye realizar una corrección por fragilidad del pavimento básico, considerando que el deterioro del pavimento está expuesto a factores influyentes, como la topografía, configuración de la sección de la vía, estabilidad de taludes, precipitación pluvial y clima.

Además, se presenta un catálogo para la evaluación de pavimentos básicos en carreteras de bajo volumen de tránsito, usando fotos que manifiestan los diversos tipos de deterioros que caracterizan a este tipo de pavimento y

permitirá formular estrategias de intervención objetivas y técnicamente sustentadas.

En las carreteras de bajo volumen de tránsito BVT, se carecen de métodos adecuados que permita orientar la evaluación y determinar las necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición del pavimento básico. Los métodos foráneos existentes deben ser innovados para su empleo e implementación de políticas de trabajo, en base a estudios de investigación que contribuyan al mantenimiento y uso de los recursos adecuadamente.

- Pérez R.(2012). Estabilización de los suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos.

Esta investigación, estudia el efecto que produce la adición de cenizas volantes de carbón en un suelo arcilloso, con el fin de evaluar en sus obras de pavimentación.

La ceniza volante es un residuo que proviene de la planta termoeléctrica ubicada en Ilo, Moquegua. La disposición de éste, genera un problema ambiental.

Se realizaron ensayos de laboratorio para caracterizar la ceniza volante, las mezclas suelo-ceniza volante y suelo – ceniza volante – cemento para evaluar su comportamiento geotécnico.

Se comprueba que la mezcla de ceniza volante con el suelo arcilloso en estudio, como también la adición de cemento, presenta un mejor comportamiento que el suelo puro para su empleo como capa de sub-base y sub-rasante mejorada de pavimentos. Se examinó factores como; tiempo de curado, tiempo de compactación, contenido de agua y otros factores que influyen en el comportamiento de la mezcla final.

Los diseños de estructuras típicas de pavimento rural, tanto con un suelo natural arcilloso y con suelo estabilizado, se relacionaron mediante el método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities).

La investigación concluye que existe viabilidad técnica y económica para la construcción de pavimentos empleando cenizas volantes de carbón como material estabilizador de suelos.

- Miranda R. (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos.  
Este trabajo de titulación incluye una descripción de los tipos de pavimentos existentes para la construcción de caminos, mostrarlos diferentes tipos de deterioros que se presentan en un pavimento, sus diferentes causas a través de su construcción o a lo largo de los años, se plantea a demás los tipos de técnicas de reparación aplicadas en obras de pavimentación, mostrando sus procesos constructivos acompañado de un registro fotográfico para la mayor comprensión del proceso.

En este trabajo como caso práctico se muestra la conservación de pavimentos aplicada a los sectores 1 y 2 de Valdivia, destacando las causas que produjeron estos deterioros, y las reparaciones aplicadas, destacando los procesos constructivos en la reconstrucción de calzadas de pavimentos y carpetas asfálticas, sirviendo de un gran aporte a los profesionales que pretendan desarrollarse en el área de obras viales.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. El Asfalto**

#### **2.2.1.1 Historia del asfalto**

Un pavimento asfáltico bien diseñado y debidamente construido dura muchos años con el debido mantenimiento. Puede ser sostenido con sólo realizar periódicos reemplazos de la capa superficial. El tiempo de poner a punto una vía pavimentada con asfalto es regularmente menor, lo que redundará en una disminución de costos y de rápida obtención de beneficios económicos por parte de los usuarios de la misma.

La historia del asfalto se inició hace miles de años, siendo utilizado de su versión natural en depósitos que se hallaban en estanques y lagos de asfalto, así como en rocas asfálticas. Los antiguos pobladores de Mesopotamia lo emplearon como sellante en los tanques y embalses de agua. Fue también utilizado por los fenicios en la edificación de sus barcos mercantes. En los días de los Faraones, los egipcios lo usaron como material que, aprovechado a las rocas a lo largo del río Nilo, prevenían la erosión del suelo, y el cesto del niño Moisés fue impermeabilizado con asfalto.

625 D.C. Es en Babilonia donde se registra el primer uso de asfalto como material para la construcción de carreteras. Los antiguos griegos fueron además usuarios del asfalto. De hecho, la palabra "asfalto" proviene de la palabra griega "asphaltos" que significa "seguro". Los romanos lo utilizaron para sellar sus famosos baños y acueductos.

1595 - Los europeos que exploraban el Nuevo Mundo descubrieron depósitos naturales de asfalto. Sir Walter Raleigh describió en su momento un lago de asfalto en la isla Trinidad, cerca de Venezuela. Él lo utilizó como impermeabilizante para sus barcos.

1800 - Principios de siglo El uso de asfalto para construir carreteras creció de manera exponencial durante los años 1800. Uno de los constructores, Thomas Telford, construyó más de 900 millas de carreteras en Scotland, perfeccionando el método de construir carreteras con rocas partidas. De manera similar, su contemporáneo John Loudon McAdam, usó rocas partidas unidas para formar una superficie dura para construir Scottish turnpike. Más tarde, para reducir el polvo y el mantenimiento, los constructores emplearon "tar" caliente como elemento para unir y pegar las piedras, produciendo de esta manera el llamado pavimento "tarmacadam".

1870 - Un ciudadano de Bélgica, el químico Edmund J. DeSmedt, produjo el primero y efectivo pavimento asfáltico, lo que ocurrió en Newark, New Jersey, Estados Unidos. DeSmedt también pavimentó la Avenida Pennsylvania en Washington, D.C., para lo cual empleó 54,000 yardas cúbicas de capas asfálticas provenientes de la Isla Trinidad. La primera planta para elaborar asfalto fue abierta por la empresa The Cummer Company durante los años 1800s.

Las primeras instalaciones modernas para producir asfalto fueron inauguradas por la compañía Warren Brothers en Cambridge, Massachusets,

Estados Unidos, en 1901. La primera patente relacionada con la producción de asfalto fue registrada por Nathan B. Abbot, de Brooklyn, New York, en 1871.

En 1876 el Presidente Gran eligió un grupo de ingenieros de la armada para estudiar el uso del asfalto en las carreteras. Este grupo sugirió que la Avenida Pensilvania, en Washington, D.C., fuera pavimentada con capas asfálticas provenientes del asfalto natural del Lago Trinidad. Dicho pavimento se mantuvo en excelentes condiciones durante 11 años, a pesar del tráfico en la Casa Blanca.

1907 - La producción de asfalto por refinamiento del petróleo sobrepasó el uso de asfalto natural. Como consecuencia del crecimiento en la popularidad del automóvil, la demanda de más y mejores carreteras llevaron al aparecimiento de innovaciones tanto en la producción de asfalto, como también en la mecanización del proceso de aplicación del asfalto.

1948 - Durante la Segunda Guerra Mundial, la tecnología del asfalto fue ampliamente mejorada, empujada por la necesidad de la fuerza aérea de contar con superficies que pudieran soportar cargas pesadas.

1955 - Se funda en USA la asociación "The National Bituminous Concrete Association" (más tarde convertida en the National Asphalt Pavement Association o NAPA). Una de las primeras actividades de esta institución fue la de crear el "Programa de Mejoramiento de Calidad ("Quality Improvement Program"), que patrocinó la ejecución de pruebas de asfalto en laboratorios privados y universidades.

1956 el Congreso de Estados Unidos aprobó el "Interstate Highways Act" (Acta de Autopistas Inter-estatales), asignando fondos por 51 billones de dólares a los estados para la construcción de carreteras. Las constructoras requirieron de mayores y mejores equipos.

Desde aquel tiempo se han sucedido creaciones que incluyen: equipos electrónicos de control de nivel, equipos de pavimentación extra-anchos que permiten la pavimentación de dos líneas a la vez, etc.

1970 - La crisis de energía que se sufrió en ésta década, trajo consigo la necesidad de una mayor subsistencia de los recursos naturales. Desde entonces, una creciente cantidad de asfalto reciclado se ha incorporado a las mezclas utilizadas para la construcción y mantenimiento de carreteras en USA.

Hoy, el pavimento asfáltico es el material con mayor frecuencia de reciclado en USA con más de 70 millones de toneladas métricas de material de pavimento asfáltico reciclado cada año.

1986 - La Asociación Nacional de Pavimento Asfáltico (NAPA, por sus siglas en inglés) creó el Centro Nacional de Tecnología Asfáltica o National Center for Asphalt Technology (NCAT), en la Universidad de

Auburn, Alabama, como un dispositivo sistemático y centralizado para la investigación del asfalto. La NCAT recientemente abrió otro centro de investigación y se ha convertido en la institución líder del mundo en materia de investigación sobre pavimento asfáltico.

2002 - La EPA ("Environmental Protection Agency", USA) anunció que las plantas de asfalto ya no forman parte de su lista de industrias consideradas las mayores fuentes de polución y daños al medio ambiente.

### **2.2.1.2 Definición del asfalto**

El asfalto es un producto negro, viscoso, pegajoso, que por sus propiedades y características tiene actualmente toda una variedad de usos. Por su versatilidad y fácil manejo es ampliamente utilizado en diferentes ramas de la construcción. La palabra "asfalto" proviene de los antiguos Griegos, de la palabra Griega "asphaltos", que significa seguro.

Se sabe que de tiempo inmemorables sus características y formas debido al empleo de la tecnología y el desarrollo de la humanidad. En la antigüedad, obtenido de forma natural en estanques y lagos de asfalto, fue muy utilizado en la construcción de caminos y edificios. En Babilonia, por ejemplo, se utilizaba como material de construcción. Indicios históricos muestran que su primer uso para la construcción de carreteras ocurrió en Babilonia,

625 A.C. Hay frecuentes referencias en el Antiguo Testamento a sus propiedades impermeabilizadoras y su uso en la construcción de barcos. Aunque en los primeros tiempos los materiales asfálticos eran naturales, actualmente se obtienen artificialmente como producto del refinamiento del petróleo. Los depósitos naturales de asfalto suelen formarse en pozos o lagos a partir de residuos de petróleo acumulados en el interior de la tierra, que se abren paso hacia la superficie a través de fisuras en la corteza terrestre.

Entre los ejemplos de formaciones de este tipo se pueden citar los pozos de alquitrán de La Brea, en Los Ángeles, California (conocido también por sus fósiles de flora y fauna de tiempos prehistóricos), el lago Asfaltites o mar Muerto, el lago de la Brea, en la Isla Trinidad, y el lago Bermúdez, en Venezuela. En la actualidad, el asfalto se obtiene como un sub-producto del petróleo. El asfalto que se emplea para pavimentar es el de destilación, que se consigue de los hidrocarburos que permanecen luego del refinamiento del petróleo procesado para producir gasolina y otros productos.

De los residuos del petróleo, procesados a temperaturas de entre 204 y 316 grados, se obtiene también un tipo de asfalto empleado específicamente en la fabricación de materiales para tejados y productos afines. El asfalto, utilizando temperaturas de cerca de los 500 grados, es empleado también en la fabricación de materiales aislantes.

### **2.2.1.3 Composición fisicoquímica del asfalto**

La composición del asfalto es una “Enciclopedia” de Química Orgánica. En un análisis detallado de los asfaltos encontramos: saturados, anillos nafténicos y aromáticos, sencillos o múltiples, radicales ácidos, aldehídos, cetonas, está constituido por cadenas de Peso Molecular de hasta 200.000.

La constitución química de los asfaltos es muy compleja, básicamente está constituida por cadenas de moléculas compuestas fundamentalmente por carbono, hidrógeno, azufre, oxígeno, nitrógeno y complejos de vanadio níquel, hierro, calcio y magnesio. La composición específica de un asfalto en particular dependerá de la procedencia del petróleo crudo del cual procede. El análisis químico del asfalto es muy laborioso, sin embargo, es posible distinguir dos grandes grupos que lo constituyen: los asfaltenos y maltenos. Dentro del grupo de los maltenos,



podemos distinguir a tres grupos estructurales con propiedades definidas y son los saturados, aromáticos y resinas.

#### 2.2.1.4 Estructura química de los asfaltos

Cuando el asfalto es licuado en n-heptano, los materiales duros son precipitados, estos materiales son convocados asfaltenos, nombre propuesto por Boussingault en 1837. Existen otras fracciones asfálticas precipitadas por otros solventes, pero esta es la mejor manera de distinguir a estos materiales como insolubles en n-pentano. Las sustancias solubles en n-heptano se denominan en general petrolenos, también llamados maltenos.

Las resinas se encuentran en los petrolenos, pueden ser parcialmente precipitadas por algunos solventes o adsorbidas de los petrolenos por medio de arcillas u otras minerales activados, estas resinas, previamente adsorbidas, pueden pasar a un proceso de desorción del mineral por solventes previamente seleccionados.

Los carbenos son materiales duros presentes en los asfaltenos de algunos asfaltos. Estos son solubles en disulfuro de carbono pero insolubles en tetracloruro de carbono.



Son estructuras complejas de compuestos aromáticos de color negro o marrón que contienen además del carbón otros elementos químicos tales como nitrógeno, azufre, oxígeno, en general, son compuestos polares, de alto peso molecular.

#### Maltenos

Son sustancias solubles en normal n-heptano y está constituido por resinas, saturados y aromáticos. Son compuestos muy polares de color marrón o marrón claro, sólido o semisólido, solubles en n-heptano y, al igual que los asfaltenos, son compuestos de carbón, hidrógeno y cantidades menores de nitrógeno, oxígeno y azufre. Las resinas son materiales muy adhesivos y actúan como dispersantes o peptizantes de los asfaltenos.

#### Aromáticos

Los aromáticos constituyen entre el 40 y 65 % de la composición total de los asfaltos, son las fracciones de menor peso molecular en la estructura de los asfaltos, representan la mayor proporción de los dispersantes de los asfaltenos peptizados.

#### Saturados

Son cadenas lineales y ramificadas, saturadas, no polares

### **2.2.1.5 Susceptibilidad térmica del asfalto**

#### **A. Comportamiento del asfalto**

El comportamiento del asfalto dependerá de la temperatura y el tiempo de carga. En otros términos, tiempo y temperatura son intercambiables; alta temperatura y corto tiempo equivalen a baja temperatura y mayor tiempo.

### **Comportamiento a Alta temperatura**

A temperaturas altas (ej. en desiertos) o bajo cargas sostenidas (ej. camiones a baja velocidad), el cemento asfáltico actúa como un líquido viscoso y fluye. La viscosidad es la característica que describe la resistencia de los líquidos a fluir. Si pudiera observarse, con un microscopio muy sofisticado, a un líquido como el asfalto caliente fluir lentamente, se vería el movimiento relativo de las capas adyacentes de líquido, quizá del espesor de una molécula.

La fuerza de fricción, o resistente, entre estas capas depende de la velocidad relativa a la que se desliza una sobre otra. La fuerza resistente entre las capas se debe a éstas fluyen a velocidades ligeramente diferentes. La capa superior trata de arrastrar a la inferior mientras que esta última trata de frenar a aquella. La relación entre la fuerza resistente y la velocidad relativa puede ser muy diferente en la mayoría de los líquidos.

### **Comportamiento a bajas temperaturas**

A baja temperatura (p. ej. días fríos de invierno) o bajo cargas muy rápidas (p. ej. camiones a alta velocidad), el asfalto se comporta como un sólido elástico. Los sólidos elásticos son como bandas de goma. Esto es, se deforman al ser cargados y retornan a su forma original al ser descargados. La deformación elástica se recupera completamente.

Si se aplica una carga excesiva, el sólido elástico puede romperse. Aunque el asfalto es un sólido elástico a baja temperatura, puede volverse demasiado frágil y agrietarse bajo carga excesiva.

Es por esto que el agrietamiento a baja temperatura (low temperatura cracking) a veces ocurre en pavimentos asfálticos en climas fríos. En este caso, las “cargas” se deben a esfuerzos internos que se desarrollan dentro del pavimento cuando el proceso de 28 contracciones es restringido (por ejemplo durante y después de una rápida caída de la temperatura).

## 2.2.2 Comportamiento del pavimento

### 2.2.2.1 Pavimentos flexibles y rígidos

El pavimento es el conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.

Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son: el ancho, el trazo horizontal y vertical, la resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas. El pavimento deberá presentar la resistencia adecuada para soportar los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua.

Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas. Se presentan dos tipos de pavimentos, los mismos que se diferencian por la estructura que presentan y las capas que las conforman. Un pavimento rígido se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero.

Este tipo de pavimentos no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores. La sección transversal de un pavimento rígido está compuesta por la losa de concreto hidráulico que va sobre la subbase y éstas sobre la subrasante. Tiene un costo inicial más elevado que los pavimentos flexibles y su período de vida varía entre 20 y 40 años.

El mantenimiento que requiere es mínimo y se orienta generalmente al tratamiento de juntas de las losas. Por otro lado,\* un pavimento flexible cuenta con una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su

estructura se rompa. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base granular y de la capa de subbase. El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil.

### **2.2.2.2 Comportamiento estructural de los pavimentos**

La principal diferencia entre el comportamiento de los pavimentos flexibles y los rígidos es la forma como reparten las cargas. Desde el punto de vista de diseño, los pavimentos flexibles están formados por una serie de capas y la distribución de la carga está determinada por las características propias del sistema.

Los pavimentos rígidos tienen un gran módulo de elasticidad y distribuyen las cargas sobre un área grande, la consideración más importante es la resistencia estructural del concreto. En todos los métodos de diseño de pavimentos se acepta que durante la vida útil de la estructura se pueden producir dos tipos de fallas, la funcional y la estructural.

La falla funcional se deja ver cuando el pavimento no brinda un paso seguro sobre él, los vehículos no viajan de forma cómoda. La falla estructural está asociada con la pérdida de cohesión de algunas o todas las capas del pavimento de tal forma que éstos no pueden soportar las cargas a la que está sometida.

La falla estructural implica una degradación de la estructura del pavimento. Se presenta cuando los materiales que conforman la estructura, al ser sometida a repeticiones de carga por acción del tránsito, sufren un agrietamiento estructural relacionado con la

deformación o la tensión horizontal por tracción en la base de cada capa, esto se denomina falla por fatiga.

Un factor que influye en el comportamiento de los pavimentos es el tipo de carga que se le aplica y la velocidad con que ello se hace. Los pavimentos están sujetos a cargas móviles, y el hecho que las cargas actuantes sean repetitivas afectan a la resistencia de las capas de pavimento de relativa rigidez, por lo que en el caso de los pavimentos flexible este efecto se presenta sobre todo en las carpetas y las bases estabilizadas.

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

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

Fallas por defectos constructivos: Se trata de pavimentos que quizá estuvieron formados por materiales suficientemente resistentes, pero en cuya construcción se han producido errores o defectos que afectan el comportamiento conjunto. Fallas por fatigas: Se trata de pavimentos que originalmente estuvieron en condiciones apropiadas, pero que por la continua repetición de las cargas del tránsito sufrieron efectos de fatiga.

### **2.2.2.3 Solicitaciones especiales de un pavimento**

Las solicitudes principales de un pavimento son el producto del tránsito y el clima.

El tránsito visto como las cargas a las que está expuesto el pavimento y el clima como el agente natural del medio ambiente.

Tránsito.

Se puede apreciar que el volumen de vehículos ha crecido en los últimos años, pero ese aumento ha sido aún mayor si se ve en términos de la carga que se transporta, esta situación tiene una influencia significativa en el comportamiento de los pavimentos, a la hora de determinar o predecir el daño que sufrirá un pavimento en el tiempo. El tránsito está compuesto por diferentes vehículos, de diferentes pesos y número de ejes.

#### **2.2.2.4 Causas del surgimiento de las fallas**

Durante la vida de servicio de un pavimento, causas de diverso origen afectan la condición de la superficie de rodamiento, lo cual compromete su función de ofrecer a los usuarios la posibilidad de un rodaje seguro, cómodo y económico.

Entre las causas de falla de un pavimento se pueden mencionar: Fin del período de diseño original y ausencia de acciones de rehabilitación mayor durante el mismo. En este caso la falla es la prevista o esperada.

Incremento del tránsito con respecto a las estimaciones del diseño de pavimento original. Deficiencias en el proceso constructivo, bien en procesos como tal como en la calidad de los materiales empleados. Diseño deficiente (errores en la estimación del tránsito o en la valoración de las propiedades de los materiales empleados).

Factores climáticos imprevistos (lluvias extraordinarias). Insuficiencia de estructuras de drenaje superficial y/o subterráneo. Insuficiencia o ausencia de mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos. Dependiendo de su origen, las fallas pueden ser clasificadas como fallas funcionales (superficiales) o fallas estructurales.

En el primer caso, el defecto se presenta o circunscribe a la superficie de la capa asfáltica y las acciones de reparación se dirigen a la corrección de la fricción (seguridad), o al restablecimiento de la a rugosidad o

regularidad (comodidad), lo cual se logra con la colocación de capas asfálticas de bajo espesor que no contribuyen desde el punto de vista estructural.

Por su parte las fallas estructurales tienen su origen en defectos en una o más de las capas que conforman la estructura del pavimento, las cuales están destinadas a resistir y compartir los esfuerzos impuestos por el tráfico, de manera que a nivel de sub-rasante o suelo de fundación de pavimento lleguen los menores esfuerzos y lo más distribuido posible.

En estos casos la corrección de las fallas va dirigida al refuerzo de la estructura existente mediante la colocación de una capa cuyo espesor debe ser calculado en función de los requerimientos de las cargas de tráfico previstas en el período de tiempo previsto para la rehabilitación.

La falla estructural se deriva de dos causas fundamentales:

Cuando la capacidad de deformación-recuperación de los materiales que conforman la estructura de pavimento es “excedida más allá del valor que determinan las deformaciones recuperables por elasticidad instantánea y retardada, desarrollándose deformaciones permanentes (ahuellamiento) en cada aplicación de las cargas, las que se acumulan modificando los perfiles de la calzada hasta valores que resultan intolerables para la comodidad, seguridad y rapidez del tránsito y aún pueden provocar el colapso de la estructura”

Las deformaciones permanentes o ahuellamiento pueden ocurrir a nivel de: Suelos de sub-rasante, capas de base y/o sub-base granulares. Capas asfálticas. En el caso de suelos, la falla ocurre por lo general por intrusión de humedad que conlleva a su debilitamiento, haciendo imposible la recuperación del suelo ante las cargas impuestas, originando deformaciones plásticas (no elásticas), es decir, sin posibilidad de recuperación.



Cuando las deformaciones recuperables son elevadas, los materiales y en particular las capas asfálticas sufren el fenómeno denominado fatiga cuando el número de aplicaciones de las cargas pesadas es elevado, que se traduce en reducción de sus características mecánicas. En este caso la deformación horizontal por tracción en la parte inferior de las capas asfálticas al flexionar la estructura puede exceder el límite crítico y se llega a la iniciación del proceso de fisuramiento”.

El desempeño de una mezcla asfáltica ante las deformaciones permanentes depende del tipo de ligante asfáltico empleado, forma y tamaño de las partículas, calidad de los agregados, así como sus porcentajes en la combinación de agregados. Las mezclas asfálticas deben: Soportar la tensión aplicada en la base de la capa asfáltica “ $\sigma_h$ ”, según la figura siguiente. Ser lo suficientemente elásticas para soportar la aplicación de carga repetida sin romperse (fatiga).

#### **2.2.2.5 Criterios en las etapas de los pavimentos**

Los pavimentos antes, durante y después de la serviciabilidad, afrontan diferentes criterios que permiten comprender la degradación a que éstos están afectos. Estas etapas están referidas a la construcción, rehabilitación y mantenimiento.

##### **a) Preparación**

La primera etapa para la preparación de un pavimento es la investigación de campo o la recopilación de información. Esta investigación comprende la búsqueda de la información disponible, los análisis de tráfico, la calidad de materiales y otros aspectos necesarios para el diseño.

Antes de proceder a la toma de decisión sobre la metodología de investigación a utilizar en un proyecto en particular, debe realizarse un análisis de toda la información disponible La calidad de los materiales

disponibles en canteras y zonas locales. Evaluación de la subrasante. Ensayos de laboratorio.

La planimetría y los niveles finales del pavimento. En lo posible debe recopilarse la mayor cantidad de información disponible sobre el tráfico y en caso de no contar con ella, realizar las estimaciones necesarias. Luego de realizar la debida recopilación de datos, trabajos de campo y los ensayos de laboratorio, se procede al diseño correspondiente.

El procedimiento de diseño consiste en escoger una adecuada combinación de espesores de capas y características de materiales para que los esfuerzos y deformaciones causados por las solicitaciones a que se somete la estructura permanezcan dentro de los límites admisibles durante la vida útil de la estructura que están constituyendo.



Fuente: foto del investigador en la Av. Arenales

## **b) Rehabilitación**

La rehabilitación es la actividad necesaria para devolver a la estructura de pavimento las condiciones de soporte de carga con las que inicialmente se construyó, así como su nivel de servicio en términos de seguridad y comodidad.

Un pavimento puede presentar dos tipos de rehabilitación, superficial o estructural. La información con la cual se podría contar es la siguiente: El diseño del pavimento original.

Los espesores de las capas construidas, junto con cualquier cambio en los diseños especificados del pavimento. Los resultados de los procesos y los ensayos de control de calidad desarrollados durante la construcción. Las medidas de rehabilitación superficial resuelven problemas que se encuentran confinados a las capas superiores del pavimento, usualmente dentro de los 100 mm superiores, inconvenientes que están relacionados con el envejecimiento del asfalto y con el agrietamiento que se origina en la superficie debido a factores térmicos.

La rehabilitación para resolver problemas de la estructura del pavimento normalmente se trata como una solución a largo plazo. Al resolver los problemas estructurales, debe recordarse que la estructura del pavimento es la que tiene fallas y no necesariamente los materiales que la forman. La densificación de los materiales granulares es de hecho, una forma de mejoramiento, debido a que, a mayor densidad de un material, mejores serán sus características de resistencia, sin embargo, la densificación causa problemas en las capas superiores, especialmente en aquellas construidas con materiales ligados.

El objetivo de la rehabilitación estructural es maximizar el valor de recuperación del pavimento existente. Esto infiere que el material que se ha densificado no debe alterarse. La continua acción de amasado por el

tráfico tarda varios años para alcanzar ese estado, y los beneficios que ofrece la densificación deben utilizarse donde sea posible.

Una Rehabilitación Superficial, se orienta a la colocación, sobre la superficie existente de una carpeta delgada (espesores inferiores a los 35 mm) de mezcla asfáltica en caliente o en frío.

Ésta es la solución más simple a un problema, debido a que el tiempo requerido para completar los trabajos es corto y existe un impacto mínimo sobre los usuarios de la vía. El fresado y conformación de material granular, es muy utilizado en los casos en los que se requiere aumentar la capacidad portante del pavimento.

Una Rehabilitación Estructural puede orientarse a una reconstrucción total. Ésta es la opción elegida cuando se combina la rehabilitación con una decisión de mejoramiento que demanda un cambio significativo en la vía. La construcción de capas adicionales (sean de materiales granulares o de mezclas asfálticas) sobre la superficie existente, también son consideradas.

Existen muchas opciones disponibles para rehabilitar una carretera, pero lo difícil es determinar cuál de ellas es la mejor.

Los puntos más importantes para tomar una decisión son:

La viabilidad de los métodos de rehabilitación

El ordenamiento del tráfico

Las condiciones climáticas La disponibilidad de recursos.



Fuente: foto del investigador en la Av. Arenales

### **c) Mantenimiento**

En todo tipo de pavimento los deterioros pueden ser pequeños al principio, pero más adelante probablemente sean más serios y aceleren la falla de la vía. Por ello, una obra requiere un mantenimiento adecuado y continuo para cuando menos asegurar su vida útil y proporcionar un servicio adecuado.

Los pavimentos se deterioran a medida que pasa el tiempo debido a las cargas del tráfico y por lo tanto estos pavimentos tienen que ser mantenidos para asegurar que cumplan con su función. Un mantenimiento regular y una buena práctica de limpieza mejorarán la apariencia total del pavimento al igual que de cualquier otro material de superficie.



Fuente: foto del investigador en la Av. Arenales

#### **2.2.2.6 Evaluación de pavimentos**

La evaluación de pavimentos permite conocer el estado situacional de la estructura y establecer medidas correctivas para cumplir objetivos de serviciabilidad.

##### **a) Evaluación estructural**

Existen diferentes métodos de evaluación de pavimentos. En muchos casos los resultados de varios ensayos pueden compararse entre sí con el objeto de confirmar las razones del deterioro o de la falla y, de esta manera, entender mejor el comportamiento del mismo. Los métodos de evaluación estructural se dividen en dos grupos, los Ensayos Destructivos y lo Ensayos No Destructivos.

Entre los ensayos destructivos más conocidos están las calicatas que nos permiten obtener una visualización de las capas de la estructura

expuestas, a través de las paredes de ésta y realizar ensayos de densidad in situ.

Estas determinaciones permiten obtener el estado actual del perfil a través de las propiedades reales de los materiales que lo componen. Las calicatas facilitan además la toma de muestras en cantidad, para su posterior clasificación en el laboratorio, de cuyos resultados se puede establecer el uso más efectivo, al momento de realizarse las tareas de rehabilitación.

Los trabajos suministran información adicional como: Los espesores de las capas conformantes. Los contenidos de humedad. La posible causa del deterioro de la capa (agrietamientos) La densidad de cada capa La capacidad de soporte en el material de subrasante. Por otro lado se pueden efectuar ensayos mediante perforaciones con la ayuda de equipos de calado, barrenos, saca muestras, etc.

Esta metodología, en comparación con las calicatas es más sencilla, menos costosa, más rápida y provoca menores interrupciones en el tránsito. Como desventaja, no se puede realizar determinaciones de densidad "in situ" por cuestiones de espacio. Sólo puede registrar potencia de cada capa. En cuanto a los ensayos no destructivos, éstos se pueden llevar a cabo mediante medidas de las deflexiones que son una herramienta importante en el análisis no destructivo de los pavimentos.

La magnitud de la deflexión deformada producida por la carga, son útiles para investigar las propiedades "in situ" del pavimento. Se trata de aplicar una sollicitación tipo y medir la respuesta de la estructura. El sistema quizás más difundido de medición de deflexiones es mediante el empleo de la Viga Benkelman. Este dispositivo se lo utiliza para realizar mediciones en sectores en los que se observan fallas visibles y en los que no se observan fallas, de esta forma es posible acotar las

propiedades actuales del pavimento “in situ”, e integrar sus resultados para una interpretación global.

Otro equipo con el que se pueden realizar mediciones es con un deflectómetro de Impacto. Éste es un método no destructivo, que sirve para la evaluación estructural de pavimentos y conocimiento detallado de su estado.

Esta técnica es de alto rendimiento, sin mayores interferencias al tránsito de las vías y además es utilizado de forma rápida y precisa. Asimismo, se puede utilizar para evaluar un pavimento, principalmente en su etapa receptiva, el perfilómetro láser.

Éste proporciona información sobre la rugosidad del pavimento. La rugosidad son alteraciones del perfil del camino (a nivel de rasante), que provocan vibraciones en los vehículos y cuya información permite estimar la serviciabilidad presente del pavimento.

De forma general, hay tres tipos de equipo para determinar las deflexiones del pavimento según metodologías no destructivas los cuales son: Equipos de medición de deflexiones por medio de cargas estáticas. Equipos de medición de deflexiones por medio de cargas vibratorias. Equipos de medición de deflexiones por medio de cargas de impacto. Para cualquiera de ellos el principio es el mismo y consiste en aplicar una carga de magnitud conocida a la superficie del pavimento y medir las deflexiones.

## **b) Evaluación superficial**

Existen varios métodos utilizados para la evaluación superficial de los pavimentos. Los más conocidos son: La propuesta por la Universidad de Wisconsin (PASER) Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAl) Índice de Condición de Pavimentos (PCI) Estos métodos son sencillos de aplicar y no requieren equipos experimentados. La inspección visual



es una de las herramientas más importantes en la aplicación y evaluación de estos métodos, y forma parte esencial de toda la investigación.

La inspección visual se realiza generalmente en dos etapas, una inicial y otra detallada. Con la inspección visual inicial se pretende obtener una inspección general del proyecto. Esta tarea se realiza sobre un vehículo conduciendo a baja velocidad abarcando toda la longitud de la vía. Por otro lado, la inspección visual detallada consiste en inspeccionar la vía caminando sobre ella y tomando notas detalladas de las fallas encontradas en la superficie y se anotan también otras observaciones adicionales que se consideran necesarias. Los diferentes modos y tipos de falla se describen en función de su severidad, frecuencia y ubicación, de esta forma se tendrá una herramienta importante a la hora de fijar la estrategia de rehabilitación.

El método Pavement Surface Evaluation and Rating (PASER), desarrollado en el Centro de Información del Transporte de la Universidad de Wisconsin, presenta un catálogo de fallas basado en una escala gráfica con categorías que varían de 1 a 10, donde 10 corresponde a las mejores condiciones de calidad.

No considera escalas intermedias que permita mayor sensibilidad para calificar la superficie dañada.

La evaluación responde a los estándares con los que han sido diseñados los otros métodos

Clasificación de la condición de un pavimento para carreteras Sealcoat – Traducido

<i>Edad de la Superficie</i>	<i>Fallas Visibles</i>	<i>Estado general, drenaje y mejoras</i>	<i>Clasificación de la Superficie</i>
<b>1 año</b>	No hay peligro. Excelente superficie	Estado nuevo de la superficie. Excelente drenaje. No requiere mantenimiento	<b>5 EXCELENTE</b>
<b>2 - 4 años</b>	Poca superficie de desgaste del tráfico. Leve pérdida de la totalidad de la superficie	Excelente o buen drenaje. Poco o ningún mantenimiento	<b>4 BUENO</b>
<b>3 - 5 años</b>	Moderado desgaste de la superficie y ligera aparición de grietas. Ocasionales parches y/o pérdidas de las principales capas del sellado	Bueno o regular drenaje. Puede ser necesario in situ mejoras de drenaje y parches. Es recomendado mantenimiento preventivo	<b>3 REGULAR</b>
<b>Mas de 5 años de edad</b>	Se aprecian las grietas de borde y parches. Aparición de baches y pérdidas significativas de la superficie. Aparición de grietas tipo cocodrilo	Mal drenaje. Aplicación de parches y mejoras necesarias. Es recomendable nueva superficie de sellado	<b>2 POBRE</b>
<b>Mas de 5 años de edad</b>	Gran pérdida de superficie del borde sealcoat, agrietamiento severo y / o grietas de cocodrilo, parches en mal estado	Mal drenaje extensa base de las necesidades de mejora de un nuevo doble sealcoat no mal drenaje extensa base de las necesidades de mejora de un nuevo doble	<b>1 FALLADO</b>

Fuente: Wisconsin Transportation Information Center. Manual PASER, Sealcoat Roads. Edit. WisDOT. Wisconsin, 2001.

### **2.2.2.7 Métodos de evaluación superficial de pavimentos asfálticos**

El método de evaluación PCI, fue desarrollado por M.Y. Shahin y S.D. Khon y publicado por el cuerpo de Ingenieros de la armada de Estados Unidos en 1978.

El objetivo de este estudio fue desarrollar un índice de condición de pavimentos (PCI) para carreteras y calles para proveer al ingeniero de un método estándar para evaluación de la condición de pavimentos. 67

Entre las características del método de evaluación del PCI, se puede citar las siguientes: Es fácil de emplear. No requiere de ningún equipo especial de evaluación, el procedimiento es enteramente visual. Ofrece buena repetibilidad y confiabilidad estadística de los resultados. Suministra información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y área afectada.

Los pasos requeridos para la evaluación de cada tramo o sección de vía están orientados a: Recorrer la vía en un vehículo “estándar” a la máxima velocidad permitida en la misma. Seleccionar dentro del tramo un subtramo que represente la condición promedio del pavimento en todo el tramo. Determinar el valor del PCI en una sección del subtramo. Es importante que la sección seleccionada sea lo más representativa posible de la condición promedio del pavimento en todo el tramo. El grado de deterioro de un pavimento estará dado en función del tipo de falla, su severidad (ancho de grieta, etc.) y de su densidad (% del área afectada).

#### **Método VIZIR**

La metodología clasifica y la cuantifica los deterioros de los pavimentos flexibles en carreteras, considera dos categorías de deterioros: los deterioros del Tipo “A”, que caracterizan la condición estructural del pavimento y los deterioros del Tipo “B”, en su mayoría de tipo funcional. El método inicia inventariando los defectos, haciendo referencia a su

extensión y a su severidad. Para el registro de los deterioros se sugiere realizar los recorridos, en vehículo a baja velocidad, del orden de 30 km/hora cada uno, en las dos direcciones, con el objeto de tener un detalle aproximado y confiable de las condiciones de la vía.

En este tipo de levantamiento, la severidad del defecto tiene escasa participación y es sobre todo su extensión la que se tiene en cuenta. La regla consiste en determinar la longitud del pavimento que presenta un defecto del tipo dado y hallar la extensión de esta misma longitud considerando otras clases: menos de 10% de 10 a 50 %, más de 50% de la superficie. Para esto el pavimento se divide en tres partes: lado derecho, lado izquierdo y parte central.

El examen visual de los pavimentos, de acuerdo con el método VIZIR, debe ser efectuado de manera continua, para fines de mantenimiento preventivo de pavimentos. El defecto es un elemento esencial del diagnóstico y el costo del examen visual es relativamente bajo. El método usado proporciona una imagen del estado de la superficie del pavimento en un instante dado y la identificación de zonas de igual calidad clasificada en tres niveles de defectos. Estas zonas de igual calidad, los tres niveles de defectos son utilizados para determinar la naturaleza y los tipos de trabajos requeridos.

### **Identificación de los deterioros con el método VIZIR**

El uso de este método es muy importante para identificar las fallas presentes en un pavimento, para analizar su severidad y posibles formas de corregirlas, razón por la cual se han creado los sistemas auscultación, que permiten a través de un muestreo, reconocer las fallas existentes y con ello caracterizar el tramo estudiado.

Dentro de los métodos de auscultación, los más usados son los métodos visuales, que consisten en una visita a terreno por parte de personal

capacitado que desarrolla una metodología específica para hacer el estudio.

### **Tipos de fallas:**

Existen muchos tipos de deterioros en los pavimentos básicos y diferentes niveles de gravedad para cada tipo. Estos deterioros se deben identificar considerando tres factores: tipo, gravedad y extensión.

#### **a) Tipo.**

Los deterioros se agrupan esencialmente en categorías, de acuerdo con los mecanismos que los originan. Como un primer paso, se pueden clasificar de acuerdo con su causa primaria posible, sea ésta la acción del tránsito sea la acción climática, sean los materiales o el proceso de construcción. El método VIZIR clasifica el deterioro del pavimento en dos grandes grupos: Degradaciones Tipo A y B.

#### **Degradación tipo A**

Son las fallas que caracterizan una deficiencia estructural del pavimento, ligadas a las condiciones de las diversas capas y el suelo de subrasante, o simplemente a las capas asfálticas, entre ellas se encuentran deformaciones y fisuración por fatiga.

#### **Degradación tipo B**

Son de carácter funcional, y por tanto su reparación no está relacionada con la capacidad estructural del pavimento. El origen de este último tipo de degradaciones está vinculado a la mala calidad de algunos procedimientos constructivos y las condiciones locales de servicio, así como a la evolución misma de los materiales.

Se indica como fuente: Adaptación del Manual INVIAS debido a que algunas denominaciones de los deterioros fueron reemplazadas por la terminología usada en el método CONREVIAl, además se

modificaron algunos códigos (abreviatura) que identifican a cada uno de ellos según las denominaciones reemplazadas.

**b) Gravedad.**

Representa el nivel de severidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el deterioro, más importantes deberán ser las medidas para su corrección.

**c) Extensión.**

Se refiere a la proporción del tramo evaluado que es afectada por un determinado tipo de deterioro. Esta proporción puede estar referida a longitud o área, dependiendo de la metodología de evaluación que se utilice y del tipo de deterioro identificado. Así mismo, la extensión de algunos deterioros se define por el número de veces en que ellos se presentan en el tramo sometido a evaluación.

**b) Condición del pavimento**

El PCI califica la condición “integral” del pavimento en base a una escala que varía desde 0 hasta 100. A continuación, se muestran los puntos para la calificación del PCI:

Los trabajos de mantenimiento ( $PCI > 70$ ) están referidos a la actividad de aumentar la vida útil de la estructura de pavimento, en términos de comodidad y seguridad. Puede constituir una práctica preventiva y/o correctiva. Los trabajos de rehabilitación ( $70 > PCI > 30$ ) se refiere a la actividad necesaria para “devolver” a la estructura de pavimento las condiciones de soporte de carga con las que inicialmente se construyó así como su nivel de servicio en términos de seguridad y comodidad.

Finalmente, los trabajos de Construcción ( $PCI > 30$ ) se vincula a la caracterización de una estructura de pavimento nueva sobre vías en afirmado o tierra o que por su estado deterioro se considera, deben ser reconstruidas. Entre las fallas consideradas en el método del PCI se

consideran un total de diecinueve (19) que involucran a todas aquellas que se hacen comunes en la degradación del pavimento.

<b>Nro.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>
1	Grieta Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>
2	Exudación de Asfalto	m <sup>2</sup>
3	Grietas de contracción (en bloque)	m <sup>2</sup>
4	Elevaciones y Hundimiento	m <sup>2</sup>
5	Corrugaciones (encalaminado)	m <sup>2</sup>
6	Depresiones	m <sup>2</sup>
7	Grietas de borde	m <sup>2</sup>
8	Grietas de reflexión de juntas	m <sup>2</sup>
9	Desnivel calzada-Hombrillo	m <sup>2</sup>
10	Grietas longitudinales y transversales	m <sup>2</sup>
11	Baches y zanjas reparadas	m <sup>2</sup>
12	Agregado Pulidos	m <sup>2</sup>
13	Huecos	m <sup>2</sup>
14	Acceso y salidas a puentes, rejilla de drenaje, líneas ferreas	m <sup>2</sup>
15	Ahuellamientos	m <sup>2</sup>
16	Deformación por empuje	m <sup>2</sup>
17	Grietas de deslizamientos	m <sup>2</sup>
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>
19	Grieta Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>

Es importante que el evaluador del pavimento esté familiarizado con estos tipos de falla, sus niveles de severidad y las formas de medición establecidas en el método. Los tipos de falla más comunes en pavimentos asfálticos son: grieta del tipo piel de cocodrilo, de contracción, de reflexión de juntas o disgregación superficial. El resto de los tipos de falla considerados en el método, son encontrados menos frecuentemente.

En algunos casos se requiere entender como es afectada la calidad de rodaje por diversos tipos de falla a fin de determinar su severidad.

**BAJO:**

Las vibraciones o saltos en el vehículo se sienten, pero no es necesario reducir la velocidad por razones de seguridad y/o confort.

**MEDIO:**

Se producen vibraciones o salto significativos, que hacen necesario reducir la velocidad por seguridad y/o confort. Saltos individuales o continuos que producen molestias.

**ALTO:**

Excesivas vibraciones hacen reducir considerablemente la velocidad. Saltos individuales que producen gran molestia, peligro o posible daño vehicular.

**c) Procedimientos de evaluación de la condición del pavimento**

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos.

Esta información se registra en formatos adecuados para la inspección de pavimentos asfálticos, y de concreto, respectivamente. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente.

El Centro de Información de Transporte de la Universidad de Wisconsin - Madison, ha desarrollado publicaciones que muestran fotografías representativas del estado del pavimento que corresponden con las calificaciones PASER para ayudar a aquellos que realizan estudios de campo. Cabe señalar que la calificación PASER, refleja las condiciones de la superficie del pavimento, y no la condición estructural del pavimento, o de la vida de la superficie del pavimento restante.

La metodología que utiliza PASER es aplicable para varios tipos de pavimento como también a sus obras de arte, según los diferentes



manuales de la aplicación Paser con sus respectivas guías de evaluación.

Se selecciona para la evaluación el manual del SEALCOAT que evalúa pavimentos tratados con sellos superficiales. En el sistema de evaluación superficial con el manual PASER, la condición del pavimento se evalúa visualmente, no cuantifica los deterioros encontrados ni proporciona valor deductivo alguno para indicar la calificación de la condición del pavimento, simplemente sobre la base de criterios de ingeniería, y experiencias se puede indicar una calificación según su catálogo de fallas.

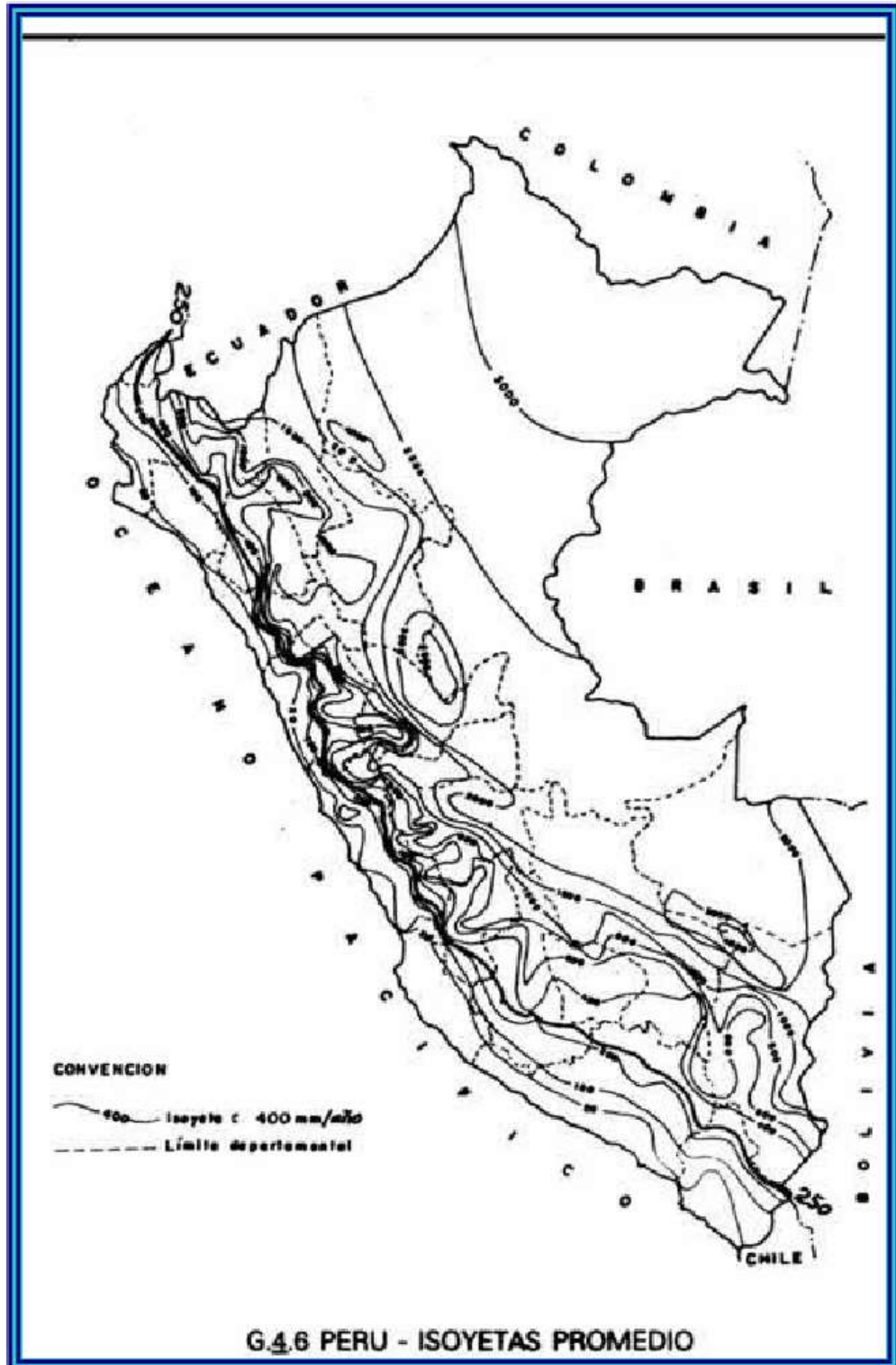
El método no considera escalas intermedias que permitan mayor sensibilidad para calificar la superficie dañada.

#### **2.2.2.8 Mejoramiento de pistas y veredas en la avenida Arenales**

El terreno materia del estudio tiene la siguiente ubicación política y geográfica:

Región : Ica  
Sub Región : Ica  
Distrito : Ica  
Lugar : Av. Arenales

La temperatura media anual es de 24 a 30°C. sobre una altura de 450 m.s.n.m., un clima seco y cálido con precipitaciones fluviales de 20.00 mm. anuales promedio según esquema de tratos Isoyetas (SENAMHI) que se muestra a continuación:



### Topografía:

La topografía de la zona es plana presenta una geomorfología continua, característica de la penillanura costera que está formada por sedimentos horizontales de tipo TERCEARIO de acumulaciones provenientes de la erosión de la cordillera andina de las cabezadas con abundante

presencia de material coluvial en las excavaciones no presenta nivel freático.

### **2.2.2.9 Conservación de Pavimentos**

#### **a) Conservación vial**

Es el conjunto de operaciones necesarias para la preservación o mantenimiento de una carretera y de cada uno de sus elementos componentes y complementarios en las mejores condiciones para el tráfico, compatibles con las características geométricas, capa de rodadura que tuvo cuando fue construida, o al estado último a que ha llegado después de las posibles mejoras que haya recibido a lo largo del tiempo.

Según las Especificaciones Técnicas Generales para la conservación de carreteras aprobado por Resolución Directoral N°051-2007-MTC define como “Conjunto de actividades que se realizan para mantener en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen la vía y, de esta manera, garantizar que el tránsito sea cómodo, seguro, fluido y económico”

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, mediante Resolución Ministerial N°817-2006-MTC/09 de fecha 07 de noviembre del 2006, aprobó la Política Nacional del Sector Transporte. Es de destacar que esta nueva política da especial importancia a la conservación vial, pues define que se atienda de manera prioritaria y efectiva la infraestructura de transportes y su desarrollo, de acuerdo con la demanda de accesibilidad.

#### **b) Conservación rutinaria**

Conjunto de actividades que se ejecutan permanentemente y se constituyen en acciones que se realizan diariamente en los diferentes tramos de la vía. Tiene como finalidad principal la preservación de todos los elementos viales con la mínima cantidad de alteraciones o

de daños y, en lo posible, conservando las condiciones que tenían después de la construcción o la rehabilitación. Debe tener el carácter de preventiva y se incluyen en ella las actividades de limpieza de la calzada y de las obras de drenaje, el corte de la vegetación de la zona del derecho de vía y las reparaciones de los defectos puntuales de la plataforma, entre otras.

### **c) Conservación periódica**

Se denomina al conjunto de actividades que se ejecutan en periodos, en general, de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores.

#### **2.2.2.10 Rehabilitación de pavimentos**

Consiste en la ejecución de obras necesarias, para devolver al pavimento sus características geométricas y portantes originales, brindando una superficie de rodamiento uniforme, cómoda y segura. Se debe realizar una evaluación superficial de la condición del pavimento acompañada de ensayos básicos (medidas de deflexiones) con la finalidad de entender el mecanismo de falla y determinar qué es lo que se encuentra dañado en el pavimento existente.

Es necesario conocer los alcances de la inversión en función al periodo de diseño y sobre todo al aspecto económico. La rehabilitación del pavimento que resulte económico dentro del contexto de la naturaleza del problema y del periodo de tiempo necesario. Separando la naturaleza del problema en dos categorías (superficial y estructural) del lapso requerido (corto o largo plazo), se simplifica la selección de la mejor opción.

## **2.2.2.11 Descripción y características de tecnologías de pavimentación**

### **A. Descripción**

#### **a) Carreteras no pavimentadas**

1) Caminos de tierra, constituidos por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo.

2) Caminos de grava (lastrados), constituidos por una capa de revestimiento con material natural pétreo, seleccionado manualmente o por zarandeo de tamaño máximo de 75 mm.

3) Caminos afirmados, constituidos por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificados naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo de 25 mm.

Los caminos afirmados comprenden los siguientes tipos:

a.1 Afirmados con gravas naturales o zarandeadas.

a.2 Afirmados con gravas homogenizadas mediante chancado.

4) Caminos afirmados con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales:

a.1 Afirmados con grava tratada con materiales como asfalto, cemento, cal, aditivos químicos y otros.

a.2 Suelos naturales estabilizados con material granular y finos ligantes, asfalto, cemento, cal, aditivos químicos y otros.

#### **a) Carreteras pavimentadas**

##### **a.1. Pavimentos flexibles**

- Compuestos por capas granulares (subbase y base drenante) y una superficie de rodadura bituminosa en frío como tratamiento

superficial bicapa, lechada asfáltica o mortero asfáltico, micropavimento en frío, macadam asfáltico, carpetas de mezclas asfálticas en frío, etc.

- Compuestos por capas granulares (subbase y base drenante) y una capa de rodadura bituminosa de mezcla asfáltica en caliente de espesor variable según sea necesario.

### **b. Pavimentos semirrígidos**

Conformados con capas asfálticas (base asfáltica y carpeta asfáltica en caliente); también se considera como pavimento semirrígido, la estructura compuesta por carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con cemento o base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido, también, los pavimentos adoquinados.

### **c. Pavimentos rígidos**

Conformados por losa de concreto de cemento hidráulico y una subbase granular para uniformizar las características de cimentación de la losa.

## **- Características tecnológicas de pavimentación**

### **a. Suelos**

A continuación, se desarrollan pautas para identificar las características y la clasificación de los suelos que se utilizarán en la construcción de los pavimentos de las carreteras del Perú. La exploración e investigación del suelo es muy importante, tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento. Si la información registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aún con exigencias de precisión no tendrán mayor sentido para los fines propuestos.

## **Exploración de suelos y rocas**

Para la exploración de suelos y rocas primero deberá efectuarse un reconocimiento del terreno y como resultado de ello un programa de exploración e investigación de campo a lo largo de la vía y en las zonas de préstamo, para de esta manera identificar los diferentes tipos de suelos que pueden presentarse.

El reconocimiento del terreno permitirá identificar los cortes naturales y/o artificiales, definir los principales estratos de suelos superficiales, delimitar las zonas en las cuales los suelos presentan características similares, asimismo identificar las zonas de riesgo o poco recomendables para emplazar el trazo de la vía.

El programa de exploración e investigación de campo incluirá la ejecución de calicatas o pozos exploratorios, cuyo espaciamiento dependerá fundamentalmente de las características de los materiales subyacentes en el trazo de la vía. Generalmente están espaciadas entre 250 m. y 2,000 m., pero pueden estar más próximas dependiendo de puntos singulares, como en los siguientes casos:

- Cambio de la topografía de la zona en estudio;
- Por la naturaleza de los suelos o cuando los suelos se presentan en forma errática o irregular;
- delimitar las zonas en que se detecten suelos que se consideren pobres o inadecuados;
- Zonas que soportarán terraplenes o rellenos de altura mayor a 5.0 m.;
- Zonas donde la rasante se ubica muy próxima al terreno natural ( $h < 0.6$  m.);
- Zonas de corte, donde se ubicarán los puntos de cambio de corte a terraplén o de terraplén a corte, para conocer el material a nivel de subrasante.

De las calicatas o pozos exploratorios deberán obtenerse de cada estrato muestras representativas en número y cantidades suficientes de suelo o de roca, o de ambos, de cada material que sea importante para el diseño y la construcción. El tamaño y tipo de la muestra requerida depende de los ensayos que se vayan a efectuar y del porcentaje de partículas gruesas en la muestra, y del equipo de ensayo a ser usado

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 600 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km. x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km. x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km. x sentido</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras duales o multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km. x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km. x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km. x sentido</li> </ul>	
Carreteras de primera clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	• 4 calicatas x km.	
Carreteras de segunda clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	• 3 calicatas x km.	
Carreteras de tercera clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	• 2 calicatas x km.	
Carreteras de bajo volumen de tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	• 1 calicata x km.	



## **b. Tráfico vial para el diseño**

### **- Conocimiento de la demanda de tráfico**

La demanda de tráfico es un aspecto especial que el ingeniero necesita conocer con relativa y suficiente precisión, para planificar y diseñar con éxito muchos aspectos de la vialidad, entre ellos el diseño del pavimento y el de la plataforma de la carretera.

El estudio de tráfico deberá proporcionar la información del Índice Medio Diario Anual (IMDA) para cada tramo vial materia de un estudio. Es conveniente para ello que los términos de referencia para la contratación de la elaboración del estudio de preinversión, ya proporcionen la identificación de los tramos homogéneos.

Para cada uno de los tramos, además de la demanda volumétrica actual, deberá conocerse la clasificación por tipos de vehículos. El cálculo del IMDA requiere de los índices de variación mensual, información que el MTC dispone y proporciona, en base a los registros que obtiene en las estaciones existentes de peaje y pesaje y de la información correspondiente a los contratos de concesiones viales.

La información directa requerida para los estudios de tráfico en principio y salvo necesidades con objetivos más precisos o distintos se conformará calcular el IMDA del tramo, empezando por la demanda volumétrica actual de los flujos clasificados por tipos de vehículos en cada sentido del tráfico. En los casos en que hubiera una fuente de información continua, precisa o que los flujos fueran muy pequeños, deberá justificarse adecuadamente la elección del tamaño de la muestra.

- **Factor direccional y factor carril**

El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico, normalmente corresponde a la mitad del total de tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra, el que se definirá según el conteo de tráfico.

El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al carril que recibe el mayor número de EE, donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril.

- **Cálculo de tasas de crecimiento y proyección**

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula de progresión geométrica por separado para el componente del tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente del tránsito de vehículos de carga.

La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socioeconómico. Normalmente se asocia la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI).

Normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 6%. Estas tasas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específicos, por implementarse con certeza a corto plazo en la zona del camino. La proyección de la

demanda puede también dividirse en dos componentes. Una proyección para vehículos de pasajeros que crecerá aproximadamente al ritmo de la tasa anual de crecimiento de la población y una proyección de la demanda de vehículos de carga que crecerá aproximadamente con la tasa de crecimiento de la economía. Ambos índices de crecimiento correspondientes a la región que normalmente cuenta con datos estadísticos de estas tendencias.

## **2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

### **Asfalto**

Sustancia negra, pegajosa, sólida o semisólida según la temperatura ambiente; a la temperatura de ebullición del agua tiene consistencia pastosa, por lo que se extiende con facilidad. Se utiliza para revestir carreteras, impermeabilizar estructuras, como depósitos, techos o tejados, y en la fabricación de baldosas, pisos y tejas.

### **Concreto Asfáltico.**

Es una mezcla en caliente, de alta calidad y perfectamente controlada, de cemento asfáltico y agregados de buena calidad bien gradados, que se debe compactar perfectamente para formar una masa densa y uniforme, tipificada por las mezclas Tipo IV del instituto del Asfalto.

### **Pavimento**

Superficie artificial que se prepara para que el piso esté sólido y llano.

### **Pavimentos Asfálticos.**

Son pavimentos compuestos por una capa superficial de agregado mineral recubierto y aglomerado con cemento asfáltico, colocada sobre superficies de apoyo tales como bases asfálticas, piedra triturada o grava; o sobre un pavimento de concreto de cemento Portland, de ladrillo o bloques.

## **Suelo**

El suelo es una compleja mezcla de material rocoso fresco y erosionado, de minerales disueltos y re depositados, y de restos de cosas en otro tiempo vivas. Estos componentes son mezclados por la construcción de madrigueras de los animales, la presión de las raíces de las plantas y el movimiento del agua subterránea.

El estudio de suelo en pavimentos esta normado en el Reglamento Nacional de Edificación CE-010.

## CAPÍTULO III

### PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1 Confiabilidad y validación del instrumento

n	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	PtjTot Xi	(Xi-X) <sup>2</sup>
1	1	1	0	1	1	0	1	1	6	1.14
2	0	1	0	1	1	0	0	1	4	0.87
3	1	1	1	1	1	1	1	1	8	25.67
4	0	1	0	1	1	1	1	1	7	9.40
5	1	1	0	1	1	0	1	1	6	1.14
6	1	1	0	1	1	0	1	1	6	4.27
7	0	1	1	1	1	1	1	0	6	1.14
8	1	1	0	1	0	1	1	1	6	0.87
9	1	1	0	1	1	0	1	1	6	4.27
10	0	1	1	1	1	0	1	1	6	9.40
11	0	1	0	0	1	0	1	0	5	24.34
12	0	1	1	1	1	0	1	1	6	9.40
13	0	1	0	1	1	1	1	1	6	1.14
14	1	1	1	1	1	1	1	1	8	62.94
15	1	1	1	1	1	1	1	1	8	62.94
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>92</b>	<b>218.93</b>
MEDIA	0.40	0.87	0.27	0.80	0.80	0.33	0.80	0.73	<b>8.93</b>	
p	0.40	0.87	0.27	0.80	0.80	0.33	0.80	0.73		
q	0.60	0.13	0.73	0.20	0.20	0.67	0.20	0.27		
pq	0.24	0.12	0.20	0.16	0.16	0.22	0.16	0.20	<b>3.09</b>	

n                    15  
 st<sup>2</sup>                14.60  
 k                    8  
 r<sub>tt</sub>                 0.79

<b>K</b>	: El número de ítems	:	8
$\sum S_i^2$	: Sumatoria de Varianzas de los Ítems	:	4.10
<b>ST<sup>2</sup></b>	: Varianza de la suma de los Ítems	:	22.18
<b><math>\alpha</math></b>	: Coeficiente de Alfa de Cronbach		

$$\alpha = \frac{8}{8 - 1} \left[ 1 - \frac{4.10}{22.18} \right]$$

$$\alpha = 0.79$$

### Interpretación:

En el presente estudio, el alfa de Cronbach obtenido es de 0.79; lo que significa que los resultados de opinión de 15 usuarios respecto a los ítems considerados en el cuestionario sobre el mejoramiento del pavimento de la avenida Arenales en su versión de 8 ítems son confiables y muy aceptables.

### 3.2 Análisis cuantitativo de las variables

Tabla N° 01: Información disponible  
**Estadísticos**

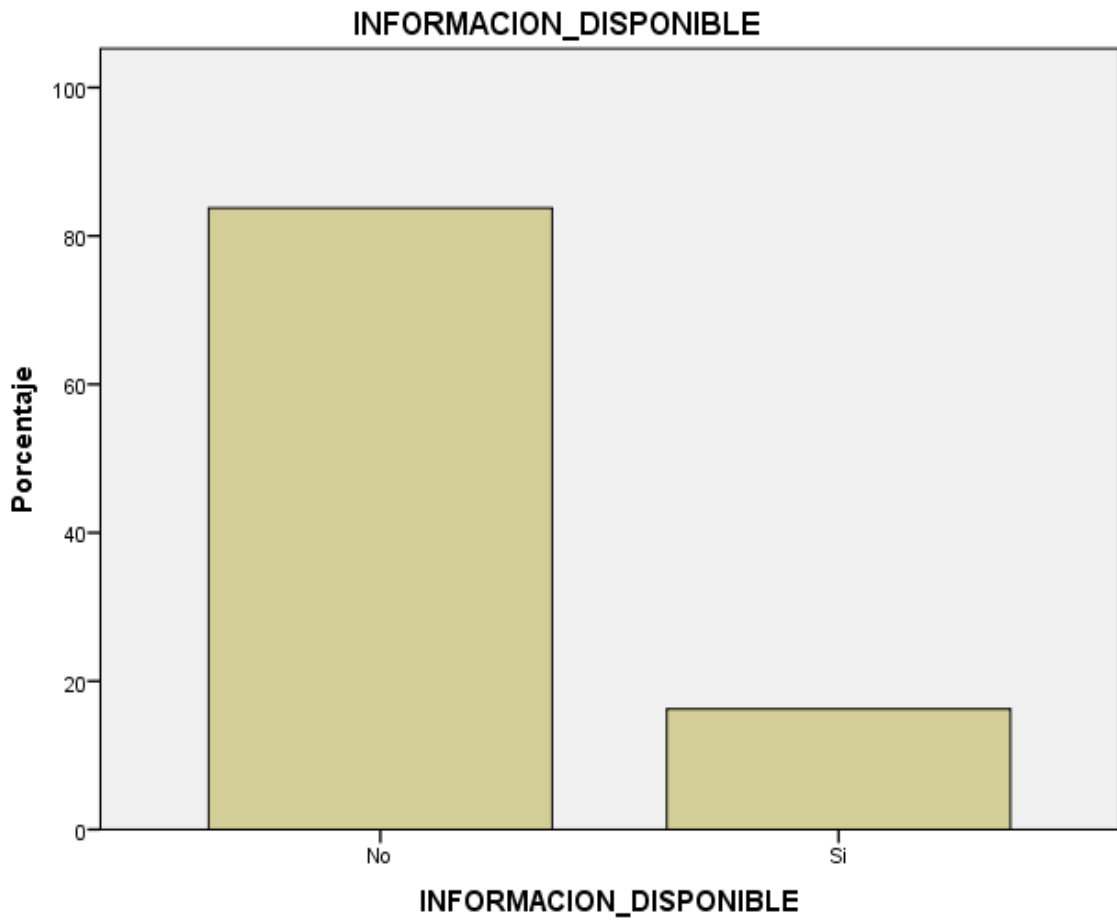
INFORMACION\_DISPONIBLE

N	Válidos	80
	Perdidos	1

INFORMACION\_DISPONIBLE

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No	67	82,7	83,8
	Si	13	16,0	100,0
	Total	80	98,8	100,0
Perdidos	Sistema	1	1,2	
Total		81	100,0	

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores



**Interpretación:**

En el gráfico N°01, mostramos los resultados de la encuesta realizada a los trabajadores que laboran en el mejoramiento de los pavimentos de la Av. Arenales, que representan el 100% de la muestra de estudio, en los cuales el 83,8% manifestó que no cuentan con la información disponible sobre la construcción de los pavimentos y el 16,3% manifestó que sí cuentan con la información disponible sobre la construcción de los pavimentos.



Tabla N° 02: Análisis de tráfico

**Estadísticos**

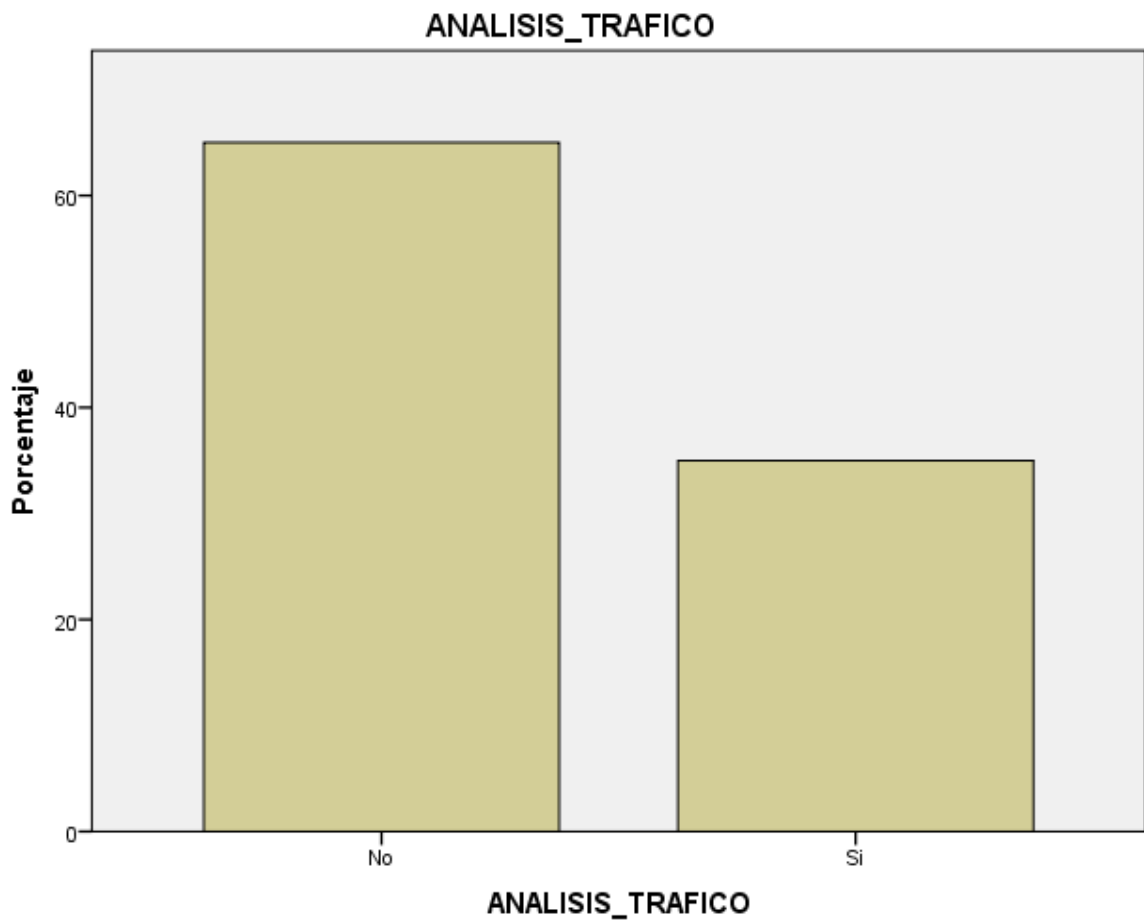
ANALISIS\_TRAFICO

N	Válidos	80
	Perdidos	1

**ANALISIS\_TRAFICO**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No	52	64,2	65,0	65,0
	Si	28	34,6	35,0	100,0
	Total	80	98,8	100,0	
Perdidos	Sistema	1	1,2		
Total		81	100,0		

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores



**Interpretación:**

En el gráfico N° 2, mostramos los resultados de la encuesta realizada a los trabajadores que laboran en el mejoramiento de los pavimentos de la Av. Arenales, que representan el 100% de la muestra de estudio, en los cuales el 65% declaró que no realizaron un análisis de tráfico para la construcción de los pavimentos y el 35% reveló que sí realizaron un análisis de tráfico para la construcción de los pavimentos.

Tabla N° 03: Calidad de materiales

**Estadísticos**

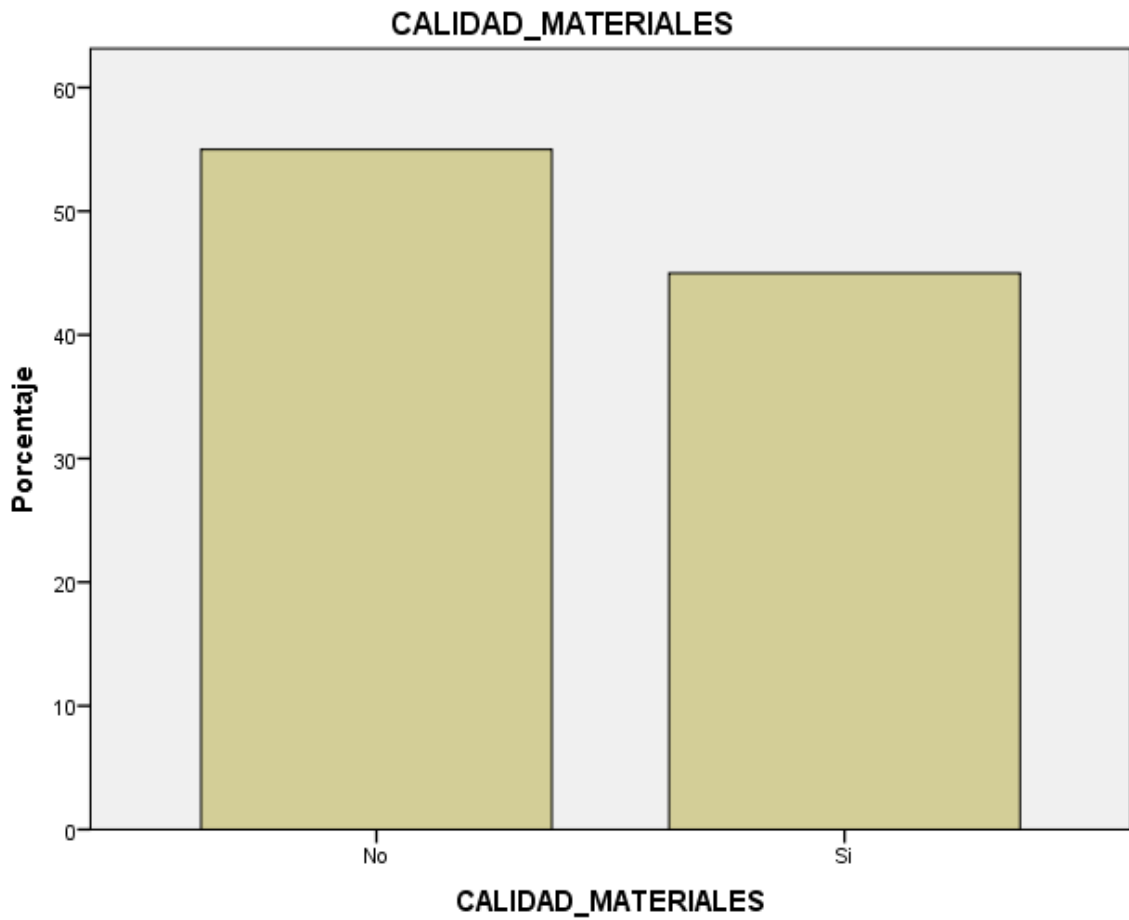
CALIDAD\_MATERIALES

N	Válidos	80
	Perdidos	1

**CALIDAD\_MATERIALES**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No	44	54,3	55,0	55,0
	Si	36	44,4	45,0	100,0
Total		80	98,8	100,0	
Perdidos	Sistema	1	1,2		
Total		81	100,0		

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores



**Interpretación:**

En el gráfico N° 03, mostramos los resultados de la encuesta realizada a los trabajadores que laboran en el mejoramiento de los pavimentos de la Av. Arenales, que representan el 100% de la muestra de estudio, en los cuales el 55% ostentó que los materiales que utilizan para la construcción de los pavimentos no son de buena calidad y el 45% expreso que los materiales que utilizan para la construcción de los pavimentos si son de buena calidad

Tabla N° 04: Estudio de suelos.

**Estadísticos**

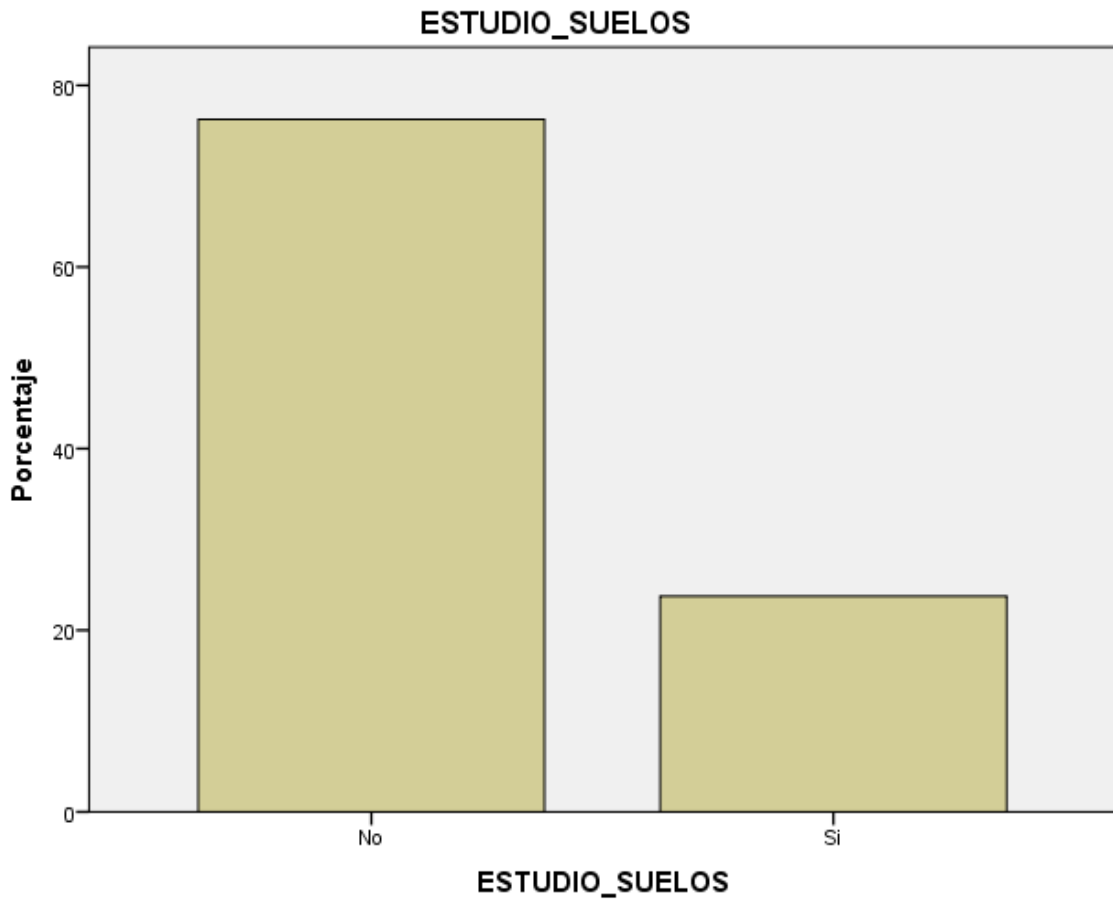
ESTUDIO\_SUELOS

N	Válidos	80
	Perdidos	1

**ESTUDIO\_SUELOS**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No	61	75,3	76,3	76,3
	Si	19	23,5	23,8	100,0
	Total	80	98,8	100,0	
Perdidos	Sistema	1	1,2		
Total		81	100,0		

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores



**Interpretación:**

En el gráfico N° 04, mostramos los resultados de la encuesta realizada a los trabajadores que laboran en el mejoramiento de los pavimentos de la Av. Arenales, que representan el 100% de la muestra de estudio, en los cuales el 76,3% explicó para la construcción de pavimentos no realizaron correctamente el estudio de suelos y el 23,8% expuso que para la construcción de pavimentos sí realizaron correctamente el estudio de suelos.

Tabla N° 05: Rehabilitación superficial.

**Estadísticos**

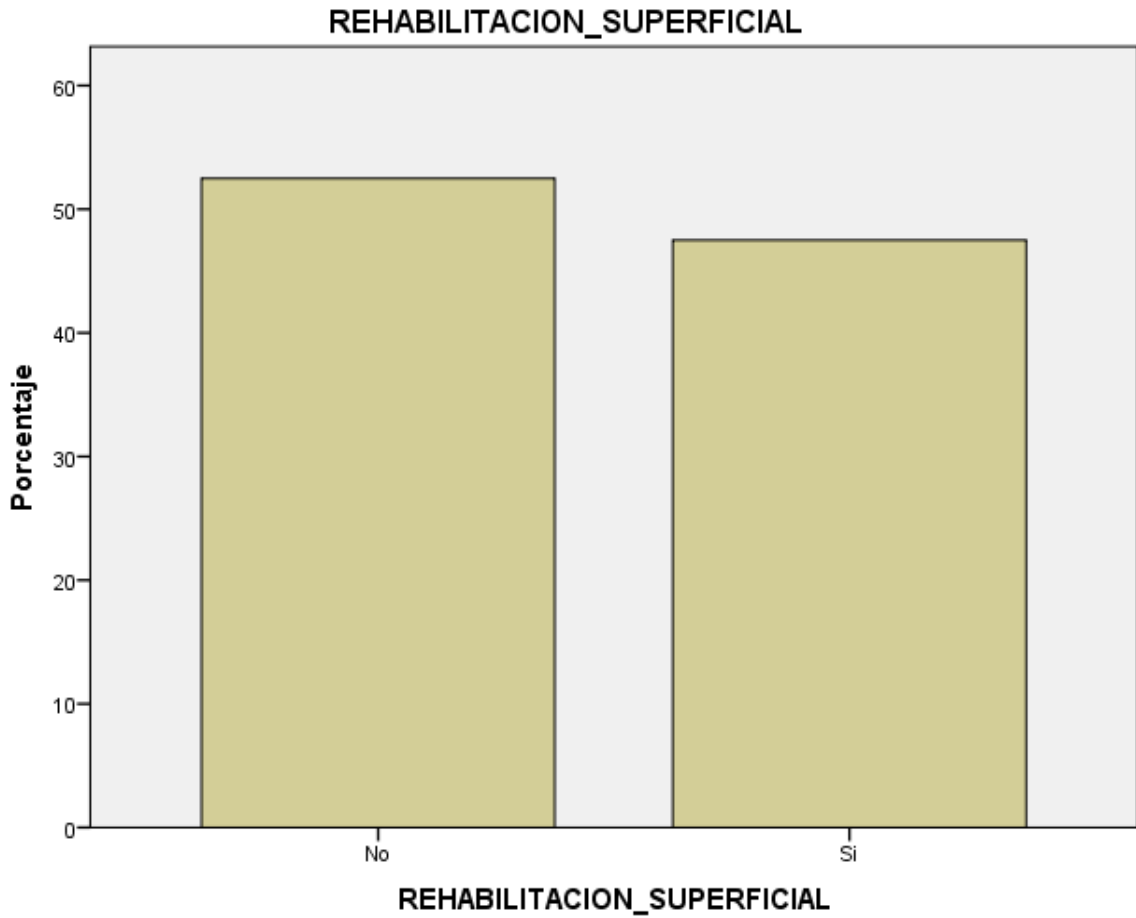
REHABILITACION\_SUPERFICIAL

N	Válidos	80
	Perdidos	1

REHABILITACION\_SUPERFICIAL

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	42	51,9	52,5	52,5
Válidos Si	38	46,9	47,5	100,0
Total	80	98,8	100,0	
Perdidos Sistema	1	1,2		
Total	81	100,0		

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores



**Interpretación:**

En el gráfico N° 05, mostramos los resultados de la encuesta realizada a los trabajadores que laboran en el mejoramiento de los pavimentos de la Av. Arenales, que representan el 100% de la muestra de estudio, en los cuales el 52,5% expuso que para la construcción de pavimentos no se llevó cabo una rehabilitación superficial y el 47,5% reveló que para la construcción de pavimentos sí se llevó cabo una rehabilitación superficial.



Tabla N° 06: Rehabilitación estructural.

**Estadísticos**

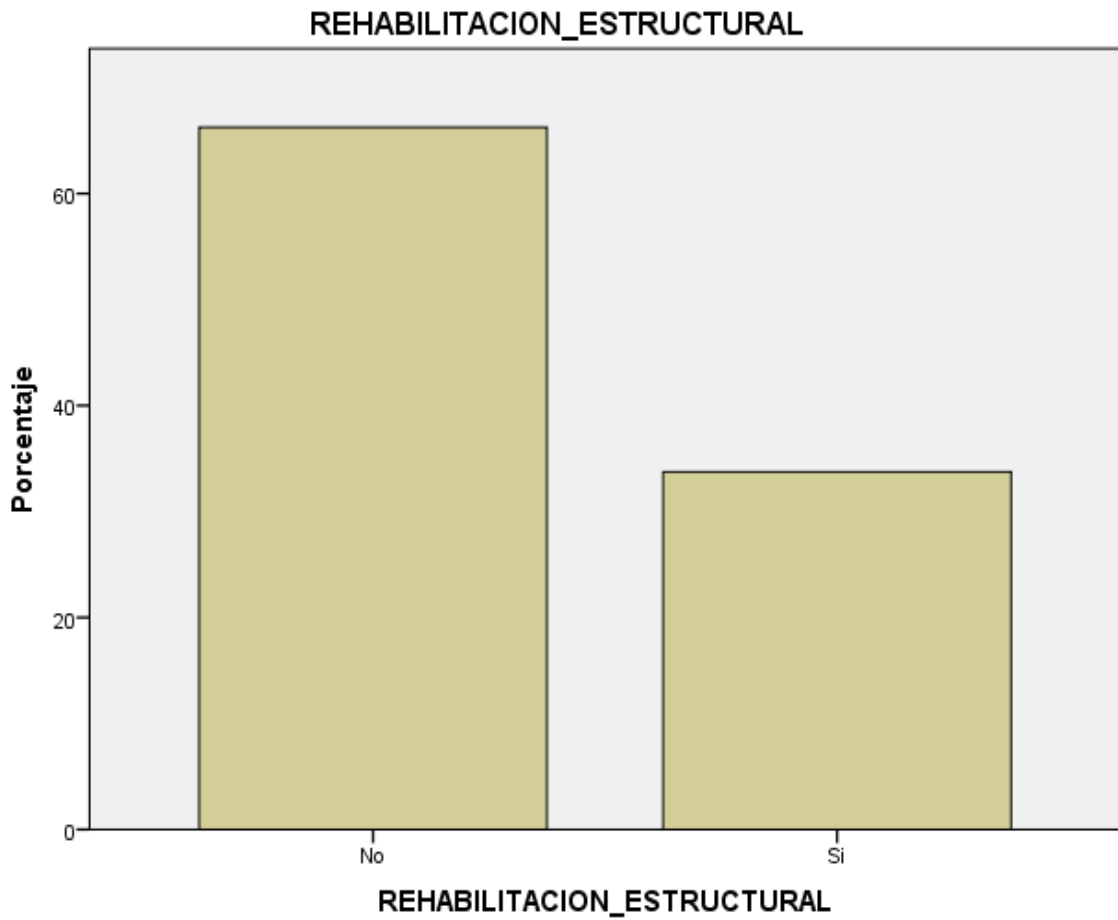
REHABILITACION\_ESTRUCTURAL

N	Válidos	80
	Perdidos	1

REHABILITACION\_ESTRUCTURAL

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No	53	65,4	66,3	66,3
	Si	27	33,3	33,8	100,0
	Total	80	98,8	100,0	
Perdidos	Sistema	1	1,2		
Total		81	100,0		

Fuente: encuesta realizada a trabajadores



**Interpretación:**

En el gráfico N° 06, mostramos los resultados de la encuesta realizada a los trabajadores que laboran en el mejoramiento de los pavimentos de la Av. Arenales, que representan el 100% de la muestra de estudio, en los cuales el 66,3% explicó que para la construcción de pavimentos no se llevará cabo una rehabilitación estructural y el 33,8% reveló que para la construcción de pavimentos sí se llevara cabo una rehabilitacion estructural.

Tabla N° 07: Falla de la vía.

**Estadísticos**

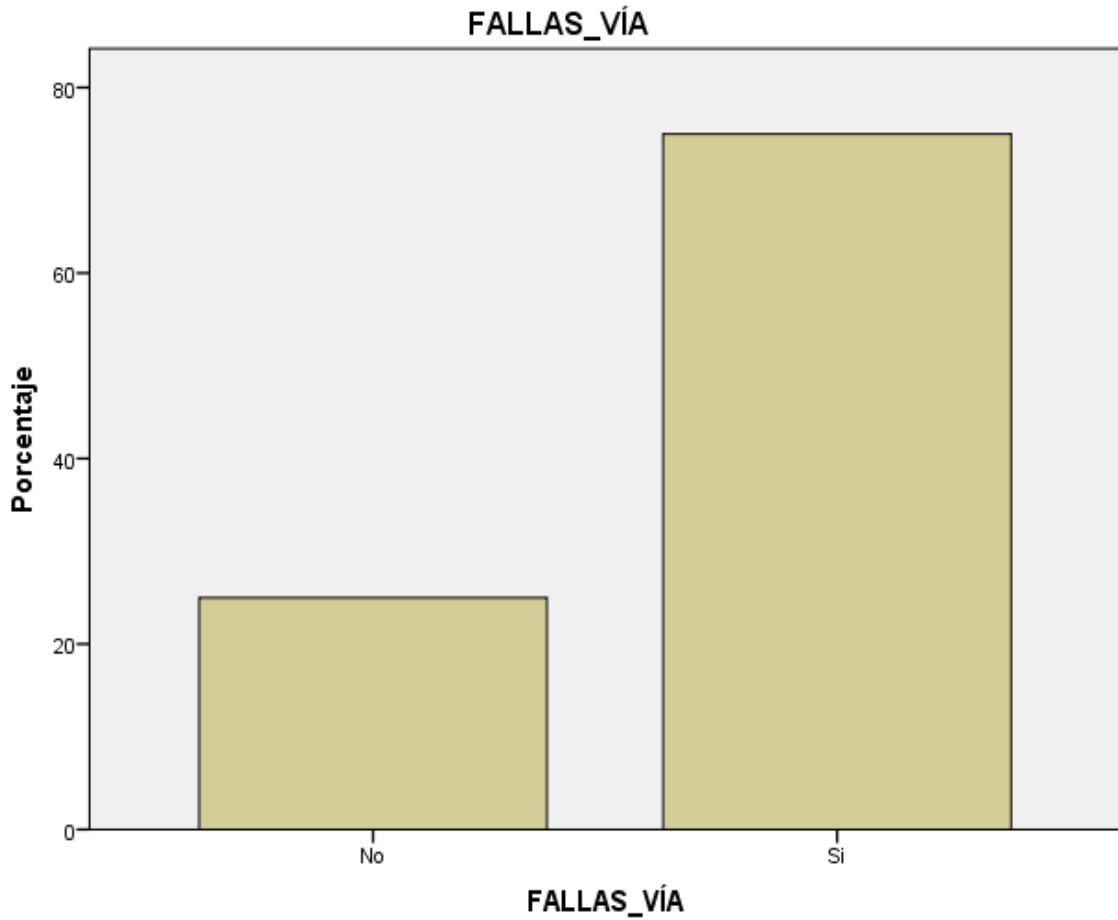
FALLAS\_VÍA

N	Válidos	80
	Perdidos	1

FALLAS\_VÍA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No	20	24,7	25,0	25,0
	Si	60	74,1	75,0	100,0
	Total	80	98,8	100,0	
Perdidos	Sistema	1	1,2		
Total		81	100,0		

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores



**Interpretación:**

En el gráfico N° 07, mostramos los resultados de la encuesta realizada a los trabajadores que laboran en el mejoramiento de los pavimentos de la Av. Arenales, que representan el 100% de la muestra de estudio, en los cuales el 75% expuso que sí existe considerablemente la falla de la vía en los pavimentos y el 25% manifestó que no existe la falla de la vía en los pavimentos.

Tabla N° 08: Cargas de tráfico.

**Estadísticos**

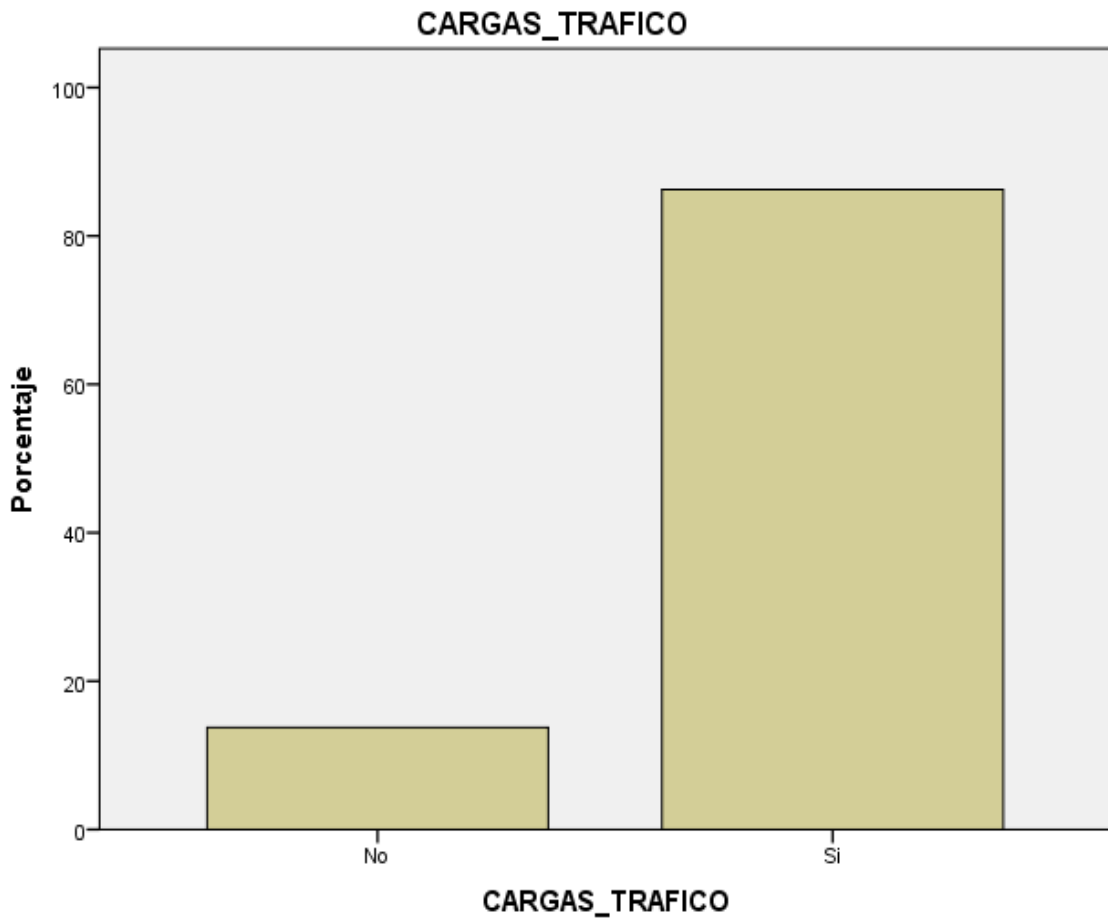
CARGAS\_TRAFICO

N	Válidos	80
	Perdidos	1

CARGAS\_TRAFICO

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No	11	13,6	13,8
	Si	69	85,2	100,0
	Total	80	98,8	100,0
Perdidos	Sistema	1	1,2	
Total		81	100,0	

Fuente: Encuesta realizada a trabajadores



**Interpretación:**

En el gráfico N° 08, mostramos los resultados de la encuesta realizada a los trabajadores que laboran en el mejoramiento de los pavimentos de la Av. Arenales, que representan el 100% de la muestra de estudio, en los cuales el 86,3% ostentó que durante el mantenimiento de los pavimentos sí habrá cargas de tráfico y el 13,8% reveló que durante el mantenimiento de los pavimentos no habrá cargas de tráfico.

## CAPÍTULO IV

### PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

#### 4.1 Prueba de hipótesis

##### Prueba de Hipótesis Específica 1

**1º: Formulación de las Hipótesis Estadísticas y su interpretación.**

Ho:  $\rho = 0$

La preparación es un proceso que no contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica,

Ha:  $\rho \neq 0$

La preparación es un proceso que contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.

**2º: Nivel de significación:**  $\alpha = 0,67$  (prueba bilateral)

**3º: Estadígrafo de prueba:** Coeficiente de Correlación Simple y regresión lineal simple. El procesamiento de los datos se realizó con el Software estadístico SPSS versión 22.

**Coeficiente de correlación de Pearson entre la preparación y el mejoramiento de pavimento.**

**Correlaciones**

		PREPARACIÓN _PAVIMENTO	MEJORAMIENTO _PAVIMENTO
PREPARACIÓN	Correlación de Pearson	1	,671**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	80	80
MEJORAMIENTO_PAVIMENTO	Correlación de Pearson	,671**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	80	80

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Los datos recogidos con los instrumentos, se trasladó al programa estadístico SPSS versión 22 y obteniendo como resultado que sí existe una correlación significativa entre la construcción y el mejoramiento de pavimento; esta relación representa un 0,671.

El hecho que resulta un valor positivo (el coeficiente de correlación simple) se comprueba que la construcción influye en el mejoramiento de pavimento.

**5º: Se decide por:**

El programa SPSS 22 refleja un Z calculado de  $18.649 > R_c=0.67$ , entonces se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ). Con estos resultados estadísticos, se puede afirmar que: La preparación es un proceso que contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017, esta influencia es significativa en un 67.1% pero no determina el comportamiento futuro de la preparación en el mejoramiento de pavimento.



## Prueba de Hipótesis Específica 2

### 1º: Formulación de las Hipótesis Estadísticas y su interpretación.

Ho:  $\rho = 0$

La rehabilitación es un proceso que no contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.

Ha:  $\rho \neq 0$

La rehabilitación es un proceso que contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.

**2º: Nivel de significación:**  $\alpha = 0,85$  (prueba bilateral)

**3º: Estadígrafo de prueba:** Coeficiente de Correlación Simple y regresión lineal simple. El procesamiento de los datos se realizó con el Software estadístico SPSS versión 22.

**Coeficiente de correlación de Pearson entre la rehabilitación y el mejoramiento de pavimento.**

Correlaciones

		REHABILITACION _PAVIMENTO	MEJORAMI ENTO_PAVI MENTO
REHABILITACION	Correlación de Pearson	1	,859**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	80	80
MEJORAMIENTO_PAVIMENTO	Correlación de Pearson	,859**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	80	80

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Los datos recogidos con los instrumentos, se trasladó al programa estadístico SPSS versión 22 y obteniendo como resultado que sí existe una correlación significativa entre la rehabilitación y el mejoramiento de pavimento; esta relación representa un 0,859.

El hecho que resulta un valor positivo (el coeficiente de correlación simple) se comprueba que la rehabilitación influye en el mejoramiento de pavimento.

**5º: Se decide por:**

El programa SPSS 22 refleja un Z calculado de  $18.649 > R_c = 0.85$ , entonces se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ). Con estos resultados estadísticos, se puede afirmar que: La rehabilitación es un proceso que contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017, esta influencia es significativa en un 85.9% pero no determina el comportamiento futuro de la rehabilitación en el mejoramiento de pavimento.

**Prueba de hipótesis específica 3:**

**1º: Formulación de las Hipótesis Estadísticas y su interpretación.**

Ho:  $\rho = 0$

El mantenimiento es un proceso que no contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.

Ha:  $\rho \neq 0$

El mantenimiento es un proceso que contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.

**2º: Nivel de significación:**  $\alpha = 0,49$  (prueba bilateral)

**3º: Estadígrafo de prueba:** Coeficiente de Correlación Simple y regresión lineal simple. El procesamiento de los datos se realizó con el Software estadístico SPSS versión 22.

**Coeficiente de correlación de Pearson entre la rehabilitación y el mejoramiento de pavimento.**

**Correlaciones**

		MANTENIMIENTO _PAVIMENTO	MEJORAMIENTO _PAVIMENTO
MANTENIMIENTO	Correlación de Pearson	1	,493**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	80	80
MEJORAMIENTO_PAVIME NTO	Correlación de Pearson	,493**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	80	80

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Los datos recogidos con los instrumentos, se trasladó al programa estadístico SPSS versión 22 y obteniendo como resultado que sí existe una correlación directa entre el mantenimiento y el mejoramiento de pavimento; esta relación representa un 0,493.

El hecho que resulta un valor positivo (el coeficiente de correlación simple) se comprueba que el mantenimiento influye en el mejoramiento de pavimento.

**5º: Se decide por:**

El programa SPSS 22 refleja un Z calculado de  $18.649 > R_c = 0.49$ , entonces se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ). Con estos resultados estadísticos, se puede afirmar que: El mantenimiento es un proceso que contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017, esta influencia es significativa en un 49.3% pero no determina el comportamiento futuro de la rehabilitación en el mejoramiento de pavimento.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Al confirmarse las hipótesis específicas y estas al haberse elaborado a partir de la hipótesis general por ende se confirma también la hipótesis general, por lo que el pavimento de la avenida Arenales se viene mejorando de manera significativa para beneficio de los pobladores desde el cruce con la calle Chota hasta la antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, 2017.

Se confirma que sí existe una correlación significativa entre la preparación y el mejoramiento de pavimento; esta relación representa un 0,671. Aceptando lo sostenido por Miranda (2010), quien muestra la conservación de pavimentos, destacando las causas que produjeron los deterioros, y las reparaciones aplicadas, destacando los procesos constructivos en la reconstrucción de calzadas de pavimentos y carpetas asfálticas, sirviendo de un gran aporte a los profesionales que pretendan desarrollarse en el área de obras viales.

Asimismo, se confirma la segunda hipótesis específica que sí existe una correlación significativa entre la rehabilitación y el mejoramiento de pavimento; esta relación representa un 0,859.

Finalmente se comprueba que sí existe una correlación directa entre el mantenimiento y el mejoramiento de pavimento; esta relación representa un 0,493. Se considera lo sostenido por Álvarez (2008) quien manifiesta que el DTIMS son una excelente herramienta de apoyo en la conformación de eficientes planes de mantención y conservación para las redes viales existentes, recomendando así que en un futuro no tan lejano puedan emplearse permanente por los organismos pertinentes del país.

## CONCLUSIONES

De la comprobación de las Hipótesis se concluye lo siguiente:

Se determinó que la preparación es un proceso que contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017, esta influencia es significativa en un 67.1% pero no determina el comportamiento futuro de la construcción en el mejoramiento de pavimento debido a que los trabajadores no cuentan con toda la información disponible y no conocen la calidad que deben tener los materiales.

Se investigó que la rehabilitación es un proceso que contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017, esta influencia es significativa en un 85.9% pero no determina el comportamiento futuro de la rehabilitación superficial y estructural en el mejoramiento de pavimento.

Se estableció que el mantenimiento es un proceso que contribuye directamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017, esta influencia es significativa en un 49.3% pero no determina el comportamiento futuro del mantenimiento para reducir las fallas de la vía y lograr la rehabilitación en el mejoramiento de pavimento.

## RECOMENDACIONES

Se sugiere a las empresas encargadas de ejecutar obras de pavimento flexible, difundir la información de la obra a los trabajadores a fin de optimizar el proceso de mejoramiento en lo que se refiere a preparación, rehabilitación y mantenimiento.

Se deben cuidar los trabajos realizados mediante un mantenimiento constante a fin de controlar las fallas de la vía y lograr la rehabilitación en el mejoramiento de pavimento.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

Leonar, A. Vanel Straete, S.Parewyck. Diseño (2001) Estructural de Pavimentos Flexibles que usan Malla de Acero como Refuerzo de Bases.

A.Vanelstraete, (2003). Pruebas de Adherencia en Muestras Bituminosas con Mallas de Refuerzo de Acero, sterrebeek. A. Montepara, G. Tebaldi ,

A. Costa (1983) Refuerzo de Acero de la Superficie para Pavimentos de Asfalto.

Al- Gadil, (2005) Instalaciones en Campo y Consideraciones del Diseño de Mallas de Refuerzo de Acero para Reducir la Reflexión de Grietas.

Al. Gadi, Leonard, (2003) Desarrollo de un Modelo de Recubierto de Grietas Reflejadas con o sin Refuerzo de Acero, Estudio Presentado en la Asamblea Anual de la Asociación de Tecnólogos en Pavimentos de Asfalto ,

Lexington, Kentucky. Brrc, (1998). Centro de Investigación de Caminos en Bélgica , Diseño de Pavimentos de Concreto Recubiertos Reforzados con Bitufor para Carga de Trafico , Informe de Investigación ep5035/3544, Bruselas , Bélgica.

Hughes, J. (2001). Evaluación de la Malla de Aceros para Pavimentos, Fhwa, Informe de Construcción, Informe n fhwa.pa-20020001.

Bernd Gratz (1997). Análisis de la Influencia de Bitufor sobre la Capacidad portante de los Refuerzos de Superficies Viales – Zwevegem B 8550 Bélgica. D.Leonard

, A. Vanelstraete, S. Parewyck, (2000) Diseño Estructural de Pavimentos Flexibles que usan Malla de Acero como Refuerzo de Bases Bélgica.



Gómez, R. (2013) Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos (1ra.ed) Lima Perú:

ICG AASHTO (American Association of State Highway and Transportation. (2002) Officials) Manual Básico de Emulsiones Asfálticas. Series No. 19. USA. 5.

AUFLEM. Reyes Fredy (2005). Libro Diseño Racional de Pavimentos. Editorial Javeriana.Colombia.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG 2013. Perú. 243

Padilla Alejandro Rodríguez (2007). Tesis de Grado: Deformaciones plásticas en capas de rodaduras en pavimentos asfálticos. Universidad UPC. México. Mag.

Ing. Nestor Huaman Guerrero. (2011). Manual de Pavimentos Asfálticos. Asphalt Institute (2001). Antecedentes de los Métodos de Ensayo de Ligantes Asfálticos de SUPERPAVE.

## **ANEXOS**

**Anexo N° 01: Matriz de consistencia.**

**EVALUACIÓN DEL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA ARENALES DESDE EL CRUCE CON LA CALLE CHOTA HASTA LA ANTIGUA PANAMERICA SUR, PROVINCIA DE ICA, 2017.**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGIA
<p><b>Problema General</b> ¿En qué nivel se viene mejorando el pavimento de la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017?</p> <p><b>Problemas Específicos</b> ¿En qué nivel el proceso de construcción viene mejorando el pavimento de la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017?</p> <p>¿En qué nivel el proceso de rehabilitación viene mejorando el pavimento de la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017?</p> <p>¿En qué nivel el proceso de mantenimiento viene mejorando el pavimento de la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Evaluar el nivel de mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> Describir el proceso de construcción para la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.</p> <p>Investigar sobre el proceso de rehabilitación para la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.</p> <p>Determinar si el proceso de mantenimiento mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> El pavimento de la avenida Arenales se viene mejorando de manera significativa para beneficio de los pobladores desde el cruce con la calle Chota hasta la antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, 2017.</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b> La construcción es un proceso que contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.</p> <p>La rehabilitación es un proceso que contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017.</p> <p>El mantenimiento es un proceso que contribuye significativamente en la mejora del pavimento en la Av. Arenales desde el cruce con la calle Chota hasta la Antigua Panamericana Sur, provincia de Ica, año 2017</p>	PAVIMENTO	<p>Preparación</p> <p>Rehabilitación</p> <p>Mantenimiento</p>	<p><b>Diseño de la Investigación</b> El diseño de la investigación es no experimental - transversal.</p> <p><b>Tipo de Investigación</b> La presente investigación es básica de naturaleza descriptiva.</p> <p><b>Población:</b> Estará constituida por los Ingenieros encargados de la ejecución del proyecto.</p> <p><b>Muestra:</b> Estará la totalidad de la población.</p> <p><b>Técnica:</b> Encuesta</p> <p><b>Instrumento:</b> Cuestionario</p>

**ANEXO 02: INSTRUMENTOS**



**ENCUESTA SOBRE EVALUACIÓN DEL MEJORAMIENTO DEL  
PAVIMENTO DE LA AVENIDA ARENALES DESDE EL CRUCE CON LA  
CALLE CHOTA HASTA LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, PROVINCIA DE  
ICA, 2017.**

Estimado colaborador: Agradecemos su gentil participación en la presente investigación, para obtener información sobre el mejoramiento del pavimento de la avenida Arenales.

**Instrucciones:**

En las siguientes proposiciones marque con una x en el valor del casillero que según Ud. corresponde:

SI	NO
1	0

N°	<i>Dimensiones e Ítems</i>	Escalas	
		SI	NO
<b>PREPARACIÓN</b>			
01	¿Tiene conocimiento de la información disponible en la obra?		
02	¿Tiene conocimiento del análisis de tráfico?		
03	¿Tiene conocimiento sobre la calidad de los materiales?		
04	¿Ha visto algún estudio de suelo realizado?		
<b>REHABILITACIÓN</b>			
05	¿Considera que se debe realizar rehabilitación superficial en la vía?		
06	¿Considera que se debe realizar rehabilitación estructural en la vía?		
<b>MANTENIMIENTO</b>			
07	¿Visualizó fallas en la vía?		
08	¿Tiene conocimiento de algún estudio de cargas de tráfico?		

**Gracias por su colaboración**

**AV. LEON ARECHUA, TOMA MUESTRAL DEL DÍA MIÉRCOLES 19 DE FEBRERO 2014 - CÁLCULO DEL IMD**  
**ANEXO 03:**  
**ESTUDIO DE**  
**TRÁFICO**

HORARIO DE LA MUESTRA	TIPO DE VEHÍCULO						
	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Bus	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Moto taxi
04:00 - 04:15 a.m.	8	0	0	0	0	0	8
04:15 - 04:30 a.m.	7	0	0	0	0	0	10
04:30 - 04:45 a.m.	10	1	0	0	0	0	25
04:45 - 05:00 a.m.	11	1	0	0	0	0	20
05:00 - 05:15 a.m.	15	1	0	0	1	0	17
05:15 - 05:30 a.m.	8	2	0	0	0	1	24
05:30 - 05:45 a.m.	12	1	0	0	1	0	30
05:45 - 06:00 a.m.	15	3	0	0	0	0	31
06:00 - 06:15 a.m.	13	1	0	0	0	0	40
06:15 - 06:30 a.m.	25	0	0	0	0	0	43
06:30 - 06:45 a.m.	23	2	0	0	0	0	41
06:45 - 07:00 a.m.	40	3	0	0	0	0	61
07:00 - 07:15 a.m.	39	1	0	0	0	0	50
07:15 - 07:30 a.m.	61	3	0	0	2	0	59
07:30 - 07:45 a.m.	45	2	0	0	0	0	70
07:45 - 08:00 a.m.	47	1	0	0	0	0	68
08:00 - 08:15 a.m.	45	2	0	0	0	0	81
08:15 - 08:30 a.m.	51	3	0	0	1	1	101
08:30 - 08:45 a.m.	52	4	0	0	0	0	84
08:45 - 09:00 a.m.	55	2	0	0	0	0	100
09:00 - 09:15 a.m.	61	4	0	0	0	0	84
09:15 - 09:30 a.m.	49	2	0	0	2	0	96
09:30 - 09:45 a.m.	48	5	0	0	0	0	81
09:45 - 10:00 a.m.	55	3	0	0	1	1	66
10:00 - 10:15 a.m.	46	2	0	0	0	0	70
10:15 - 10:30 a.m.	43	2	0	0	0	0	73
10:30 - 10:45 a.m.	40	4	0	0	0	1	69
10:45 - 11:00 a.m.	53	6	0	0	3	0	105
11:00 - 11:15 a.m.	54	2	0	0	0	0	84
11:15 - 11:30 a.m.	47	4	0	0	0	0	88
11:30 - 11:45 a.m.	40	2	0	0	0	1	79
11:45 - 12:00 m.	53	1	0	0	0	0	81
12:00 - 12:15 p.m.	56	4	0	0	0	1	100
12:15 - 12:30 p.m.	47	2	0	0	0	0	78
12:30 - 12:45 p.m.	50	4	0	0	0	0	85

12:45 - 01:00 p.m.	56	7	0	0	0	2	84
01:00 - 01:15 p.m.	61	6	0	0	2	1	91
01:15 - 01:30 p.m.	49	5	0	0	0	1	104
01:30 - 01:45 p.m.	47	4	0	0	0	0	101
01:45 - 02:00 p.m.	43	2	0	0	0	1	87
02:00 - 02:15 p.m.	52	2	0	0	0	0	102
02:15 - 02:30 p.m.	40	4	0	0	0	2	88
02:30 - 02:45 p.m.	45	2	0	0	1	1	86
02:45 - 03:00 p.m.	50	2	0	0	0	0	90
03:00 - 03:15 p.m.	38	1	0	0	0	0	89
03:15 - 03:30 p.m.	36	2	0	0	0	1	94
03:30 - 03:45 p.m.	43	4	0	0	0	0	93
03:45 - 04:00 p.m.	41	4	0	0	0	0	60
04:00 - 04:15 p.m.	48	2	0	0	1	1	85
04:15 - 04:30 p.m.	46	2	0	0	0	0	84
04:30 - 04:45 p.m.	40	5	0	0	2	0	76
04:45 - 05:00 p.m.	52	2	0	0	0	2	80
05:00 - 05:15 p.m.	37	2	0	0	1	0	93
05:15 - 05:30 p.m.	32	3	0	0	0	0	90
05:30 - 05:45 p.m.	45	5	0	0	3	1	105
05:45 - 06:00 p.m.	41	5	0	0	1	1	79
06:00 - 06:15 p.m.	48	5	0	0	0	0	82
06:15 - 06:30 p.m.	61	4	0	0	1	0	84
06:30 - 06:45 p.m.	55	2	0	0	1	1	91
06:45 - 07:00 p.m.	56	2	0	0	0	0	80
07:00 - 07:15 p.m.	54	5	0	0	1	0	86
07:15 - 07:30 p.m.	47	2	0	0	1	0	79
07:30 - 07:45 p.m.	53	6	0	0	0	1	82
07:45 - 08:00 p.m.	43	8	0	0	1	0	91
08:00 - 08:15 p.m.	36	4	0	0	0	0	83
08:15 - 08:30 p.m.	46	4	0	0	2	0	64
08:30 - 08:45 p.m.	41	2	0	0	1	0	55
08:45 - 09:00 p.m.	38	1	0	0	0	0	39
09:00 - 09:15 p.m.	24	1	0	0	0	0	48
09:15 - 09:30 p.m.	26	3	0	0	2	0	55
09:30 - 09:45 p.m.	24	4	0	0	0	0	35
09:45 - 10:00 p.m.	26	2	0	0	1	0	30
10:00 - 10:15 p.m.	12	1	0	0	0	0	29
10:15 - 10:30 p.m.	14	2	0	0	1	0	43
10:30 - 10:45 p.m.	16	3	0	0	0	0	25
10:45 - 11:00 p.m.	10	3	0	0	0	0	20
11:00 - 11:15 p.m.	6	3	0	0	0	0	10
11:15 - 11:30 p.m.	7	2	0	0	0	0	15

11:30 - 11:45 p.m.	6	0	0	0	0	0	12
11:45 - 12:00 p.m.	4	1	0	0	0	0	6
<b>TOTAL</b>	<b>3019</b>	<b>221</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>22</b>	<b>5307</b>

Fuente: Consultor - Datos de Campo (Conteo Vehicular)

**AV. LEON ARECHUA, TOMA MUESTRAL DEL DÍA JUEVES 20 DE FEBRERO 2014 - CÁLCULO DEL IMD**

HORARIO DE LA MUESTRA	TIPO DE VEHÍCULO						
	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Bus	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Moto taxi
04:00 - 04:15 a.m.	3	1	0	0	0	0	10
04:15 - 04:30 a.m.	10	0	0	0	0	0	8
04:30 - 04:45 a.m.	11	1	0	0	1	1	7
04:45 - 05:00 a.m.	9	0	0	0	1	0	15
05:00 - 05:15 a.m.	7	2	0	0	0	0	21
05:15 - 05:30 a.m.	14	3	0	0	0	1	18
05:30 - 05:45 a.m.	11	0	0	0	0	1	25
05:45 - 06:00 a.m.	12	1	0	0	1	0	30
06:00 - 06:15 a.m.	15	2	0	0	0	0	42
06:15 - 06:30 a.m.	20	1	0	0	2	1	41
06:30 - 06:45 a.m.	25	2	0	0	1	0	46
06:45 - 07:00 a.m.	40	6	0	0	2	0	47
07:00 - 07:15 a.m.	45	1	0	0	0	0	40
07:15 - 07:30 a.m.	65	2	0	0	2	1	52
07:30 - 07:45 a.m.	42	1	0	0	1	0	58
07:45 - 08:00 a.m.	50	4	0	0	0	0	52
08:00 - 08:15 a.m.	51	2	0	0	0	0	76
08:15 - 08:30 a.m.	48	5	0	0	0	0	89
08:30 - 08:45 a.m.	61	4	0	0	2	1	84
08:45 - 09:00 a.m.	57	2	0	0	1	0	82
09:00 - 09:15 a.m.	43	2	0	0	0	0	78
09:15 - 09:30 a.m.	51	3	0	0	1	0	75
09:30 - 09:45 a.m.	48	4	0	0	2	0	65
09:45 - 10:00 a.m.	39	3	0	0	0	1	82
10:00 - 10:15 a.m.	42	2	0	0	1	0	64
10:15 - 10:30 a.m.	47	2	0	0	1	0	92
10:30 - 10:45 a.m.	41	5	0	0	0	1	71
10:45 - 11:00 a.m.	39	7	0	0	2	0	86
11:00 - 11:15 a.m.	48	5	0	0	0	0	95
11:15 - 11:30 a.m.	36	1	0	0	1	0	76
11:30 - 11:45 a.m.	45	2	0	0	3	0	84
11:45 - 12:00 m.	52	5	0	0	0	0	67

12:00 - 12:15 p.m.	39	4	0	0	0	0	99
12:15 - 12:30 p.m.	37	3	0	0	0	1	82
12:30 - 12:45 p.m.	45	2	0	0	1	0	84
12:45 - 01:00 p.m.	41	4	0	0	0	1	79
01:00 - 01:15 p.m.	43	2	0	0	2	0	68
01:15 - 01:30 p.m.	66	2	0	0	0	1	100
01:30 - 01:45 p.m.	55	5	0	0	0	0	101
01:45 - 02:00 p.m.	48	2	0	0	0	1	95
02:00 - 02:15 p.m.	50	1	0	0	0	0	105
02:15 - 02:30 p.m.	45	4	0	0	0	2	86
02:30 - 02:45 p.m.	40	1	0	0	1	1	81
02:45 - 03:00 p.m.	52	2	0	0	0	0	93
03:00 - 03:15 p.m.	45	4	0	0	1	0	85
03:15 - 03:30 p.m.	41	1	0	0	0	1	93
03:30 - 03:45 p.m.	39	5	0	0	0	0	94
03:45 - 04:00 p.m.	29	1	0	0	0	0	93
04:00 - 04:15 p.m.	34	2	0	0	1	0	82
04:15 - 04:30 p.m.	41	2	0	0	0	1	79
04:30 - 04:45 p.m.	45	3	0	0	1	0	74
04:45 - 05:00 p.m.	39	4	0	0	0	0	76
05:00 - 05:15 p.m.	46	6	0	0	1	0	82
05:15 - 05:30 p.m.	40	5	0	0	0	0	91
05:30 - 05:45 p.m.	45	2	0	0	3	1	105
05:45 - 06:00 p.m.	41	1	0	0	1	1	86
06:00 - 06:15 p.m.	39	5	0	0	1	0	81
06:15 - 06:30 p.m.	38	2	0	0	1	0	86
06:30 - 06:45 p.m.	50	5	0	0	2	1	94
06:45 - 07:00 p.m.	54	2	0	0	0	0	85
07:00 - 07:15 p.m.	56	3	0	0	1	1	74
07:15 - 07:30 p.m.	58	2	0	0	2	0	65
07:30 - 07:45 p.m.	52	1	0	0	0	0	60
07:45 - 08:00 p.m.	49	4	0	0	1	0	85
08:00 - 08:15 p.m.	47	2	0	0	3	0	91
08:15 - 08:30 p.m.	51	3	0	0	2	0	79
08:30 - 08:45 p.m.	42	5	0	0	1	1	85
08:45 - 09:00 p.m.	39	2	0	0	0	0	40
09:00 - 09:15 p.m.	42	2	0	0	0	0	38
09:15 - 09:30 p.m.	25	4	0	0	1	0	51
09:30 - 09:45 p.m.	17	2	0	0	0	1	29
09:45 - 10:00 p.m.	22	5	0	0	1	0	30
10:00 - 10:15 p.m.	15	3	0	0	2	1	25
10:15 - 10:30 p.m.	12	2	0	0	0	0	31
10:30 - 10:45 p.m.	14	2	0	0	0	0	19



10:45 - 11:00 p.m.	11	3	0	0	0	0	20
11:00 - 11:15 p.m.	6	1	0	0	0	0	14
11:15 - 11:30 p.m.	10	2	0	0	0	0	10
11:30 - 11:45 p.m.	5	1	0	0	0	0	12
11:45 - 12:00 p.m.	4	0	0	0	0	0	10
<b>TOTAL</b>	<b>2931</b>	<b>212</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>55</b>	<b>0</b>	<b>5105</b>

Fuente: Consultor - Datos de Campo (Censo Vehicular)

### **AV. LEON ARECHUA, TOMA MUESTRAL DEL DÍA VIERNES 21 DE FEBRERO 2014 - CÁLCULO DEL IMD**

HORARIO DE LA MUESTRA	TIPO DE VEHÍCULO						
	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Bus	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Moto taxi
04:00 - 04:15 a.m.	5	0	0	0	0	0	8
04:15 - 04:30 a.m.	12	1	0	0	0	1	10
04:30 - 04:45 a.m.	8	0	0	0	0	0	9
04:45 - 05:00 a.m.	10	0	0	0	1	1	11
05:00 - 05:15 a.m.	12	1	0	0	1	0	15
05:15 - 05:30 a.m.	15	2	0	0	0	0	21
05:30 - 05:45 a.m.	18	1	0	0	1	1	23
05:45 - 06:00 a.m.	14	3	0	0	1	0	33
06:00 - 06:15 a.m.	13	2	0	0	0	0	40
05:15 - 06:30 a.m.	17	2	0	0	1	2	43
06:30 - 06:45 a.m.	23	1	0	0	2	0	41
06:45 - 07:00 a.m.	41	2	0	0	1	1	39
07:00 - 07:15 a.m.	42	2	0	0	1	0	51
07:15 - 07:30 a.m.	55	1	0	0	0	1	48
07:30 - 07:45 a.m.	43	3	0	0	2	0	56
07:45 - 08:00 a.m.	55	1	0	0	0	0	53
08:00 - 08:15 a.m.	54	3	0	0	1	1	74
08:15 - 08:30 a.m.	45	2	0	0	0	0	81
08:30 - 08:45 a.m.	62	3	0	0	1	0	79
08:45 - 09:00 a.m.	58	2	0	0	2	1	80
09:00 - 09:15 a.m.	56	1	0	0	1	0	75
09:15 - 09:30 a.m.	46	1	0	0	0	0	70
09:30 - 09:45 a.m.	47	2	0	0	2	1	60
09:45 - 10:00 a.m.	62	5	0	0	0	0	74
10:00 - 10:15 a.m.	40	3	0	0	1	0	73
10:15 - 10:30 a.m.	38	4	0	0	2	0	84
10:30 - 10:45 a.m.	46	2	0	0	1	0	86
10:45 - 11:00 a.m.	41	5	0	0	0	1	74
11:00 - 11:15 a.m.	51	2	0	0	1	0	75

11:15 - 11:30 a.m.	55	6	0	0	1	0	68
11:30 - 11:45 a.m.	48	1	0	0	2	0	59
11:45 - 12:00 m.	53	4	0	0	0	1	67
12:00 - 12:15 p.m.	41	5	0	0	1	0	58
12:15 - 12:30 p.m.	61	2	0	0	0	0	88
12:30 - 12:45 p.m.	49	3	0	0	1	0	62
12:45 - 01:00 p.m.	46	3	0	0	0	0	74
01:00 - 01:15 p.m.	52	1	0	0	1	1	89
01:15 - 01:30 p.m.	58	2	0	0	0	0	104
01:30 - 01:45 p.m.	51	5	0	0	2	0	99
01:45 - 02:00 p.m.	48	5	0	0	0	0	101
02:00 - 02:15 p.m.	46	2	0	0	0	1	105
02:15 - 02:30 p.m.	52	6	0	0	0	0	85
02:30 - 02:45 p.m.	42	2	0	0	1	2	78
02:45 - 03:00 p.m.	56	4	0	0	0	0	86
03:00 - 03:15 p.m.	48	4	0	0	0	0	100
03:15 - 03:30 p.m.	46	5	0	0	1	1	96
03:30 - 03:45 p.m.	47	6	0	0	0	1	89
03:45 - 04:00 p.m.	39	2	0	0	0	0	87
04:00 - 04:15 p.m.	51	2	0	0	0	0	86
04:15 - 04:30 p.m.	47	3	0	0	1	0	88
04:30 - 04:45 p.m.	46	4	0	0	0	1	84
04:45 - 05:00 p.m.	41	2	0	0	1	0	98
05:00 - 05:15 p.m.	39	5	0	0	0	0	82
05:15 - 05:30 p.m.	51	2	0	0	1	0	91
05:30 - 05:45 p.m.	48	3	0	0	2	1	100
05:45 - 06:00 p.m.	46	3	0	0	1	0	96
06:00 - 06:15 p.m.	60	4	0	0	1	1	88
06:15 - 06:30 p.m.	51	2	0	0	0	0	86
06:30 - 06:45 p.m.	43	3	0	0	2	1	94
06:45 - 07:00 p.m.	48	2	0	0	3	0	74
07:00 - 07:15 p.m.	44	4	0	0	1	2	71
07:15 - 07:30 p.m.	50	2	0	0	1	0	66
07:30 - 07:45 p.m.	57	1	0	0	0	0	63
07:45 - 08:00 p.m.	46	1	0	0	1	1	81
08:00 - 08:15 p.m.	41	3	0	0	2	0	83
08:15 - 08:30 p.m.	38	3	0	0	3	0	82
08:30 - 08:45 p.m.	46	2	0	0	1	1	76
08:45 - 09:00 p.m.	33	6	0	0	0	0	45
09:00 - 09:15 p.m.	46	2	0	0	0	1	30
09:15 - 09:30 p.m.	44	4	0	0	1	0	41
09:30 - 09:45 p.m.	37	7	0	0	0	1	35
09:45 - 10:00 p.m.	25	2	0	0	1	0	32

10:00 - 10:15 p.m.	19	5	0	0	2	0	26
10:15 - 10:30 p.m.	31	2	0	0	0	0	30
10:30 - 10:45 p.m.	16	1	0	0	0	0	20
10:45 - 11:00 p.m.	17	2	0	0	0	1	22
11:00 - 11:15 p.m.	10	3	0	0	0	0	15
11:15 - 11:30 p.m.	15	2	0	0	0	0	11
11:30 - 11:45 p.m.	10	1	0	0	0	0	13
11:45 - 12:00 p.m.	5	1	0	0	0	0	11
<b>TOTAL</b>	<b>3168</b>	<b>214</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>58</b>	<b>0</b>	<b>5001</b>

Fuente: Consultor - Datos de Campo (Conteo Vehicular)

### **AV. LEON ARECHUA, TOMA MUESTRAL DEL DÍA SABADO 22 DE FEBRERO 2014 - CÁLCULO DEL IMD**

HORARIO DE LA MUESTRA	TIPO DE VEHÍCULO						
	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Bus	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Moto taxi
04:00 - 04:15 a.m.	3	0	0	0	2	0	6
04:15 - 04:30 a.m.	5	1	0	0	0	0	11
04:30 - 04:45 a.m.	4	0	0	0	1	0	10
04:45 - 05:00 a.m.	10	2	0	0	1	0	20
05:00 - 05:15 a.m.	8	1	0	0	2	0	24
05:15 - 05:30 a.m.	11	2	0	0	2	0	32
05:30 - 05:45 a.m.	15	1	0	0	0	0	25
05:45 - 06:00 a.m.	19	3	0	0	2	1	30
06:00 - 06:15 a.m.	18	2	0	0	1	0	37
06:15 - 06:30 a.m.	25	3	0	0	2	0	39
06:30 - 06:45 a.m.	20	1	0	0	2	1	45
06:45 - 07:00 a.m.	33	3	0	0	2	0	55
07:00 - 07:15 a.m.	36	1	0	0	1	2	55
07:15 - 07:30 a.m.	40	3	0	0	2	0	45
07:30 - 07:45 a.m.	35	2	0	0	3	0	38
07:45 - 08:00 a.m.	45	1	0	0	1	0	55
08:00 - 08:15 a.m.	41	4	0	0	3	1	75
08:15 - 08:30 a.m.	38	3	0	0	2	0	65
08:30 - 08:45 a.m.	36	4	0	0	1	0	82
08:45 - 09:00 a.m.	48	4	0	0	1	1	164
09:00 - 09:15 a.m.	42	7	0	0	4	2	100
09:15 - 09:30 a.m.	57	11	0	0	2	0	105
09:30 - 09:45 a.m.	33	9	0	0	2	0	90
09:45 - 10:00 a.m.	50	6	0	0	3	1	125
10:00 - 10:15 a.m.	44	7	0	0	2	0	115
10:15 - 10:30 a.m.	54	14	0	0	3	0	185

10:30 - 10:45 a.m.	33	7	0	0	0	1	100
10:45 - 11:00 a.m.	60	12	0	0	1	2	110
11:00 - 11:15 a.m.	63	10	0	0	3	0	122
11:15 - 11:30 a.m.	50	6	0	0	1	1	109
11:30 - 11:45 a.m.	65	10	0	0	3	2	110
11:45 - 12:00 m.	58	12	0	0	6	2	105
12:00 - 12:15 p.m.	57	9	0	0	8	4	78
12:15 - 12:30 p.m.	57	17	0	0	3	1	88
12:30 - 12:45 p.m.	59	12	0	0	7	2	105
12:45 - 01:00 p.m.	55	9	0	0	5	1	110
01:00 - 01:15 p.m.	53	7	0	0	2	2	97
01:15 - 01:30 p.m.	48	13	0	0	4	0	88
01:30 - 01:45 p.m.	61	8	0	0	6	1	112
01:45 - 02:00 p.m.	55	6	0	0	4	2	120
02:00 - 02:15 p.m.	50	10	0	0	8	2	115
02:15 - 02:30 p.m.	48	11	0	0	6	1	108
02:30 - 02:45 p.m.	52	7	0	0	2	2	98
02:45 - 03:00 p.m.	45	6	0	0	1	1	103
03:00 - 03:15 p.m.	42	5	0	0	4	2	82
03:15 - 03:30 p.m.	44	10	0	0	3	1	57
03:30 - 03:45 p.m.	43	8	0	0	3	1	77
03:45 - 04:00 p.m.	50	9	0	0	1	2	84
04:00 - 04:15 p.m.	52	6	0	0	2	4	85
04:15 - 04:30 p.m.	37	8	0	0	2	0	74
04:30 - 04:45 p.m.	52	9	0	0	3	0	81
04:45 - 05:00 p.m.	37	5	0	0	2	2	60
05:00 - 05:15 p.m.	45	10	0	0	2	1	77
05:15 - 05:30 p.m.	45	7	0	0	1	2	63
05:30 - 05:45 p.m.	42	5	0	0	2	1	85
05:45 - 06:00 p.m.	38	8	0	0	3	2	105
06:00 - 06:15 p.m.	40	10	0	0	1	0	110
06:15 - 06:30 p.m.	42	7	0	0	2	1	98
06:30 - 06:45 p.m.	52	12	0	0	4	0	85
06:45 - 07:00 p.m.	51	10	0	0	2	1	86
07:00 - 07:15 p.m.	55	8	0	0	1	0	75
07:15 - 07:30 p.m.	49	5	0	0	2	1	89
07:30 - 07:45 p.m.	38	6	0	0	2	2	105
07:45 - 08:00 p.m.	40	4	0	0	3	0	98
08:00 - 08:15 p.m.	42	8	0	0	4	1	85
08:15 - 08:30 p.m.	41	7	0	0	2	2	79
08:30 - 08:45 p.m.	37	3	0	0	2	2	86
08:45 - 09:00 p.m.	39	3	0	0	0	1	91
09:00 - 09:15 p.m.	42	4	0	0	1	0	95

09:15 - 09:30 p.m.	30	3	0	0	1	0	75
09:30 - 09:45 p.m.	31	2	0	0	0	0	84
09:45 - 10:00 p.m.	28	1	0	0	2	0	72
10:00 - 10:15 p.m.	15	1	0	0	1	0	55
10:15 - 10:30 p.m.	15	2	0	0	0	0	58
10:30 - 10:45 p.m.	10	1	0	0	1	0	30
10:45 - 11:00 p.m.	9	3	0	0	0	0	25
11:00 - 11:15 p.m.	12	2	0	0	0	0	18
11:15 - 11:30 p.m.	5	2	0	0	0	0	14
11:30 - 11:45 p.m.	6	1	0	0	0	0	5
11:45 - 12:00 p.m.	3	0	0	0	0	0	6
<b>TOTAL</b>	<b>2998</b>	<b>462</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>176</b>	<b>65</b>	<b>6065</b>

Fuente: Consultor - Datos de Campo (Conteo Vehicular)

#### AV. LEON ARECHUA, TOMA MUESTRAL DEL DÍA DOMINGO 23 DE FEBRERO 2014 - CÁLCULO DEL IMD

HORARIO DE LA MUESTRA	TIPO DE VEHÍCULO						
	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Bus	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Moto taxi
04:00 - 04:15 a.m.	5	0	0	0	0	0	10
04:15 - 04:30 a.m.	8	1	0	0	0	0	15
04:30 - 04:45 a.m.	5	0	0	0	0	0	17
04:45 - 05:00 a.m.	4	2	0	0	0	0	20
05:00 - 05:15 a.m.	7	1	0	0	0	0	18
05:15 - 05:30 a.m.	9	1	0	0	0	0	25
05:30 - 05:45 a.m.	10	2	0	0	0	0	32
05:45 - 06:00 a.m.	15	1	0	0	1	0	37
06:00 - 06:15 a.m.	18	0	0	0	0	0	43
06:15 - 06:30 a.m.	25	1	0	0	0	0	42
06:30 - 06:45 a.m.	21	0	0	0	0	0	45
06:45 - 07:00 a.m.	38	2	0	0	0	0	62
07:00 - 07:15 a.m.	45	1	0	0	0	0	55
07:15 - 07:30 a.m.	59	2	0	0	0	0	85
07:30 - 07:45 a.m.	35	3	0	0	3	0	74
07:45 - 08:00 a.m.	41	1	0	0	2	0	65
08:00 - 08:15 a.m.	45	2	0	0	1	0	78
08:15 - 08:30 a.m.	56	2	0	1	0	1	105
08:30 - 08:45 a.m.	58	3	0	0	2	0	70
08:45 - 09:00 a.m.	63	9	0	2	0	0	99
09:00 - 09:15 a.m.	40	4	0	0	2	0	100
09:15 - 09:30 a.m.	52	5	0	0	0	0	97
09:30 - 09:45 a.m.	44	7	0	0	0	0	70

09:45 - 10:00 a.m.	32	3	0	0	1	1	56
10:00 - 10:15 a.m.	42	5	0	0	1	0	73
10:15 - 10:30 a.m.	32	6	0	0	1	0	72
10:30 - 10:45 a.m.	37	3	0	0	2	2	65
10:45 - 11:00 a.m.	53	1	0	0	0	1	110
11:00 - 11:15 a.m.	46	4	0	0	2	0	96
11:15 - 11:30 a.m.	46	6	0	0	2	0	82
11:30 - 11:45 a.m.	44	7	0	0	1	0	92
11:45 - 12:00 m.	52	2	0	0	1	2	80
12:00 - 12:15 p.m.	48	11	0	0	1	1	102
12:15 - 12:30 p.m.	50	7	0	0	2	0	68
12:30 - 12:45 p.m.	55	4	0	0	1	0	78
12:45 - 01:00 p.m.	48	3	0	0	2	2	88
01:00 - 01:15 p.m.	45	4	0	0	1	1	92
01:15 - 01:30 p.m.	60	5	0	0	0	1	102
01:30 - 01:45 p.m.	52	2	0	0	1	0	105
01:45 - 02:00 p.m.	50	1	0	0	2	1	89
02:00 - 02:15 p.m.	51	3	0	0	1	0	101
02:15 - 02:30 p.m.	45	4	0	0	1	2	89
02:30 - 02:45 p.m.	39	6	0	0	1	1	85
02:45 - 03:00 p.m.	58	4	0	0	2	0	96
03:00 - 03:15 p.m.	35	5	0	0	1	0	91
03:15 - 03:30 p.m.	45	6	0	0	1	1	99
03:30 - 03:45 p.m.	41	3	0	0	0	0	85
03:45 - 04:00 p.m.	38	3	0	0	2	0	79
04:00 - 04:15 p.m.	35	4	0	0	1	1	83
04:15 - 04:30 p.m.	40	5	0	0	0	0	86
04:30 - 04:45 p.m.	43	7	0	0	0	0	69
04:45 - 05:00 p.m.	34	6	0	0	2	2	78
05:00 - 05:15 p.m.	38	4	0	0	1	0	94
05:15 - 05:30 p.m.	40	5	0	0	0	0	98
05:30 - 05:45 p.m.	35	5	0	0	0	1	101
05:45 - 06:00 p.m.	36	6	0	0	1	1	86
06:00 - 06:15 p.m.	40	7	0	0	0	0	79
06:15 - 06:30 p.m.	41	3	0	0	0	0	93
06:30 - 06:45 p.m.	38	3	0	0	1	1	94
06:45 - 07:00 p.m.	35	5	0	0	0	0	69
07:00 - 07:15 p.m.	39	7	0	0	0	0	85
07:15 - 07:30 p.m.	41	6	0	0	1	0	84
07:30 - 07:45 p.m.	36	2	0	0	0	0	79
07:45 - 08:00 p.m.	39	4	0	0	0	0	68
08:00 - 08:15 p.m.	42	5	0	0	2	0	58
08:15 - 08:30 p.m.	32	3	0	0	1	0	55

08:30 - 08:45 p.m.	25	2	0	0	0	0	45
08:45 - 09:00 p.m.	31	2	0	0	0	0	68
09:00 - 09:15 p.m.	21	1	0	0	0	0	58
09:15 - 09:30 p.m.	25	3	0	0	0	0	45
09:30 - 09:45 p.m.	23	2	0	0	0	0	52
09:45 - 10:00 p.m.	20	4	0	0	0	0	32
10:00 - 10:15 p.m.	15	2	0	0	0	0	25
10:15 - 10:30 p.m.	10	4	0	0	0	0	42
10:30 - 10:45 p.m.	17	1	0	0	0	0	31
10:45 - 11:00 p.m.	10	2	0	0	0	0	28
11:00 - 11:15 p.m.	8	1	0	0	0	0	15
11:15 - 11:30 p.m.	9	2	0	0	0	0	10
11:30 - 11:45 p.m.	9	1	0	0	0	0	6
11:45 - 12:00 p.m.	4	0	0	0	0	0	10
<b>TOTAL</b>	<b>2758</b>	<b>272</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>51</b>	<b>23</b>	<b>5365</b>

*Fuente: Consultor - Datos de Campo (Conteo Vehicular)*

**AV. LEON ARECHUA, TOMA MUESTRAL DEL DÍA MIERCOLES 19 DE MARZO 2014 - CÁLCULO DEL IMD**

HORARIO DE LA MUESTRA	TIPO DE VEHÍCULO						
	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Bus	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Mototaxi
04:00 - 04:15 a.m.	4	0	0	0	0	0	6
04:15 - 04:30 a.m.	6	0	0	0	0	0	8
04:30 - 04:45 a.m.	7	0	0	0	0	0	20
04:45 - 05:00 a.m.	3	1	0	0	1	0	17
05:00 - 05:15 a.m.	8	2	0	0	0	0	16
05:15 - 05:30 a.m.	10	1	0	0	0	0	20
05:30 - 05:45 a.m.	11	2	0	0	0	0	31
05:45 - 06:00 a.m.	14	1	0	0	0	0	29
06:00 - 06:15 a.m.	17	2	0	0	0	0	36
05:15 - 06:30 a.m.	22	2	0	0	0	0	37
06:30 - 06:45 a.m.	22	2	0	0	0	0	40
06:45 - 07:00 a.m.	45	3	0	0	1	0	58
07:00 - 07:15 a.m.	38	3	0	1	0	0	47
07:15 - 07:30 a.m.	60	3	0	0	0	0	61
07:30 - 07:45 a.m.	42	2	1	0	0	0	65
07:45 - 08:00 a.m.	48	2	0	0	0	0	69
08:00 - 08:15 a.m.	42	3	0	0	0	0	80
08:15 - 08:30 a.m.	61	4	0	1	0	0	99
08:30 - 08:45 a.m.	55	4	0	0	0	0	86
08:45 - 09:00 a.m.	60	5	0	0	0	0	88
09:00 - 09:15 a.m.	41	4	0	0	0	0	97
09:15 - 09:30 a.m.	55	6	0	1	0	0	92
09:30 - 09:45 a.m.	46	7	0	0	0	0	86
09:45 - 10:00 a.m.	35	6	0	0	0	0	77
10:00 - 10:15 a.m.	41	4	0	0	0	0	69
10:15 - 10:30 a.m.	36	3	0	1	1	0	74
10:30 - 10:45 a.m.	37	2	0	0	0	0	70
10:45 - 11:00 a.m.	55	2	0	0	0	0	101
11:00 - 11:15 a.m.	46	5	0	0	0	0	94
11:15 - 11:30 a.m.	41	2	0	1	0	0	89
11:30 - 11:45 a.m.	44	3	1	0	0	0	84
11:45 - 12:00 m.	50	2	0	0	0	0	75
12:00 - 12:15 p.m.	51	1	0	0	0	0	105
12:15 - 12:30 p.m.	48	6	0	1	0	0	87
12:30 - 12:45 p.m.	58	3	0	0	0	0	93
12:45 - 01:00 p.m.	46	3	0	0	1	0	75
01:00 - 01:15 p.m.	44	5	0	0	0	0	86
01:15 - 01:30 p.m.	55	7	0	1	0	0	101
01:30 - 01:45 p.m.	53	4	0	0	1	0	107



01:45 - 02:00 p.m.	47	6	0	0	0	0	94
02:00 - 02:15 p.m.	50	5	0	0	0	0	93
02:15 - 02:30 p.m.	45	2	0	1	0	0	86
02:30 - 02:45 p.m.	40	3	0	0	0	0	84
02:45 - 03:00 p.m.	56	2	0	0	0	0	92
03:00 - 03:15 p.m.	41	2	0	0	0	0	78
03:15 - 03:30 p.m.	38	2	0	1	0	0	83
03:30 - 03:45 p.m.	40	1	1	0	1	0	94
03:45 - 04:00 p.m.	42	4	0	0	0	0	60
04:00 - 04:15 p.m.	36	1	0	0	0	0	86
04:15 - 04:30 p.m.	45	2	0	1	0	0	83
04:30 - 04:45 p.m.	41	3	0	0	1	0	79
04:45 - 05:00 p.m.	38	2	0	0	0	0	91
05:00 - 05:15 p.m.	34	2	0	1	0	0	93
05:15 - 05:30 p.m.	42	3	0	0	0	0	82
05:30 - 05:45 p.m.	40	1	0	0	1	0	100
05:45 - 06:00 p.m.	39	5	0	1	0	0	89
06:00 - 06:15 p.m.	42	3	0	0	0	0	86
06:15 - 06:30 p.m.	41	4	0	1	0	0	82
06:30 - 06:45 p.m.	29	2	0	0	0	0	79
06:45 - 07:00 p.m.	45	2	0	0	0	0	84
07:00 - 07:15 p.m.	42	5	0	1	0	0	78
07:15 - 07:30 p.m.	46	2	0	0	0	0	77
07:30 - 07:45 p.m.	51	4	1	0	0	0	84
07:45 - 08:00 p.m.	42	2	0	0	1	0	86
08:00 - 08:15 p.m.	35	5	0	0	0	0	83
08:15 - 08:30 p.m.	42	2	0	0	0	0	71
08:30 - 08:45 p.m.	30	2	0	0	1	0	45
08:45 - 09:00 p.m.	28	1	0	0	0	0	55
09:00 - 09:15 p.m.	25	3	0	0	0	0	65
09:15 - 09:30 p.m.	26	2	0	0	0	0	35
09:30 - 09:45 p.m.	19	3	0	0	0	0	29
09:45 - 10:00 p.m.	25	1	0	0	0	0	34
10:00 - 10:15 p.m.	10	2	0	0	0	0	30
10:15 - 10:30 p.m.	15	1	0	0	0	0	29
10:30 - 10:45 p.m.	18	3	0	0	0	0	32
10:45 - 11:00 p.m.	9	2	0	0	0	0	25
11:00 - 11:15 p.m.	5	1	0	0	0	0	18
11:15 - 11:30 p.m.	6	2	0	0	0	0	16
11:30 - 11:45 p.m.	6	2	0	0	0	0	14
11:45 - 12:00 p.m.	5	1	0	0	0	0	10
<b>TOTAL</b>	<b>2813</b>	<b>220</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>5289</b>

Fuente: Consultor - Datos de Campo (Conteo Vehicular)

**AV. LEON ARECHUA, TOMA MUESTRAL DEL DÍA JUEVES 20 DE MARZO 2014 - CÁLCULO DEL IMD**

HORARIO DE LA MUESTRA	TIPO DE VEHÍCULO						
	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Bus	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Mototaxi
04:00 - 04:15 a.m.	5	0	0	0	0	0	12
04:15 - 04:30 a.m.	8	1	0	0	0	0	10
04:30 - 04:45 a.m.	8	2	0	0	0	0	8
04:45 - 05:00 a.m.	12	1	0	0	1	0	15
05:00 - 05:15 a.m.	14	3	0	0	0	0	20
05:15 - 05:30 a.m.	11	4	0	0	0	0	18
05:30 - 05:45 a.m.	10	1	1	0	1	0	24
05:45 - 06:00 a.m.	18	3	0	0	0	0	33
06:00 - 06:15 a.m.	15	4	0	0	0	0	41
06:15 - 06:30 a.m.	21	2	0	0	0	0	39
06:30 - 06:45 a.m.	22	2	0	0	0	0	50
06:45 - 07:00 a.m.	35	1	0	0	0	0	48
07:00 - 07:15 a.m.	40	3	0	1	1	0	43
07:15 - 07:30 a.m.	60	4	0	1	0	0	51
07:30 - 07:45 a.m.	45	5	0	0	0	0	55
07:45 - 08:00 a.m.	55	2	0	0	0	0	52
08:00 - 08:15 a.m.	53	2	0	0	0	0	74
08:15 - 08:30 a.m.	47	5	0	0	0	0	85
08:30 - 08:45 a.m.	59	2	0	0	1	0	76
08:45 - 09:00 a.m.	39	5	0	0	0	0	84
09:00 - 09:15 a.m.	47	3	0	0	0	0	59
09:15 - 09:30 a.m.	56	4	1	1	0	0	81
09:30 - 09:45 a.m.	47	2	0	0	0	0	55
09:45 - 10:00 a.m.	42	5	0	0	1	0	57
10:00 - 10:15 a.m.	47	2	0	0	0	0	59
10:15 - 10:30 a.m.	56	2	0	1	0	0	56
10:30 - 10:45 a.m.	40	4	0	0	0	0	68
10:45 - 11:00 a.m.	38	2	0	0	0	0	64
11:00 - 11:15 a.m.	46	2	0	1	0	0	71
11:15 - 11:30 a.m.	41	3	0	0	1	0	72
11:30 - 11:45 a.m.	55	5	0	0	0	0	78
11:45 - 12:00 m.	53	4	0	0	0	0	75
12:00 - 12:15 p.m.	57	2	0	0	0	0	70
12:15 - 12:30 p.m.	42	6	0	0	0	0	69
12:30 - 12:45 p.m.	46	7	0	0	0	0	62
12:45 - 01:00 p.m.	38	6	0	1	0	0	61
01:00 - 01:15 p.m.	48	2	0	0	0	0	59
01:15 - 01:30 p.m.	57	2	0	0	1	0	80
01:30 - 01:45 p.m.	59	2	0	0	0	0	101

01:45 - 02:00 p.m.	61	5	0	0	0	0	105
02:00 - 02:15 p.m.	63	4	0	0	0	0	99
02:15 - 02:30 p.m.	57	7	1	1	1	0	110
02:30 - 02:45 p.m.	55	5	0	0	0	0	89
02:45 - 03:00 p.m.	67	2	0	0	0	0	84
03:00 - 03:15 p.m.	46	5	0	0	0	0	97
03:15 - 03:30 p.m.	42	6	0	0	0	0	99
03:30 - 03:45 p.m.	38	2	0	0	0	0	86
03:45 - 04:00 p.m.	33	4	0	1	0	0	84
04:00 - 04:15 p.m.	48	5	0	0	0	0	79
04:15 - 04:30 p.m.	43	2	0	0	0	0	98
04:30 - 04:45 p.m.	50	2	0	0	0	0	94
04:45 - 05:00 p.m.	46	2	0	0	0	0	101
05:00 - 05:15 p.m.	39	1	0	0	0	0	55
05:15 - 05:30 p.m.	41	2	0	1	0	0	67
05:30 - 05:45 p.m.	53	5	0	0	1	0	89
05:45 - 06:00 p.m.	49	4	0	0	0	0	84
06:00 - 06:15 p.m.	55	2	0	0	0	0	100
06:15 - 06:30 p.m.	62	5	0	0	0	0	89
06:30 - 06:45 p.m.	57	4	0	0	0	0	86
06:45 - 07:00 p.m.	46	5	0	1	0	0	87
07:00 - 07:15 p.m.	54	2	0	0	0	0	79
07:15 - 07:30 p.m.	55	4	0	0	0	0	73
07:30 - 07:45 p.m.	63	1	0	0	1	0	69
07:45 - 08:00 p.m.	54	2	0	0	0	0	58
08:00 - 08:15 p.m.	39	6	0	1	0	0	69
08:15 - 08:30 p.m.	55	5	0	0	1	0	94
08:30 - 08:45 p.m.	64	4	0	0	0	0	88
08:45 - 09:00 p.m.	37	2	1	0	0	0	82
09:00 - 09:15 p.m.	43	5	0	0	0	0	40
09:15 - 09:30 p.m.	26	2	0	0	0	0	50
09:30 - 09:45 p.m.	22	4	0	0	1	0	31
09:45 - 10:00 p.m.	17	5	0	0	0	0	36
10:00 - 10:15 p.m.	12	2	0	0	0	0	32
10:15 - 10:30 p.m.	18	4	0	0	0	0	20
10:30 - 10:45 p.m.	15	5	0	0	1	0	22
10:45 - 11:00 p.m.	22	1	0	0	0	0	26
11:00 - 11:15 p.m.	13	2	0	0	0	0	15
11:15 - 11:30 p.m.	14	2	0	0	0	0	12
11:30 - 11:45 p.m.	10	2	0	0	0	0	14
11:45 - 12:00 p.m.	6	1	0	0	0	0	8
<b>TOTAL</b>	<b>3182</b>	<b>257</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>4935</b>

Fuente: Consultor - Datos de Campo (Conteo Vehicular)

**AV. LEON ARECHUA, TOMA MUESTRAL DEL DÍA VIERNES 21 DE MARZO 2014 - CÁLCULO DEL IMD**

HORARIO DE LA MUESTRA	TIPO DE VEHÍCULO						
	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Bus	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Mototaxi
04:00 - 04:15 a.m.	9	1	0	0	0	0	12
04:15 - 04:30 a.m.	10	0	0	0	0	0	8
04:30 - 04:45 a.m.	13	1	0	0	0	0	14
04:45 - 05:00 a.m.	11	0	0	0	1	0	16
05:00 - 05:15 a.m.	15	1	0	0	0	0	12
05:15 - 05:30 a.m.	19	1	0	0	0	0	20
05:30 - 05:45 a.m.	20	2	0	0	0	0	24
05:45 - 06:00 a.m.	15	2	0	0	0	0	30
06:00 - 06:15 a.m.	22	2	0	0	0	0	20
05:15 - 06:30 a.m.	25	3	1	0	0	0	24
06:30 - 06:45 a.m.	20	5	0	0	0	0	26
06:45 - 07:00 a.m.	31	2	0	0	0	0	31
07:00 - 07:15 a.m.	45	5	0	0	0	0	45
07:15 - 07:30 a.m.	56	2	0	0	0	0	51
07:30 - 07:45 a.m.	45	4	0	0	1	0	56
07:45 - 08:00 a.m.	58	2	0	0	0	0	61
08:00 - 08:15 a.m.	51	2	0	1	1	0	45
08:15 - 08:30 a.m.	47	5	0	0	0	0	63
08:30 - 08:45 a.m.	63	2	0	0	0	0	52
08:45 - 09:00 a.m.	55	4	0	0	0	0	53
09:00 - 09:15 a.m.	57	2	0	1	0	0	76
09:15 - 09:30 a.m.	51	1	0	0	0	0	64
09:30 - 09:45 a.m.	46	2	0	0	0	0	65
09:45 - 10:00 a.m.	39	2	0	0	1	0	85
10:00 - 10:15 a.m.	51	2	0	0	0	0	74
10:15 - 10:30 a.m.	43	1	1	0	0	0	65
10:30 - 10:45 a.m.	45	4	0	1	0	0	52
10:45 - 11:00 a.m.	37	2	0	0	1	0	63
11:00 - 11:15 a.m.	46	1	0	0	0	0	69
11:15 - 11:30 a.m.	38	4	0	0	0	0	68
11:30 - 11:45 a.m.	42	2	0	0	0	0	70
11:45 - 12:00 m.	46	1	0	1	1	0	79
12:00 - 12:15 p.m.	40	4	0	0	0	0	60
12:15 - 12:30 p.m.	46	2	0	0	0	0	80
12:30 - 12:45 p.m.	39	1	0	0	0	0	74
12:45 - 01:00 p.m.	36	2	0	1	0	0	86
01:00 - 01:15 p.m.	55	3	0	0	0	0	80
01:15 - 01:30 p.m.	48	2	0	0	0	0	79
01:30 - 01:45 p.m.	61	3	0	0	1	0	69

01:45 - 02:00 p.m.	53	2	0	0	0	0	89
02:00 - 02:15 p.m.	44	4	0	1	0	0	105
02:15 - 02:30 p.m.	51	2	1	0	0	0	100
02:30 - 02:45 p.m.	43	3	0	0	1	0	115
02:45 - 03:00 p.m.	51	2	0	0	0	0	98
03:00 - 03:15 p.m.	48	4	0	1	0	0	102
03:15 - 03:30 p.m.	43	2	0	0	0	0	99
03:30 - 03:45 p.m.	52	3	0	0	0	0	85
03:45 - 04:00 p.m.	40	1	0	0	0	0	95
04:00 - 04:15 p.m.	53	2	0	0	0	0	91
04:15 - 04:30 p.m.	46	3	0	0	0	0	89
04:30 - 04:45 p.m.	46	2	0	1	0	0	78
04:45 - 05:00 p.m.	41	1	0	0	1	0	101
05:00 - 05:15 p.m.	39	5	0	0	0	0	107
05:15 - 05:30 p.m.	50	2	0	0	0	0	94
05:30 - 05:45 p.m.	45	3	0	0	0	0	98
05:45 - 06:00 p.m.	48	2	0	1	1	0	96
06:00 - 06:15 p.m.	56	1	0	0	0	0	79
06:15 - 06:30 p.m.	42	2	0	0	0	0	89
06:30 - 06:45 p.m.	56	3	0	0	0	0	87
06:45 - 07:00 p.m.	41	2	0	1	0	0	96
07:00 - 07:15 p.m.	39	4	0	0	0	0	76
07:15 - 07:30 p.m.	51	2	0	0	0	0	87
07:30 - 07:45 p.m.	47	5	0	0	0	0	86
07:45 - 08:00 p.m.	47	4	0	0	0	0	94
08:00 - 08:15 p.m.	42	1	0	0	0	0	86
08:15 - 08:30 p.m.	39	2	0	0	0	0	71
08:30 - 08:45 p.m.	44	3	0	0	1	0	55
08:45 - 09:00 p.m.	36	2	0	0	0	0	65
09:00 - 09:15 p.m.	41	5	0	0	0	0	48
09:15 - 09:30 p.m.	45	2	0	0	0	0	65
09:30 - 09:45 p.m.	39	1	0	0	0	0	52
09:45 - 10:00 p.m.	29	4	0	0	0	0	44
10:00 - 10:15 p.m.	38	5	0	0	0	0	31
10:15 - 10:30 p.m.	32	2	0	0	0	0	26
10:30 - 10:45 p.m.	17	1	0	0	0	0	25
10:45 - 11:00 p.m.	16	2	0	0	0	0	19
11:00 - 11:15 p.m.	14	2	0	0	0	0	22
11:15 - 11:30 p.m.	20	1	0	0	0	0	24
11:30 - 11:45 p.m.	12	2	0	0	0	0	20
11:45 - 12:00 p.m.	8	1	0	0	0	0	15
<b>TOTAL</b>	<b>3140</b>	<b>189</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>5025</b>

Fuente: Consultor - Datos de Campo (Conteo Vehicular)

**AV. LEON ARECHUA, TOMA MUESTRAL DEL DÍA SABADO 22 DE MARZO 2014 - CÁLCULO DEL IMD**

HORARIO DE LA MUESTRA	TIPO DE VEHÍCULO						
	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Bus	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Mototaxi
04:00 - 04:15 a.m.	4	1	0	0	0	0	10
04:15 - 04:30 a.m.	6	2	0	0	0	0	11
04:30 - 04:45 a.m.	10	1	0	0	1	0	12
04:45 - 05:00 a.m.	12	2	0	0	0	0	20
05:00 - 05:15 a.m.	14	5	0	1	0	0	25
05:15 - 05:30 a.m.	10	2	0	0	0	0	31
05:30 - 05:45 a.m.	12	1	0	0	0	0	26
05:45 - 06:00 a.m.	18	2	0	0	0	0	31
06:00 - 06:15 a.m.	19	3	0	0	0	0	25
06:15 - 06:30 a.m.	20	5	0	0	0	0	37
06:30 - 06:45 a.m.	21	5	1	0	0	0	55
06:45 - 07:00 a.m.	26	1	0	0	0	0	45
07:00 - 07:15 a.m.	34	2	0	0	11	0	55
07:15 - 07:30 a.m.	40	2	0	0	0	0	45
07:30 - 07:45 a.m.	36	5	0	0	0	0	44
07:45 - 08:00 a.m.	44	3	0	0	0	0	64
08:00 - 08:15 a.m.	42	5	0	0	0	0	51
08:15 - 08:30 a.m.	35	2	0	0	0	0	63
08:30 - 08:45 a.m.	39	4	0	0	1	0	88
08:45 - 09:00 a.m.	47	5	0	1	0	0	150
09:00 - 09:15 a.m.	46	2	0	0	0	0	104
09:15 - 09:30 a.m.	56	5	0	0	0	0	99
09:30 - 09:45 a.m.	38	4	0	0	0	0	106
09:45 - 10:00 a.m.	47	1	0	0	1	0	120
10:00 - 10:15 a.m.	46	2	0	0	0	0	111
10:15 - 10:30 a.m.	53	5	0	0	0	0	183
10:30 - 10:45 a.m.	36	3	0	0	0	0	109
10:45 - 11:00 a.m.	55	6	0	0	0	0	111
11:00 - 11:15 a.m.	66	5	0	0	1	0	132
11:15 - 11:30 a.m.	54	2	0	1	0	0	101
11:30 - 11:45 a.m.	61	4	0	0	0	0	121
11:45 - 12:00 m.	59	5	1	0	0	0	100
12:00 - 12:15 p.m.	57	2	0	0	0	0	87
12:15 - 12:30 p.m.	58	3	0	0	0	0	98
12:30 - 12:45 p.m.	64	6	0	0	0	0	106
12:45 - 01:00 p.m.	54	5	0	0	0	0	99
01:00 - 01:15 p.m.	49	2	0	1	0	0	89
01:15 - 01:30 p.m.	47	4	0	0	0	0	85
01:30 - 01:45 p.m.	63	5	0	0	0	0	100

01:45 - 02:00 p.m.	56	2	0	0	0	0	99
02:00 - 02:15 p.m.	49	4	0	0	0	0	87
02:15 - 02:30 p.m.	61	8	0	0	0	0	102
02:30 - 02:45 p.m.	53	2	0	0	0	0	87
02:45 - 03:00 p.m.	44	4	0	1	1	0	105
03:00 - 03:15 p.m.	49	8	0	0	0	0	99
03:15 - 03:30 p.m.	45	2	0	0	0	0	85
03:30 - 03:45 p.m.	44	4	0	0	0	0	76
03:45 - 04:00 p.m.	56	8	0	0	0	0	86
04:00 - 04:15 p.m.	51	2	0	0	0	0	93
04:15 - 04:30 p.m.	41	6	0	1	0	0	85
04:30 - 04:45 p.m.	46	5	0	0	0	0	86
04:45 - 05:00 p.m.	38	8	0	1	0	0	91
05:00 - 05:15 p.m.	40	5	0	0	0	0	87
05:15 - 05:30 p.m.	46	2	0	0	0	0	94
05:30 - 05:45 p.m.	41	6	0	0	0	0	86
05:45 - 06:00 p.m.	39	4	1	0	1	0	104
06:00 - 06:15 p.m.	42	7	0	0	0	0	114
06:15 - 06:30 p.m.	40	5	0	0	0	0	86
06:30 - 06:45 p.m.	39	2	0	0	0	0	84
06:45 - 07:00 p.m.	51	2	0	0	0	0	63
07:00 - 07:15 p.m.	53	6	0	1	0	0	74
07:15 - 07:30 p.m.	46	8	0	0	0	0	65
07:30 - 07:45 p.m.	39	12	0	0	0	0	89
07:45 - 08:00 p.m.	41	6	0	0	0	0	79
08:00 - 08:15 p.m.	46	5	0	0	1	0	99
08:15 - 08:30 p.m.	47	8	0	0	0	0	102
08:30 - 08:45 p.m.	38	6	0	0	0	0	84
08:45 - 09:00 p.m.	34	5	0	0	0	0	94
09:00 - 09:15 p.m.	46	8	0	0	0	0	89
09:15 - 09:30 p.m.	38	6	0	0	0	0	81
09:30 - 09:45 p.m.	41	4	0	0	0	0	76
09:45 - 10:00 p.m.	32	8	0	0	0	0	79
10:00 - 10:15 p.m.	10	6	0	0	0	0	64
10:15 - 10:30 p.m.	19	3	0	0	0	0	68
10:30 - 10:45 p.m.	18	6	0	0	0	0	34
10:45 - 11:00 p.m.	20	2	0	0	0	0	39
11:00 - 11:15 p.m.	14	3	0	0	0	0	20
11:15 - 11:30 p.m.	9	2	0	0	0	0	16
11:30 - 11:45 p.m.	12	2	0	0	0	0	14
11:45 - 12:00 p.m.	10	1	0	0	0	0	8
<b>TOTAL</b>	<b>3082</b>	<b>332</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>6122</b>

Fuente: Consultor - Datos de Campo (Conteo Vehicular)

**AV. LEON ARECHUA, TOMA MUESTRAL DEL DÍA DOMINGO 23 DE MARZO 2014 - CÁLCULO DEL IMD**

HORARIO DE LA MUESTRA	TIPO DE VEHÍCULO						
	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Bus	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Mototaxi
04:00 - 04:15 a.m.	10	0	0	0	0	0	12
04:15 - 04:30 a.m.	5	0	0	0	0	0	13
04:30 - 04:45 a.m.	8	1	0	0	1	0	22
04:45 - 05:00 a.m.	12	2	0	0	0	0	18
05:00 - 05:15 a.m.	7	3	1	0	0	0	26
05:15 - 05:30 a.m.	8	2	0	0	0	0	23
05:30 - 05:45 a.m.	9	5	0	0	0	0	22
05:45 - 06:00 a.m.	14	3	0	0	0	0	32
06:00 - 06:15 a.m.	12	2	0	0	0	0	39
06:15 - 06:30 a.m.	20	5	0	0	0	0	41
06:30 - 06:45 a.m.	23	2	0	0	1	0	43
06:45 - 07:00 a.m.	33	3	0	0	0	0	55
07:00 - 07:15 a.m.	41	2	0	0	0	0	65
07:15 - 07:30 a.m.	42	1	0	0	0	0	84
07:30 - 07:45 a.m.	36	4	0	0	0	0	49
07:45 - 08:00 a.m.	45	5	0	0	1	0	56
08:00 - 08:15 a.m.	42	2	0	0	0	0	88
08:15 - 08:30 a.m.	50	3	0	0	0	0	101
08:30 - 08:45 a.m.	51	2	0	0	0	0	108
08:45 - 09:00 a.m.	48	5	0	0	0	0	86
09:00 - 09:15 a.m.	46	4	0	0	0	0	110
09:15 - 09:30 a.m.	53	5	0	0	0	0	87
09:30 - 09:45 a.m.	41	2	1	0	0	0	93
09:45 - 10:00 a.m.	52	3	0	0	11	0	64
10:00 - 10:15 a.m.	53	2	0	0	0	0	84
10:15 - 10:30 a.m.	39	5	0	0	0	0	72
10:30 - 10:45 a.m.	37	2	0	1	0	0	70
10:45 - 11:00 a.m.	54	3	0	0	0	0	105
11:00 - 11:15 a.m.	43	2	0	0	0	0	89
11:15 - 11:30 a.m.	42	5	0	0	0	0	95
11:30 - 11:45 a.m.	47	2	0	0	0	0	86
11:45 - 12:00 m.	51	3	0	0	0	0	72
12:00 - 12:15 p.m.	56	2	0	0	0	0	105
12:15 - 12:30 p.m.	54	5	0	0	0	0	69
12:30 - 12:45 p.m.	39	6	1	0	0	0	84
12:45 - 01:00 p.m.	48	5	0	0	1	0	83
01:00 - 01:15 p.m.	52	2	0	0	0	0	82
01:15 - 01:30 p.m.	55	5	0	0	0	0	104
01:30 - 01:45 p.m.	46	2	0	0	0	0	100



01:45 - 02:00 p.m.	47	4	0	0	0	0	96
02:00 - 02:15 p.m.	53	2	0	1	0	0	106
02:15 - 02:30 p.m.	44	3	0	0	0	0	78
02:30 - 02:45 p.m.	40	3	0	0	0	0	86
02:45 - 03:00 p.m.	56	6	0	0	0	0	96
03:00 - 03:15 p.m.	37	5	0	0	0	0	83
03:15 - 03:30 p.m.	40	2	0	0	0	0	78
03:30 - 03:45 p.m.	46	3	0	0	0	0	86
03:45 - 04:00 p.m.	39	6	1	0	0	0	80
04:00 - 04:15 p.m.	36	3	0	0	0	0	74
04:15 - 04:30 p.m.	41	5	0	0	0	0	83
04:30 - 04:45 p.m.	43	6	0	0	1	0	72
04:45 - 05:00 p.m.	48	3	0	1	0	0	68
05:00 - 05:15 p.m.	37	2	0	0	0	0	88
05:15 - 05:30 p.m.	42	5	0	0	0	0	101
05:30 - 05:45 p.m.	46	5	0	0	0	0	106
05:45 - 06:00 p.m.	51	2	0	0	0	0	120
06:00 - 06:15 p.m.	56	4	0	0	0	0	84
06:15 - 06:30 p.m.	45	3	0	0	0	0	63
06:30 - 06:45 p.m.	38	2	0	0	0	0	88
06:45 - 07:00 p.m.	55	5	0	0	0	0	84
07:00 - 07:15 p.m.	52	4	0	0	0	0	69
07:15 - 07:30 p.m.	46	2	0	0	0	0	78
07:30 - 07:45 p.m.	37	3	0	0	0	0	91
07:45 - 08:00 p.m.	51	2	0	0	1	0	81
08:00 - 08:15 p.m.	46	5	0	0	0	0	72
08:15 - 08:30 p.m.	53	2	0	0	1	0	55
08:30 - 08:45 p.m.	32	4	0	0	0	0	46
08:45 - 09:00 p.m.	25	2	0	0	0	0	70
09:00 - 09:15 p.m.	34	3	0	0	0	0	61
09:15 - 09:30 p.m.	26	3	0	0	0	0	43
09:30 - 09:45 p.m.	20	5	0	0	0	0	38
09:45 - 10:00 p.m.	18	3	0	0	0	0	33
10:00 - 10:15 p.m.	16	2	0	0	0	0	45
10:15 - 10:30 p.m.	14	5	0	0	0	0	29
10:30 - 10:45 p.m.	10	3	0	0	0	0	30
10:45 - 11:00 p.m.	8	2	0	0	0	0	16
11:00 - 11:15 p.m.	12	2	0	0	0	0	17
11:15 - 11:30 p.m.	14	2	0	0	0	0	20
11:30 - 11:45 p.m.	8	3	0	0	0	0	15
11:45 - 12:00 p.m.	10	1	0	0	0	0	10
<b>TOTAL</b>	<b>2896</b>	<b>254</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>5376</b>

Fuente: Consultor - Datos de Campo (Conteo Vehicular)

**CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD) - ENTRE AV. JOSE MATIAS Y AV. ARENALES**

TIPO DE VEHÍCULO	IMD (DÍA MIERCOLES)	IMD (DÍA JUEVES)	IMD (DÍA VIERNES)	IMD (DÍA SABADO)	IMD (DÍA DOMINGO)	IMD
Automovil	2813	3182	3140	3082	2896	3006
Camioneta	220	257	189	332	254	249
Camioneta Rural	4	4	3	3	4	4
Bus	14	11	10	8	3	10
Camión 2 Ejes	10	13	11	18	18	14
Camión 3 Ejes	0	0	0	0	0	0
Mototaxi	5289	4935	5025	6122	5376	5307
<b>TOTAL</b>	<b>8350</b>	<b>8402</b>	<b>8378</b>	<b>9565</b>	<b>8551</b>	<b>8590</b>

Fuente: Consultor

$$IMD = (5 \times (IMD_{DÍA JUEVES} + IMD_{DÍA VIERNES} + IMD_{DÍA LUNES}) / 3 + IMD_{DÍA SÁBADO} + IMD_{DÍA DOMINGO}) / 7$$

## ESTUDIO DE SUELO

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Solicitado por: **ING, DENNIS RENALT GARCIA ARTEAGA**  
 Proyecto: **MEJORAMIENTO DE PISTAS Y VEREDAS DE LA AV. ARENALES DESDE EL CRUCE DE LA CALLE CHOTA HASTA LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, PROVINCIA DE ICA - ICA**  
 Ubicación: **AV. ARENALES - ICA - ICA**  
 Muestra: **C-4 ; E-1** Profundidad : **0.00 a 1.20 m.**  
 Fecha: **ABRIL DEL 2014** Peso Total de la Muestra: **1000.00**

ANALISIS GRANULOMETRICO	ASTM D422 - D2216 - D2487 / AASHTO T87			
	TAMAÑO	TAMICES	PESO	% QUE PASA
	MALLA	ASTM	RETENIDO	
	75.000	3"	0.00	100.00
	50.000	2	0.00	100.00
	37.500	1½	0.00	100.00
	25.000	1	0.00	100.00
	19.000	¾	0.00	100.00
	9.500	¾	0.00	100.00
	4.750	Nº 4	0.00	100.00
2.000	Nº 10	0.00	100.00	
0.850	Nº 20	45.80	95.42	
0.425	Nº 40	302.20	65.20	
0.250	Nº 60	371.10	28.09	
0.150	Nº 100	174.20	10.67	
0.075	Nº 200	73.80	3.29	
0.000	< 200	32.90	0.00	
D10 (mm)	0.14	Cu	2.80	
D30 (mm)	0.26	Cc	1.17	
D60 (mm)	0.40	I.G.		

HUMEDAD NATURAL (w)	(%)	3.53
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	(%)	.....
LIMITE PLASTICO (L.P.)	(%)	.....
INDICE PLASTICO (I.P.)	(%)	N.P.
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)	
CLASIFICACION S.U.C.S.	<b>SP</b>	
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	<b>A-2-4 (0)</b>	

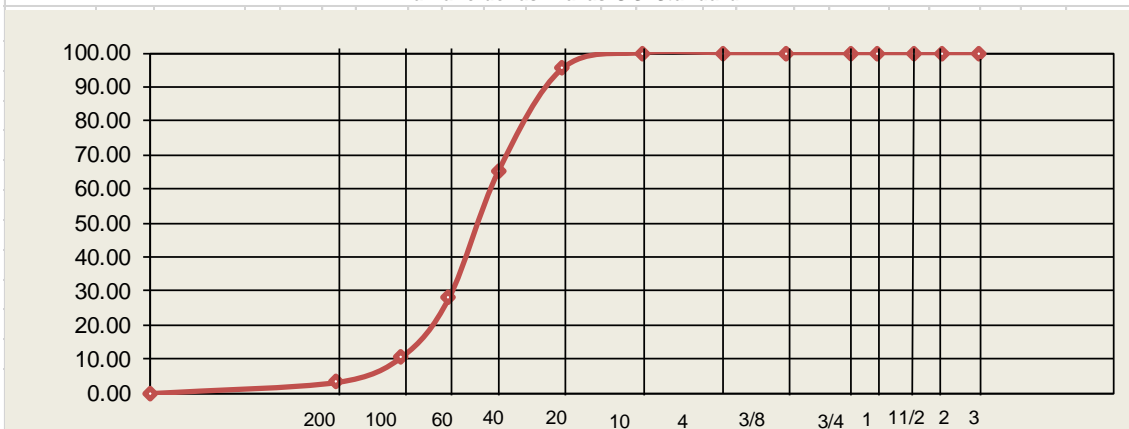
  

**Carta de Plasticidad**

Limite Liquido (L.L.)

### REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS

Tamaño de las mallas U.S. Standard



## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Solicitado por: **ING, DENNIS RENALT GARCIA ARTEAGA**  
 Proyecto: **MEJORAMIENTO DE PISTAS Y VEREDAS DE LA AV. ARENALES DESDE EL CRUCE DE LA CALLE CHOTA HASTA LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, PROVINCIA DE ICA - ICA**  
 Ubicación: **AV. ARENALES - ICA - ICA**  
 Muestra: **C-2 ; E-1** Profundidad : **0.00 a 1.20 m.**  
 Fecha: **ABRIL DEL 2014** Peso Total de la Muestra: **1000.00**

ANALISIS GRANULOMETRICO	ASTM D422 - D2216 - D2487 / AASHTO T87			
	TAMAÑO	TAMICES	PESO	% QUE
	MALLA	ASTM	RETENIDO	PASA
	75.000	3"	0.00	100.00
	50.000	2	0.00	100.00
	37.500	1½	0.00	100.00
	25.000	1	0.00	100.00
	19.000	¾	0.00	100.00
	9.500	¾	0.00	100.00
	4.750	Nº 4	0.00	100.00
2.000	Nº 10	0.00	100.00	
0.850	Nº 20	36.70	96.33	
0.425	Nº 40	367.60	59.57	
0.250	Nº 60	344.50	25.12	
0.150	Nº 100	160.10	9.11	
0.075	Nº 200	69.50	2.16	
0.000	< 200	21.60	0.00	
D10 (mm)	0.16	Cu	2.76	
D30 (mm)	0.27	Cc	1.13	
D60 (mm)	0.43	I.G.		

HUMEDAD NATURAL (w)	(%)	3.98
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	(%)	.....
LIMITE PLASTICO (L.P.)	(%)	.....
INDICE PLASTICO (I.P.)	(%)	N.P.
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)	
CLASIFICACION S.U.C.S.	<b>SP</b>	
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	<b>A-2-4 (0)</b>	

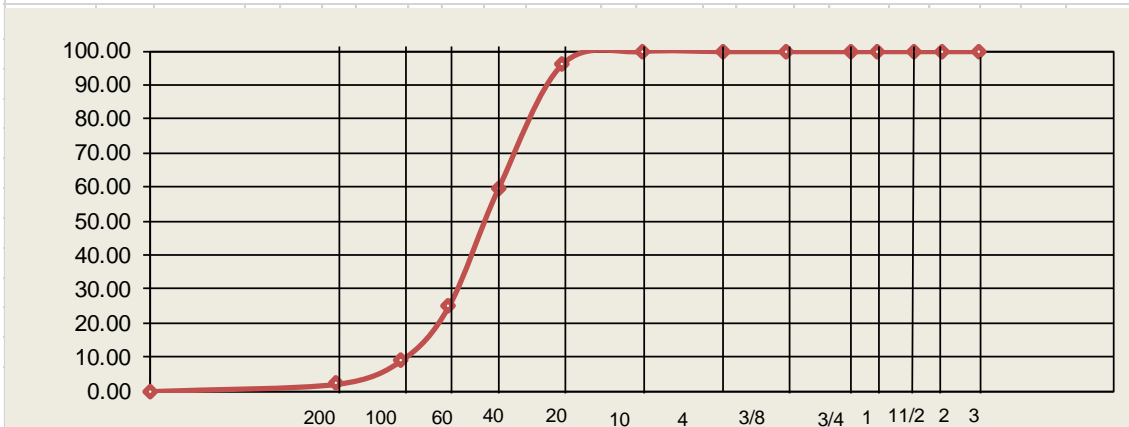
  

Carta de Plasticidad

Limite Liquido (L.L.)

### REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS

Tamaño de las mallas U.S. Standard



## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Solicitado por: **ING, DENNIS RENALT GARCIA ARTEAGA**  
 Proyecto: **MEJORAMIENTO DE PISTAS Y VEREDAS DE LA AV. ARENALES DESDE EL CRUCE DE LA CALLE CHOTA HASTA LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, PROVINCIA DE ICA - ICA**  
 Ubicación: **AV. ARENALES - ICA - ICA**  
 Muestra: **C-1 ; E-1** Profundidad : **0.00 a 1.20 m.**  
 Fecha: **ABRIL DEL 2014** Peso Total de la Muestra **1000.00**

ANALISIS GRANULOMETRICO	ASTM D422 - D2216 - D2487 / AASHTO T87			
	TAMAÑO	TAMICES	PESO	% QUE
	MALLA	ASTM	RETENIDO	PASA
	75.000	3"	0.00	100.00
	50.000	2	0.00	100.00
	37.500	1½	0.00	100.00
	25.000	1	0.00	100.00
	19.000	¾	0.00	100.00
	9.500	¾	0.00	100.00
	4.750	Nº 4	0.00	100.00
2.000	Nº 10	13.20	98.68	
0.850	Nº 20	17.50	96.93	
0.425	Nº 40	116.00	85.33	
0.250	Nº 60	480.10	37.32	
0.150	Nº 100	254.20	11.90	
0.075	Nº 200	94.80	2.42	
0.000	< 200	24.20	0.00	
D10 (mm)	0.13	Cu	2.46	
D30 (mm)	0.22	Cc	1.09	
D60 (mm)	0.33	I.G.		

HUMEDAD NATURAL (w)	(%)	3.56
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	(%)	.....
LIMITE PLASTICO (L.P.)	(%)	.....
INDICE PLASTICO (I.P.)	(%)	N.P.
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)	
CLASIFICACION S.U.C.S.	<b>SP</b>	
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	<b>A-2-4 (0)</b>	

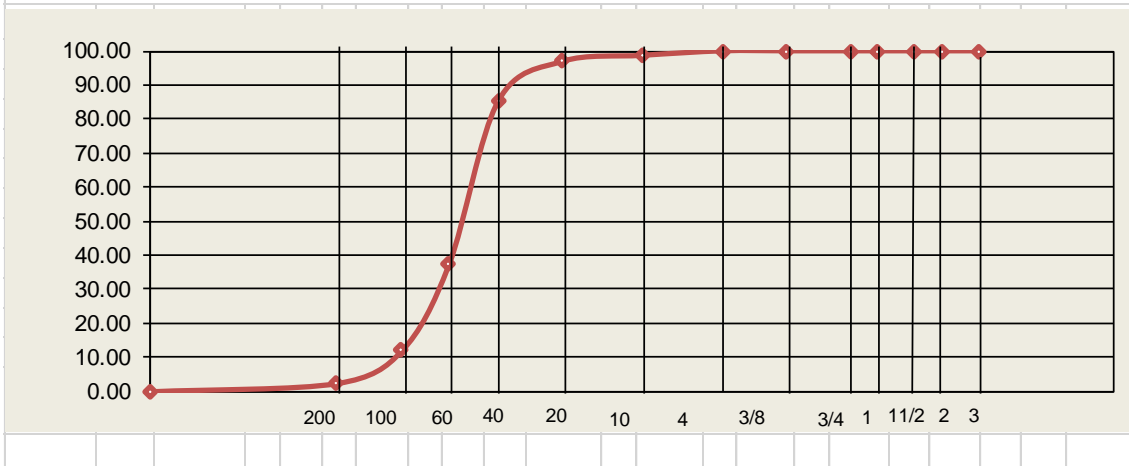
  

**Carta de Plasticidad**

Limite Liquido (L.L.)

### REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS

Tamaño de las mallas U.S. Standard



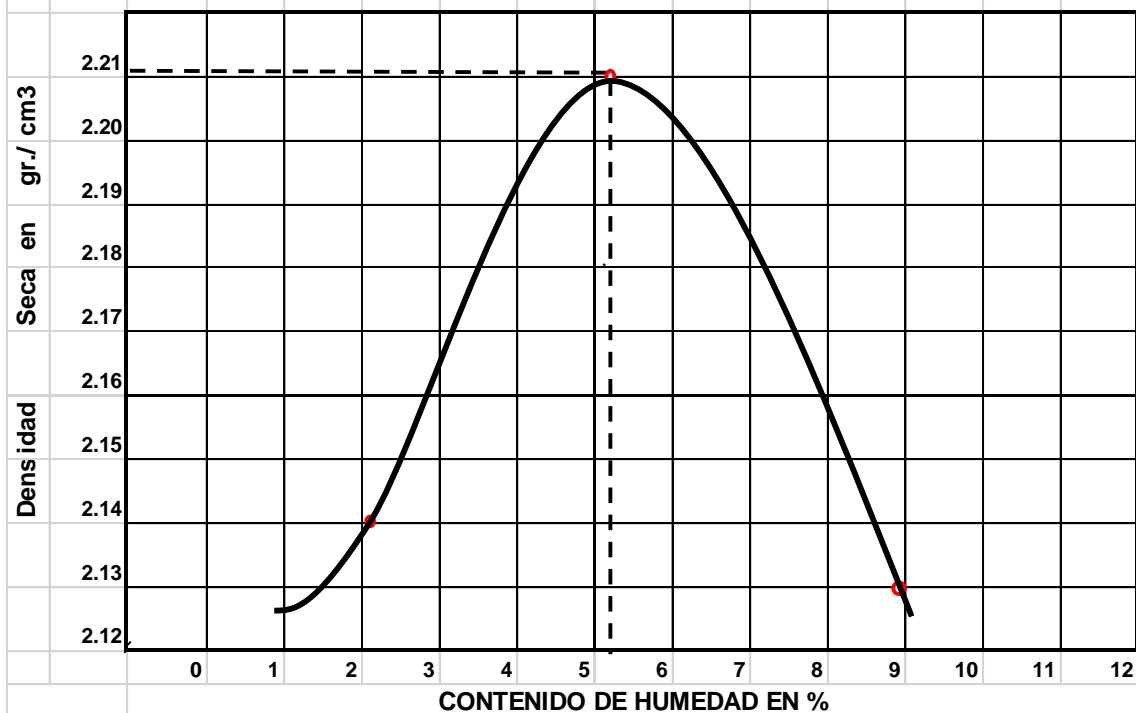
## ENSAYO DE COMPACTACION

<b>Proyecto :</b>	<b>MEJORAMIENTOS DE PISTAS Y VEREDAS DE LA AV. ARENALES DESDE EL CRUCE CON LA CALLE CHOTA HASTA LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, PROVINCIA DE ICA - ICA</b>		
<b>Ubicación :</b>	<b>AV. ARENALES - ICA - ICA</b>		
	<b>Proctor Modificado</b>	<b>x</b>	
<b>Solicitado :</b>	<b>ING. DENNIS RENALT GARCIA ARTEAGA</b>	<b>N° DE CAPAS :</b>	<b>5</b>
<b>Material de:</b>	<b>AFIRMADO</b>	<b>Volumen del molde :</b>	<b>2104.92 cc.</b>
<b>Cantera :</b>	<b>YAUILLA</b>		
<b>Fecha :</b>	<b>ABRIL DEL 2014</b>		

Prueba	N°	1	2	3
1 Peso molde + Suelo compactado	gr.	7344.00	7640.00	7630.00
2 Peso del molde	gr.	2700.00	2700.00	2700.00
3 Peso del suelo compactado	gr.	4644.00	4940.00	4930.00
4 Densidad húmeda	gr/c.c.	2.21	2.35	2.34
5 Densidad seca	gr/c.c.	2.14	2.21	2.13

## CONTENIDO DE HUMEDAD

Frasco	No.	1	2	3
1 Peso frasco + suelo húmedo	gr.	388.00	425.00	397.40
2 Peso frasco+peso suelo seco	gr.	377.80	402.36	365.00
3 Peso agua contenido (1 - 2)	gr.	10.20	22.64	32.40
4 Peso del frasco	gr.	42.50	38.00	40.60
5 Peso del suelo seco (2 - 4)	gr.	335.30	364.36	324.40
6 Contenido de humedad(3/5x100)	%	3.04	6.21	9.99
<b>Máxima Densidad seca :</b>		<b>2.21 grs/c.c.</b>		<b>Optimo contenido de humedad :</b>
				<b>6.21 %</b>





Fuente: Imagen propia del investigador





Fuente: Imagen propia del investigador



Fuente: Imagen propia del investigador



Fuente: Imagen propia del investigador

## MAPA DE AVENIDA ARENALES



## PLANOS