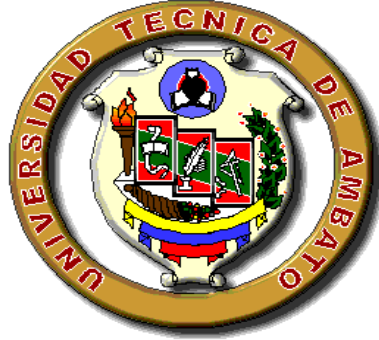


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



**CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE**

**TEMA:**

---

**“EL ESTADO DE LAS VÍAS DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SU  
INCIDENCIA EN LA CIRCULACIÓN DEL TRÁFICO PESADO DE LA  
PLANTA HOLCIM LATACUNGA DEL CANTÓN LATACUNGA  
PROVINCIA DE COTOPAXI.”**

---

**AUTOR: Viviana Elizabeth Higuera Bonilla**

**TUTOR: Ing. Mg. Víctor Hugo Paredes**

**AMBATO – ECUADOR**

**2015**

# CERTIFICACIÓN

Yo Ing. Mg. Víctor Hugo Paredes, en calidad de tutor de la tesis bajo el tema: **“EL ESTADO DE LAS VÍAS DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SU INCIDENCIA EN LA CIRCULACIÓN DEL TRÁFICO PESADO DE LA PLANTA HOLCIM LATACUNGA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”**, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, carrera de Ingeniería Civil, certifico que el trabajo elaborado por la Egda. Viviana Elizabeth Higuera Bonilla, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría siendo un trabajo original del autor, el cual está concluido por lo que puede continuar con el trámite respectivo.

---

Ing. Mg. Víctor Hugo Paredes

TUTOR

## **AUTORÍA.**

El trabajo de investigación estructurado de manera independiente previo a la obtención del título de Ingeniero Civil de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la carrera de Ingeniería Civil bajo el tema **“EL ESTADO DE LAS VÍAS DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SU INCIDENCIA EN LA CIRCULACIÓN DEL TRÁFICO PESADO DE LA PLANTA HOLCIM LATACUNGA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”** fue realizado responsablemente y totalmente bajo mi autoría.

---

Egda. Viviana Elizabeth Higuera Bonilla

AUTOR

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, a mis maestros por todos los conocimientos impartidos durante estos años de estudio.*

*A la empresa Holcim S.A. Planta Latacunga por permitirme realizar mi trabajo de investigación.*

*A mis familiares y amigos que en su momento me brindaron su apoyo de una u otra manera para poder cumplir una meta más de mi vida académica.*

*Y de manera especial a mi esposo Juan Chimborazo por su apoyo incondicional durante todo el proceso de culminación de mi trabajo de graduación.*



# DEDICATORIA

*El presente trabajo de investigación se lo dedico a la  
persona más importante en mi vida.*

*Quién me ayudado, apoyado he inspirado en las decisiones,  
metas y objetivos que me he propuesto.*

*Por eso te dedico a ti Mamita Gladis Isabel Bonilla Vaca,  
este trabajo con el que quiero darte las gracias por todo el  
amor, dedicación y esfuerzo que has puesto para que tus  
hijas cumplan sus metas.*

*Atentamente*

*Tu hija Viviana Elizabeth Higuera Bonilla*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORÍA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XII
RESUMEN EJECUTIVO.....	XIV

### TEXTO

#### CAPÍTULO I

##### EL PROBLEMA

1.1. TEMA.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1. Contextualización.....	1
1.2.2. Análisis crítico.....	3
1.2.3. Prognosis.....	3
1.2.4. Formulación del problema.....	4
1.2.5. Interrogantes.....	4
1.2.6. Delimitación del objeto de investigación.....	4
1.2.6.1. Delimitación de contenido.....	4
1.2.6.2. Delimitación espacial.....	5
1.2.6.3. Delimitación temporal.....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.4. OBJETIVOS.....	6
1.4.1. Objetivo General.....	6
1.4.2. Objetivos específicos.....	6

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	7
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	8
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	9
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	11
2.4.1. Normas y códigos de construcción.....	11
2.4.2. Diseño de pavimentos.....	12
2.4.3. Gestión de pavimentos.....	12
2.4.4. El estado de las vías de pavimento rígido.....	13
2.4.5. Comportamiento de los pavimentos.....	16
2.4.5.1 Etapa de deterioro lento y poco visible.....	16
2.4.5.2 Etapa de deterioro acelerado y de quiebre.....	17
2.4.5.3 Etapa de descomposición total.....	18
2.4.6. Evaluación de pavimentos.....	18
2.4.6.1. Evaluación funcional.....	19
2.4.6.2. Evaluación estructural.....	20
2.4.7. Deterioro de Pavimentos.....	21
2.4.8. Movilidad sostenible.....	32
2.4.9. Nivel de servicio de la vía.....	33
2.4.10. Funcionalidad vial.....	34
2.4.11. Circulación del tráfico pesado.....	35
2.4.12 Material de mejoramiento del suelo.....	37
2.4.13 Tipos de superficie.....	38
2.4.13.1 Pavimento flexible.....	39
2.4.13.2 Pavimento rígido.....	39
2.4.14 Características geométricas de la vía.....	43
2.4.15. Juntas.....	43
2.4.16 Barras pasajuntas.....	45
2.4.17 Sellos.....	46
2.4.18 Emulsión asfáltica.....	47

2.5. HIPÓTESIS.....	48
2.6. SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES.....	48
2.6.1. Variable independiente.....	48
2.6.2. Variable dependiente.....	48

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGIA**

3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	49
3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	49
3.3. NIVELES DE INVESTIGACIÓN.....	50
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	51
3.4.1 Población o universo.....	51
3.4.2. Muestra.....	51
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	52
3.4.1. Variable independiente.....	52
3.4.2. Variable dependiente.....	53
3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	54
3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	54

### **CAPITULO IV**

#### **ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.**

4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	55
4.1.1. Análisis de los resultados de la inspección con el método PCI.....	55
4.1.2. Análisis de los resultados de los estudios de tráfico.....	65
4.1.3. Análisis de los resultados de los estudios de suelos.....	69
4.2. INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	71
4.2.1. Interpretación de los resultados de la inspección con el método PCI.....	71
4.2.2. Interpretación de los resultados de los estudios de tráfico.....	77
4.2.3. Interpretación de los resultados de los estudios de suelos.....	77
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	78

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

5.1. CONCLUSIONES.....	79
5.2 RECOMENDACIONES.....	80

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA.**

6.1. DATOS INFORMATIVOS.....	81
6.1.1. Límites y Ubicación del Proyecto.....	81
6.1.2. Meteorología.....	84
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	84
6.3. JUSTIFICACIÓN.....	85
6.4. OBJETIVOS.....	85
6.4.1 Objetivo General.....	85
6.4.2 Objetivos Específicos.....	85
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	85
6.6. FUNDAMENTACIÓN.....	86
6.7. METODOLOGÍA.....	87
6.7.1. Condición actual del pavimento.....	87
6.7.1.1. Cálculo del índice de condición de pavimento (PCI).....	87
6.7.2. Fallas encontradas en la vía.....	109
6.7.2.1. Causas y soluciones.....	109
6.7.3. Mantenimiento.....	124
6.7.4. Diseño de la Estructura de Pavimento.....	126
6.7.4.1 Estructura de Pavimento por el método AASHTO 93.....	126
6.7.5. Espaciamiento entre juntas.....	142
6.7.4. Análisis de Precios Unitarios.....	144
6.7.5. Cronograma de Construcción de Obra.....	146
6.8. ADMINISTRACIÓN.....	147
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	147
BIBLIOGRAFÍA.....	150
ANEXOS.....	153

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla N°1: Niveles de servicio en vías.....	34
Tabla N°2: Clasificación de carreteras según el tráfico proyectado.....	36
Tabla N°3: Clasificación de tipos de base.....	38
Tabla N°4: Características de los pasadores.....	46
Tabla N°5: Conteo de tránsito.....	65
Tabla N°6: Tránsito de hora pico.....	65
Tabla N°7: Porcentaje de TPDA.....	67
Tabla N°8: Resumen de los cálculos de Tráfico Actual “TA”.....	68
Tabla N°9: Índice i para el cálculo del tráfico futuro.....	69
Tabla N°10: Resumen de los contenidos de humedad de las muestras de suelo...70	
Tabla N°11: Resumen del Próctor Modificado.....	70
Tabla N°12: Resumen del CBR.....	71
Tabla N°13: Resumen de fallas (0+000 – 1+189,47).....	76
Tabla N°14: Resumen de los resultados de los ensayos de suelos.....	78
Tabla N°15: Densidad y valor de reducción del unidad de muestra 1.....	89
Tabla N°16: Valor de reducción máximo unidad de muestra 1.....	90
Tabla N°17: Densidad y valor de reducción del unidad de muestra 2.....	91
Tabla N°18: Valor de reducción máximo unidad de muestra 2.....	91
Tabla N°19: Densidad y valor de reducción del unidad de muestra 3.....	92
Tabla N°20: Valor de reducción máximo unidad de muestra 3.....	92
Tabla N°21: Densidad y valor de reducción del unidad de muestra 4.....	93
Tabla N°22: Valor de reducción máximo unidad de muestra 4.....	93
Tabla N°23: Densidad y valor de reducción del unidad de muestra 5.....	94
Tabla N°24: Valor de reducción máximo unidad de muestra 5.....	94
Tabla N°25: Densidad y valor de reducción del unidad de muestra 6.....	95
Tabla N°26: Valor de reducción máximo unidad de muestra 6.....	95
Tabla N°27: Densidad y valor de reducción del unidad de muestra 7.....	96
Tabla N°28: Valor de reducción máximo unidad de muestra 7.....	96
Tabla N°29: Densidad y valor de reducción del unidad de muestra 8.....	97
Tabla N°30: Valor de reducción máximo unidad de muestra 8.....	97
Tabla N°31: Densidad y valor de reducción del unidad de muestra 9.....	98

Tabla N°32: Valor de reducción máximo unidad de muestra 9.....	98
Tabla N°33: Densidad y valor de reducción del unidad de muestra 10.....	99
Tabla N°34: Valor de reducción máximo unidad de muestra 10.....	99
Tabla N°35: Densidad y valor de reducción del unidad de muestra 11.....	100
Tabla N°36: Valor de reducción máximo unidad de muestra 11.....	100
Tabla N°37: Densidad y valor de reducción del unidad de muestra 12.....	101
Tabla N°38: Valor de reducción máximo unidad de muestra 12.....	101
Tabla N°39: Densidad y valor de reducción del unidad de muestra 13.....	102
Tabla N°40: Valor de reducción máximo unidad de muestra 13.....	102
Tabla N°41: Densidad y valor de reducción del unidad de muestra 14.....	103
Tabla N°42: Valor de reducción máximo unidad de muestra 14.....	103
Tabla N°43: Densidad y valor de reducción del unidad de muestra 15.....	104
Tabla N°44: Valor de reducción máximo unidad de muestra 15.....	104
Tabla N°45: Densidad y valor de reducción del unidad de muestra 16.....	105
Tabla N°46: Valor de reducción máximo unidad de muestra 16.....	105
Tabla N°47: Resumen de valores de PCI en las muestras.....	106
Tabla N°48: Porcentaje del estado de daño.....	108
Tabla N°49: Cronograma de actividades para los Mantenimientos.....	125
Tabla N°50: Períodos de diseño.....	126
Tabla N°51: Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos ejes simples índice de servicio final $pt = 2,5$ .....	128
Tabla N°52: Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos ejes tandem índice de servicio final $pt = 2,5$ .....	129
Tabla N°53: Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos ejes tridem índice de servicio final $pt = 2,5$ .....	129
Tabla N°54: Resumen de cálculo de Número de ejes.....	130
Tabla N°55: Valor de ESAL's.....	132
Tabla N°56: Niveles de confiabilidad.....	133
Tabla N°57: Valor de la Desviación estándar normal $Z_r$ .....	133
Tabla N°58: Calidad del drenaje.....	134
Tabla N°59: Valores de coeficientes de drenaje.....	135

Tabla N°60: Coeficientes de transferencia de cargas.....	135
Tabla N°61: Factor de pérdida de soporte.....	136
Tabla N°62: Resumen de los parámetros de diseño.....	141
Tabla N°63: Rubros, descripción, unidad, cantidad y precios.....	145
Tabla N°64: Cronograma Valorado de trabajo.....	146

## ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico N° 1: Mapa de ubicación de la vía en estudio.....	5
Gráfico N° 2: Clasificación del PCI.....	14
Gráfico N° 3: Juntas de contracción.....	44
Gráfico N° 4: Vista en planta de juntas de contracción con pasadores.....	45
Gráfico N° 5: Unidad de muestra # 1 (0+732,97 – 0+757,07).....	55
Gráfico N° 6: Unidad de muestra # 2 (0+026– 0+058,99).....	56
Gráfico N° 7: Unidad de muestra # 3 (0+104,74 – 0+137,75).....	56
Gráfico N° 8: Unidad de muestra # 4 (0+175,45 – 0+213,01).....	57
Gráfico N° 9: Unidad de muestra # 5 (0+213,01 – 0+243,01).....	57
Gráfico N° 10: Unidad de muestra # 6 (0+342,30 – 0+356,27).....	58
Gráfico N° 11: Unidad de muestra # 7 (0+380,34 – 0+396,34).....	58
Gráfico N° 12: Unidad de muestra # 8 (0+416,07 – 0+455,41).....	59
Gráfico N° 13: Unidad de muestra # 9 (0+469,17 – 0+484,18).....	59
Gráfico N° 14: Unidad de muestra # 10 (0+551,36 – 0+580,77).....	60
Gráfico N° 15: Unidad de muestra # 11 (0+580,77 – 0+594,13).....	60
Gráfico N° 16: Unidad de muestra # 12 (0+732,97 – 0+757,07).....	61
Gráfico N° 17: Unidad de muestra # 13 (0+763,07 – 0+784,12).....	61
Gráfico N° 18: Unidad de muestra # 14 (0+945,45 – 0+976,46).....	62
Gráfico N° 19: Unidad de muestra # 15 (1+109,78 – 1+138,30).....	62
Gráfico N° 20: Unidad de muestra # 16 (1+167,76 – 1+189,47).....	63
Gráfico N° 21 Unidades de muestra analizadas de la vía.....	64
Gráfico N° 22: Resumen de fallas (0+000 – 1+189,47).....	77
Gráfico N° 23: CBR de diseño.....	78
Gráfico N° 24: Mapa de ubicación del Cantón Latacunga.....	82



Gráfico N°25: Mapa de ubicación de la vía en estudio.....	83
Gráfico N°26: Unidades de muestra evaluadas con el PCI.....	107
Gráfico N°27: Porcentaje del estado de daño.....	108
Gráfico N°28: Determinación de k mediante el CBR.....	139
Gráfico N°29: Determinación de k corregido por pérdida de soporte.....	140
Gráfico N°30: Cálculo del espesor de losa en la ecuación AASHTO 93.....	141
Gráfico N°31: Ubicación de la unidad de muestra a reconstruir.....	143
Gráfico N°32: Distribución de paños.....	144
Gráfico N°33: Secciones a intervenir en la vía.....	149

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**TEMA: “EL ESTADO DE LAS VÍAS DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SU INCIDENCIA EN LA CIRCULACIÓN DEL TRÁFICO PESADO DE LA PLANTA HOLCIM LATACUNGA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”.**

**Autor: Egda. Viviana Elizabeth Higuera Bonilla**

**Fecha: Enero 2015**

**RESUMEN EJECUTIVO**

Las vías internas por donde circula el transporte pesado de esta planta es el objeto de investigación en el presente trabajo. Previo a la investigación se realizó visitas de campo, levantamiento de datos en el campo con el método PCI, los estudios de tráfico respectivos y estudios de suelo de acuerdo con los objetivos que se plantearon, de esta manera se observó las condiciones actuales de las vías internas, mediante el método PCI, en donde se determinó las causas que ocasionaron el nivel de deterioro del pavimento rígido.

Con lo cual determinamos las soluciones a los distintos daños encontrados en el pavimento, sean estas reparaciones parciales, totales o sello de juntas y fisuras. Para el caso de la reparación total se necesitó de los resultados del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) con el que pudo apreciar que nuestra vía está en el rango de 300 a 1000 vehículos, clasificándole como vía tipo III. Luego con el resultado del análisis de las muestras de suelo en el laboratorio se determinó un CBR puntual de 34.8% dato que nos sirvió para diseñar la estructura del pavimento, acorde con las especificaciones técnicas propuestas por la AASHTO-93, por último se estableció el presupuesto referencial y cronograma del proyecto.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 TEMA**

El estado de las vías de pavimento rígido y su incidencia en la circulación del tráfico pesado de la planta Holcim Latacunga del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.2.1 Contextualización**

El desarrollo de la vialidad en el Ecuador está marcado por un lento proceso de cambio tecnológico, precedido por las oportunidades de inversión en la construcción, ampliación y mejora física de sus corredores, como telón de fondo que matiza la gestión estatal. ([www.carreteros.org](http://www.carreteros.org))

La construcción y mantenimiento de las carreteras, se ha desarrollado en función de conseguir su durabilidad y mantener un nivel de servicio que permanentemente brinde confort y seguridad a los usuarios.

Y uno de los problemas en la programación de los mantenimientos viales, sean estos en vías de tierra, lastre, asfalto, adoquín u hormigón, es determinar el estado de la capa de rodadura, para que esta garantice a los usuarios un tránsito cómodo y seguro en sus desplazamientos diarios por las redes viales.

Actualmente los países desarrollados llevan programas de gestión de pavimentos para programar los recursos estatales a ser destinados al mantenimiento de la red vial.

Hay varias formas de saber el estado de una vía, evaluando la funcionalidad de su capa de rodadura o el estado de su estructura (sub base, base y capa de rodadura).

Por eso los “daños en los pavimentos informan sobre su condición y las causas posibles de la misma. El inventario de los daños de un pavimento representa una información fundamental en el proceso de evaluación del estado del pavimento. Existen múltiples catálogos de daños que presentan metodologías para establecer un diagnóstico sobre la patología de los pavimentos; algunos tienen sistemas de calificación cuantitativa del estado del pavimento permitiendo establecer índices. Al establecer los tipos de daños se pueden determinar las causas posibles y las soluciones para la condición de deterioro.” (Vásquez Varela, Viviana, 2006)

Los métodos de inspección visual ayudan a conocer el estado de la carretera, calle o red vial de una ciudad o poblado (varias calles conformando manzanas).

Entre los métodos utilizados por varios estamentos estatales dedicados al mantenimiento de las redes viales se encuentra el método PCI, el cual determina la condición de la vía basándose en las anomalías superficiales de los asfaltos (rígidos y flexibles).

Este método es usado en varios países, y su principal objetivo es conocer el estado actual de la funcionalidad de la vía (anomalías que presenta) y las posibles intervenciones para mejorar el tránsito de los vehículos o definir intervenciones mayores.

De este modo entendamos que “el daño de un pavimento es una condición o un conjunto de condiciones generadas por el tránsito, el medio ambiente, la construcción o los materiales que afectan las características funcionales o estructurales del mismo. Se pueden presentar una causa o una combinación de ellas como origen del daño. La gran mayoría de los daños evolucionan en su nivel de severidad convirtiéndose en otros de mayor importancia para los usuarios o para la estabilidad estructural del pavimento. (Pinilla, Julián, 2007)

La naturaleza del pavimento determina los tipos de daños que se presentan ligados a la estructura o a la funcionalidad de los mismos. (Pinilla, Julián, 2007)

Y los daños que se encuentran se pueden jerarquizar de acuerdo con la prioridad de la reparación y con su efecto sobre la comodidad y seguridad para el usuario y sobre el estado del pavimento, lo cual permite planificar los recursos y las soluciones. (Vásquez, Luis, 2002)

Tomando en cuenta el tipo de intervención que puede ir desde una reconstrucción total a un sello de fisuras y bacheos puntuales, se logra programar para cada etapa estacional el tipo de intervención para poder servir a la comunidad con calles, avenidas, carreteras cómodas y seguras para los usuarios.

### **1.2.2 Análisis crítico**

Los problemas que existen en las vías son las fisuras que están a la vista y causan malestar a los transportistas de vehículos pesados que circulan por la planta lo cual representa un peligro para los conductores como para los trabajadores que laboran en esta empresa.

Es por esta razón que existe la necesidad de hacer una evaluación de las vías internas de la empresa Holcim para conocer el estado en la que se encuentran y a través de un análisis técnico determinar el tipo de intervención que se podría ejecutar para dejarlas en óptimas condiciones para la circulación vehicular.

De este modo se toma como referencia un método mediante el cual se podrá hacer una evaluación no destructiva para determinar la condición de pavimentos a través de inspecciones visuales en superficies pavimentadas con hormigón.

### **1.2.3 Prognosis**

Conocer el estado de las vías no solo significa saber los recursos que se debe invertir para reconstruirlas, sino saber programar los mantenimientos necesarios 4

para alargar su vida útil, sin disminuir la seguridad y comodidad para los usuarios.

De esta manera el mantenimiento de las vías se puede evaluar de una forma rápida y efectiva, sin invertir grandes recursos que no están programados en el presupuesto.

#### **1.2.4 Formulación del problema**

¿Cómo el estado de las vías de pavimento rígido inciden en la circulación del tráfico pesado de la planta Holcim Latacunga?

#### **1.2.5 Preguntas directrices**

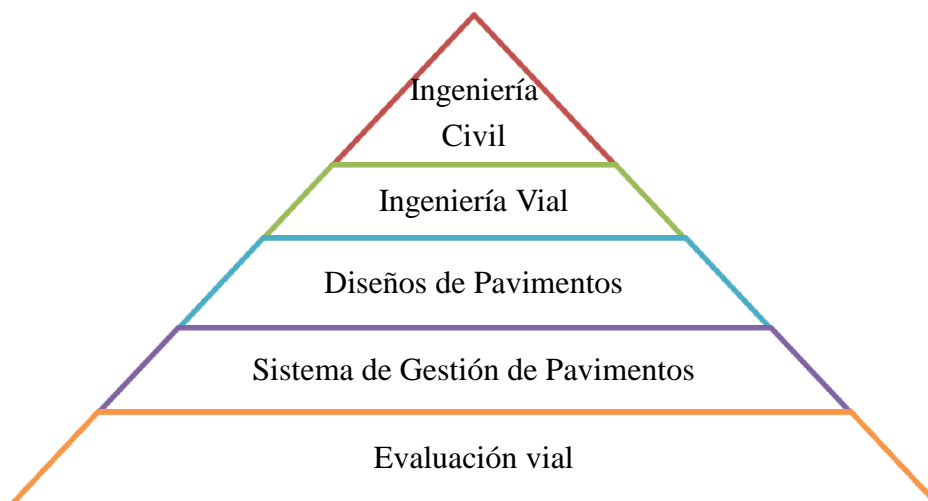
¿Cuál es el estado de las vías de pavimento rígido?

¿Cuál es el tráfico vehicular dentro de la planta Holcim Latacunga?

¿Cuáles son los tipos de deterioro que se presentan en las vías de pavimento rígido?

#### **1.2.6 Delimitación del objeto de investigación**

##### **1.2.6.1 Delimitación de Contenido**



### **1.2.6.2 Delimitación Espacial**

El proyecto está ubicado en la planta Holcim en el sector San Rafael, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

**Gráfico N°1: Mapa de ubicación de la vía en estudio**



*Fuente: Google Earth San Rafael*

### **1.2.6.3 Delimitación temporal**

El período de desarrollo del presente trabajo fue destinado desde Febrero del 2014 a Octubre del 2014.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto tiene como interés el dar una solución a los problemas presentados en la calzada mediante un método no destructivo ya que esto afectaría al rendimiento en la producción que tiene la planta de molienda Holcim Latacunga.

Se considera de mucha importancia la evaluación de las vías ya que con esto se podrá tener un control en el mantenimiento y así mejorar la circulación del transporte pesado que tiene dicha planta de Molienda.

Es una responsabilidad que se tiene hacia las personas que habitan dentro de esta planta como para los transportistas que continuamente circulan por estas vías, las cuales deben estar en óptimas condiciones para que en ningún momento ocurra algún accidente en el que se ponga en riesgo la vida de alguna persona.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 General**

Estudiar como el estado de las vías de pavimento rígido inciden en la circulación del tráfico pesado.

### **1.4.2 Específicos**

- ❖ Determinar el estado de las vías de pavimento rígido.
- ❖ Determinar el tráfico vehicular dentro de la planta Holcim Latacunga.
- ❖ Identificar los tipos de deterioro que se presentan en las vías de pavimento rígido



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Según la tesis de grado Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla de Edgar Daniel Rodríguez Velásquez (2009, pag.102) “Las fallas más frecuentes encontradas son la peladura y la corrugación, ambas de nivel de severidad bajo. Todas las 32 unidades de muestra presentaron estos dos tipos de falla, pero con densidades variables.”

“Esto ayudó a que el PCI tenga un estado regular porque estas fallas no afectan al tránsito normal de vehículos. Las vibraciones dentro del vehículo son mínimas y no es necesario disminuir la velocidad. La peladura y la corrugación, no son percibidas por el conductor, pues no causa incomodidad.”

A mayor valor deducido, mayor es el daño que las fallas producen al pavimento pues este valor indica el grado en que cada combinación de deterioro, nivel de severidad y cantidad, afectan a la condición del mismo. Por el contrario, un valor deducido de cero, quiere decir que el tamaño de la falla dentro de la unidad de muestra es despreciable, o muy pequeña como para ejercer un daño significativo al área de estudio.

Según la tesis de grado Cálculo del Índice de Condición aplicado en del Pavimento Flexible en la Av. Las Palmeras de Piura Karla Patricia Gamboa Chicchón (2009, pag. 103) “La elección adecuada de las técnicas de mantenimiento y reparación permitirán prolongar la vida útil del pavimento, además de representar un ahorro para los gobiernos locales.”

“Se recomienda que el uso de este método, por parte de los gobiernos locales, sea de manera continua, lo que permitirá el desarrollo de una mejor estrategia de mantenimiento y rehabilitación urbana.”

Según el Manual deterioro de pavimentos rígidos, metodología de medición, posibles causas de deterioro y reparaciones del Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann (2007, pag. 78) “La mayoría de los deterioros encontrados corresponden al fisuramiento de las estructuras de pavimentos que por falta o inadecuado mantenimiento, éstas progresan hasta tal grado de generar a través de su evolución deterioros mayores como fisuramiento en bloques; baches de profundidad que afecta el tráfico circundante y propicio para acumulación de agua; grietas longitudinales y transversales con longitudes que atraviesan en ocasiones más de un tablero de losa; deficiencia en los materiales de sellos producto del alabeo de las losas por los cambios volumétricos debido a las temperaturas permitiendo esfuerzos de flexión en el interior de las grietas y ocasionando fracturamiento superior y descascamientos; peladuras con incidencia de rugosidades altas y moderadas que propician la aparición de hundimientos y baches localizados; hundimientos producto de la falta de soporte de la fundación por la calidad de los suelos que integran las capas inferiores a la carpeta de rodamiento”

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

El problema de investigación propuesto no se encuentra expuesto a cambios o alternativas, por lo que para este trabajo servirá el paradigma neopositivista como predominante en la investigación.

La principal finalidad de la investigación es dar una solución factible para las problemáticas en las vías de pavimento rígido detectando oportunamente las fallas que se producen.<sup>9</sup>

Poniendo énfasis en dar solución a un pavimento deteriorado mediante la evaluación con un método no destructivo, para la optimización de recursos y un manejo más adecuado del mantenimiento de las vías.

La visión de la realidad se la enfatizará en una investigación concreta dirigida hacia un beneficio incluyendo todos los aspectos que intervengan dentro de la evaluación de la vía para lo cual se aplicaran todos los métodos para un resultado efectivo.

### **2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

Se utilizaron las normas, especificaciones y recomendaciones siguientes:

- Normas de diseño geométrico del MTOP 2003
- Ministerio de Obras Públicas (M.O.P)
- American Association Of State Highway Officials (AASHTO 93 ) para pavimentos rígidos
- Ley de caminos.
- Normas INEN para señalización.
- SUCS para estudio de suelos.

### **REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL**

Libro II

Del transporte terrestre automotor

Título I

De las condiciones de transporte terrestre

Art. 40.- El transporte terrestre de personas y bienes es un servicio esencial que responde a las condiciones de:

*Responsabilidad.-* Es responsabilidad del Estado generar las políticas, regulaciones y controles necesarios para propiciar el cumplimiento, por parte de los usuarios y operadores del transporte terrestre, de lo establecido en la Ley, los reglamentos y normas técnicas aplicables.

*Universalidad.-* El Estado garantizará el acceso al servicio de transporte terrestre, sin distinción de ninguna naturaleza, conforme a lo establecido en la Constitución de la República y las leyes pertinentes.

*Accesibilidad.-* Es el derecho que tienen los ciudadanos a su movilización y de sus bienes, debiendo por consiguiente todo el sistema de transporte en general responder a este fin.

*Comodidad.-* Constituye parte del nivel de servicio que las operadoras de transporte terrestre de pasajeros y bienes deberán cumplir y acreditar, de conformidad a las normas, reglamentos técnicos y homologaciones que para cada modalidad y sistema de servicio estuvieren establecidas por la Agencia Nacional de Tránsito.

*Continuidad.-* Conforme a lo establecido en sus respectivos contratos de operación, permisos de operación, autorizaciones concedidas por el Estado sin dilaciones e interrupciones.

*Seguridad.-* El Estado garantizará la eficiente movilidad de transporte de pasajeros y bienes, mediante una infraestructura vial y de servicios adecuada, que permita a los operadores a su vez, garantizar la integridad física de los usuarios y de los bienes transportados respetando las regulaciones pertinentes.

*Calidad.-* Es el cumplimiento de los parámetros de servicios establecidos por los organismos competentes de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial y demás valores agregados que ofrezcan las operadoras de transporte a sus usuarios.

Estandarización.- A través del proceso técnico de homologación establecido por la ANT, se verificará que los vehículos que ingresan al parque automotor cumplan con las normas y reglamentos técnicos de seguridad, ambientales y de comodidad emitidos por la autoridad, permitiendo establecer un estándar de servicio a nivel nacional.

Medio ambiente.- El Estado garantizará que los vehículos que ingresan al parque automotor a nivel nacional cumplan con normas ambientales y promoverá la aplicación de nueva tecnologías que permitan disminuir la emisión de gases contaminantes de los vehículos.

#### Título IV

##### De la infraestructura vial

Art. 102.- En los proyectos de vías nuevas, construidas, rehabilitadas o mantenidas, se exigirán estudios técnicos de impacto ambiental, señalización y seguridad vial de acuerdo a las directrices establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas y la Agencia Nacional de Tránsito. En caso de incumplimiento, el Director Ejecutivo de la ANT sancionará al contratista de acuerdo con la Ley y el Reglamento correspondiente.

## **2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES**

### **2.4.1. Normas y códigos de construcción**

En la sección anterior se observa que la incertidumbre está presente en algunos aspectos del diseño estructural. Si el diseño se basara en un determinismo extremo, los códigos y reglamentos poco o nada variarían. Sin embargo, las investigaciones y estudios son continuos, dejando como consecuencia el cambio periódico de la normatividad. En esta sección se hará un breve recorrido sobre los principales textos que plasman las conclusiones de la acción investigadora de los profesionales del diseño estructural del hormigón reforzado.

### **2.4.2. Diseño de pavimentos**

Se podrá definir como una estructura que se diseña y se forma mediante un conjunto de capas construidas sobre el suelo de fundación, con la finalidad de ser utilizado como una superficie apta para el libre tránsito de vehículos de tipo liviano, pesado y comercial; y donde la circulación se hace de manera rápida, confortable, segura y económica.

En materia de diseño estructural de pavimentos urbanos, en la actualidad la tendencia mundial es de usar metodologías mecanicistas, las cuales han demostrado predecir en forma más acertada el comportamiento de ese tipo de pavimentos.

En este contexto cabe precisar que existen metodologías validadas que utilizan criterios empíricos / teóricos como el basado en la prueba AASHO americana, que tienen aplicabilidad limitada en pavimentos urbanos restringidos a tráfico por sobre 1 x 10<sup>6</sup> Ejes Equivalentes (EE) que incluso en la actualidad han sido transformados utilizando métodos mecanicistas (AASHTO 1998 y 2002).

### **2.4.3. Gestión de pavimentos**

La gestión de pavimentos en su sentido más amplio, se relaciona con todas las actividades involucradas en el planeamiento, diseño, construcción, mantenimiento, evaluación y rehabilitación de una porción de pavimento de un programa público de trabajo.

Es conveniente describir la gestión de pavimentos en términos de dos niveles generales, el primero es el nivel de gestión de la red general, a veces llamado el nivel del programa para las redes de carreteras; y el segundo es el nivel de gestión de proyecto, donde se toman decisiones técnicas para proyectos específicos.

Algunos desarrollos de sistemas formales de gestión de pavimentos se han dado a nivel de proyecto. Más recientemente, un desarrollo extenso en la gestión del mantenimiento y la información de metodologías de gestión, proporcionan la oportunidad para el desarrollo de sistemas de gestión de pavimentos más comprensivos, en los que se puede incluir un mayor número de actividades, correlacionándolas mediante interfases explícitas con los otros niveles de la red.

Los sistemas de gestión de pavimentos pueden proporcionar algunos beneficios a las entidades encargadas del manejo de carreteras, tanto en la red como en los niveles de proyecto. Uno de ellos es la selección de alternativas de costo-efectivo.

En lo concerniente a construcción nueva, rehabilitación o mantenimiento, los sistemas de gestión pueden ayudar a gerenciar como alcanzar el mejor valor posible al dinero público. A nivel de red, el sistema de gestión proporciona información pertinente al desarrollo de un programa regional, que optimizará el uso de los recursos disponibles.

#### **2.4.4. El estado de las vías de pavimento rígido**

El estado en el que se encuentran estas vías se lo identificará mediante un método no destructivo – visual para dar una acertada solución a los problemas existentes que son:

Fisuras, agrietamientos, grietas de esquina, juntas no continuas, entre otras, etc. Para lo cual se definirá el método PCI

#### **ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS (PCI – Pavement Condition Index)**

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de

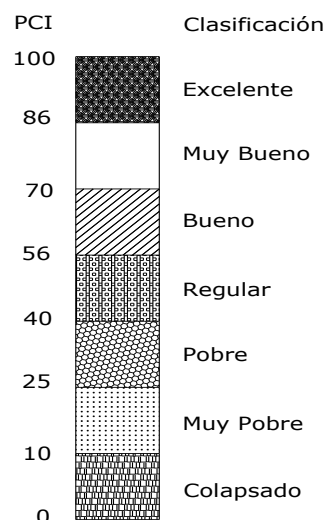
herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales se presentan a continuación. (Vásquez, Ricardo, 2002)

Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones de rigor sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su génesis o esencia ajenas a las condiciones locales. <sup>(2)</sup> (Vásquez, Ricardo, 2002)

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento. <sup>(2)</sup>

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Cuadro 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento. <sup>(2)</sup>

**Gráfico N°2: Clasificación del PCI**



*Fuente código ASTM D5340 (PCI – Pavement Condition Index)*



El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen Clase, Severidad y Cantidad que cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima. <sup>(2)</sup> (Vásquez, Ricardo, 2002)

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. <sup>(2)</sup>

#### Unidades de Muestra

Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas. <sup>(2)</sup>

#### **“Evaluación de la Condición:**

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable. <sup>(2)</sup>

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

- a. Equipo.
  - ✓ Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.

- ✓ Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
  - ✓ Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.
- b.** Procedimiento. Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u *“hoja de información de exploración de la condición”* para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.
- c.** El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía.”(2)(Vásquez, Ricardo, 2002)

#### **2.4.5. Comportamiento de los pavimentos**

El comportamiento de los pavimentos a lo largo de su vida útil es regido generalmente por un ciclo, el cual ha llegado a considerarse como normal debido a la frecuencia con que se presenta, los indicadores (deterioros del pavimento) de cada una de las etapas de este ciclo son diferentes según el tipo de pavimento, sin embargo, la tendencia en la evolución de la estructura a través del tiempo es común y puede describirse de la siguiente manera: (Flores, Ricardo, 2008)

##### **2.4.5.1. Etapa de deterioro lento y poco visible**

Durante algunos años, el pavimento experimenta un proceso de desgaste y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodamiento y en menor medida en el resto de su estructura. Este desgaste es producido por los diversos

tipos de vehículos que circulan sobre él, también por la influencia que ejercen otros factores como el clima, la radiación solar, el agua de lluvias, cambios de temperatura, etc. <sup>(3)</sup> (Flores, Ricardo, 2008)

La calidad de la construcción inicial también incide en la evolución del deterioro. A través de toda esta etapa el pavimento se mantiene aparentemente en buen estado y el usuario no percibe el desgaste. A pesar del aumento gradual de fallas menores aisladas, el camino sigue sirviendo bien a los usuarios y está en condiciones de ser conservado. <sup>(3)</sup>

#### **2.4.5.2. Etapa de deterioro acelerado y de quiebre**

Luego de varios años de uso, el pavimento entra en una etapa de deterioro acelerado y resiste cada vez menos el tránsito. Al inicio de esta etapa, la estructura básica del pavimento se conserva intacta y las fallas en la superficie son menores, por eso el usuario común tiene la impresión que este se mantiene aún bastante sólido. Sin embargo, no es así, ya que cada vez se pueden observar más daños en la superficie y comienza a deteriorarse la estructura básica, la cual no es visible. Entonces, podemos asegurar que cuando en la superficie de un pavimento se detectan graves fallas a simple vista, la estructura básica del pavimento está seriamente dañada. Los daños al inicio son puntuales, pero luego se van extendiendo en la mayor parte del pavimento, cuando esto ocurre la destrucción es acelerada; si no se interviene en algún momento durante esta etapa el pavimento llega al punto de quiebre en el cual se produce una falla generalizada, tanto en la superficie como en la estructura básica. <sup>(3)</sup>

A medida que se desarrolla esta etapa, los vehículos circulan experimentando una cantidad creciente de molestias a causa de las irregularidades de la superficie, tales como: grietas, baches, depresiones y deformaciones. <sup>(3)</sup>

### **2.4.5.3. Etapa de descomposición total**

Constituye la última etapa de la existencia de un pavimento, y puede durar varios años, lo primero que se observa es la pérdida de la capa de rodadura, ya que cada vez que pasa un vehículo pesado se desprenden trozos de ésta, por lo que al final la vía termina siendo un camino de grava, y a la larga, de tierra. <sup>(3)</sup> (Flores, Ricardo, 2008)

El paso de vehículos se dificulta, la velocidad promedio de circulación baja bruscamente y la capacidad del camino queda reducida en un gran porcentaje. Los vehículos comienzan a presentar daños en neumáticos, ejes, amortiguadores y en el chasis; los costos de operación vehicular suben de manera considerable y se incrementa la cantidad de accidentes graves. En esta última etapa llega un momento en que ya no pueden transitar los automóviles normales, sólo algunos camiones y vehículo todoterreno. <sup>(3)</sup>

Como ya se dijo anteriormente, los detalles del ciclo de vida de los pavimentos varían dependiendo de su tipo, pero en general, el mensaje que debe atenderse es el mismo y consiste en que las acciones de conservación de cualquier pavimento deben planificarse debidamente de modo que nunca se permita el deterioro excesivo o la destrucción de su estructura básica. <sup>(3)</sup>

### **2.4.6. Evaluación de pavimentos**

Es una de las actividades más importantes del ingeniero de pavimentos, se requiere conocer la condición de los pavimentos para validar los criterios de diseño y establecer los programas de mantenimiento, con lo se permite:

- ✓ Determinar la suficiencia estructural del pavimento.
- ✓ Establecer las razones por las cuales se encuentra en el estado que presenta en el instante de la evaluación

Una correcta evaluación de pavimentos incluye:

- ✓ Evaluación funcional
- ✓ Evaluación estructural

#### **2.4.6.1. Evaluación funcional**

Cuando se habla de evaluación funcional, se refiere al estado que la vía representa debido a los deterioros superficiales. La superficie de las carreteras se diseña y conserva siguiendo un sistema de coste efectivo, para proporcionar niveles aceptables de seguridad y calidad de rodadura para los usuarios de las carreteras y para preservar la integridad estructural del firme.<sup>(1)</sup>  
(www.carreteros.org)

La mayoría de auscultaciones funcionales son del tipo superficial y definitivamente no destructivas (Non Destructive Test), se pueden citar las siguientes características superficiales:

- ✓ Resistencia a la rodadura
- ✓ Resistencia al deslizamiento
- ✓ Regularidad superficial o lisura (longitudinal y transversal)
- ✓ Propiedades reflexivas y color
- ✓ Ruido de contacto neumático – pavimento
- ✓ Proyecciones de agua al paso de los vehículos
- ✓ Consumos debidos al contacto neumático – pavimento
- ✓ Permeabilidad y drenabilidad
- ✓ Tiempo de congestión
- ✓ Limpieza
- ✓ Resistencia al ataque de los aceites y combustibles, entre otras.

Los aspectos funcionales que usualmente se conocen con el apoyo de estas técnicas son la seguridad, comodidad, gastos de explotación, contaminación ambiental, etc. <sup>(1)</sup>

#### **2.4.6.2. Evaluación estructural**

Las carreteras además de proporcionar una superficie segura y cómoda deben resistir la carga de los vehículos pesados que producen una pérdida lenta y progresiva de la capacidad inicial de resistir esas cargas. La forma más frecuente de establecer la capacidad estructural del firme es determinando la deflexión con desplazamiento vertical bajo una carga normalizada de referencia. <sup>(1)</sup>  
(www.carreteros.org)

La deflexión es un valor evolutivo que representa el estado estructural del firme, respecto a un valor inicial de deflexión mínima. Las técnicas de interpretación de los valores de la deflexión permiten cuantificar las actuaciones necesarias de refuerzo o rehabilitación del firme. El valor de la deflexión se debe interpretar en función del firme y de los espesores de las capas que lo constituyen. <sup>(1)</sup>

La función estructural depende de la propia capacidad resistente (materiales y espesores), así como del estado de envejecimiento del pavimento, por lo que la auscultación estructural debe incluir mediciones de deflexión y una inspección visual. <sup>(1)</sup>

La auscultación estructural de carreteras es una técnica que proporciona un conocimiento detallado del estado de los pavimentos, lo que permite efectuar el monitoreo de su comportamiento a través del tiempo y programar el mantenimiento de un modo racional y más económico. <sup>(1)</sup>

La metodología de auscultación estructural ha ido variando con el tiempo en función de los continuos avances de la tecnología y se requiere que los nuevos equipos de medición permitan la evaluación sistemática de los parámetros característicos del pavimento, posibilitando un buen rendimiento operacional y que su trabajo interfiera lo menos posible con el uso normal de la carretera. <sup>(1)</sup>

Los posibles resultados de una evaluación estructural son:

- ✓ Evaluación de capacidad de soporte
- ✓ Evaluación de transferencia de carga
- ✓ Diseño de rehabilitaciones
- ✓ Retrocálculo de los parámetros de resistencia de las capas
- ✓ Monitorear cambios de las propiedades
- ✓ Detectar pérdida de soporte en las esquinas
- ✓ Realizar predicciones de vida remanente <sup>(1)</sup>

#### **2.4.7. Deterioro de Pavimentos**

**Deterioros típicos en pavimentos de hormigón según el código ASTM D5340 (PCI – Pavement Condition Index)**

##### **Tipos de Fallas en Pavimentos rígidos**

###### **Falla 1: Estallidos**

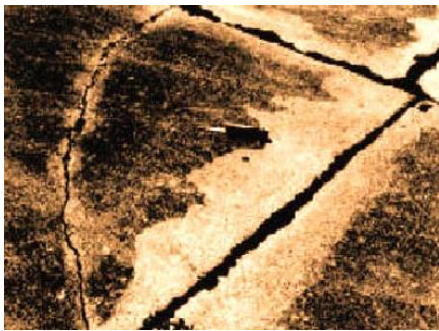
Los estallidos ocurren generalmente en climas cálidos, usualmente en correspondencia con juntas o fisuras transversales que no son lo suficientemente anchas para permitir la expansión de las losas de hormigón. El ancho insuficiente se debe, generalmente, a la infiltración de material no compresible en el espacio de la junta. Cuando la presión debida a la expansión no puede ser liberada, los bordes de la losa pandean hacia arriba, o una fragmentación ocurrirá en proximidades de la junta. Los estallidos pueden presentarse también en aserrados o estructuras de drenaje. Es te tipo de patologías suele repararse inmediatamente debido a su alta potencialidad de daño severo que tiene para con las aeronaves. La razón por la cual los estallidos se mencionan aquí es por su importancia al momento de evaluar la habilitación de secciones cerradas.

## Falla 2: Rotura de esquinas

La rotura de esquinas es una fisura que intersecta las juntas a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la losa a cada lado, medida desde la esquina de la losa. Las roturas de esquinas son causadas por repetición de cargas, combinadas con la pérdida del soporte y tensiones por alabeo. Una rotura de esquina se diferencia de un desprendimiento de la esquina por que la fisura se extiende verticalmente a través del espesor total de la losa, mientras que el desprendimiento de la esquina intercepta la junta con un ángulo.



Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta

## Falla 3: Fisuras Longitudinales, Transversales y Diagonales

Estas fisuras, las cuales dividen la losa en dos o tres partes, son generadas por las sollicitaciones producidas por la expansión y retracción o arqueado del pavimento (Para losas divididas en cuatro o más partes ver las imágenes a continuación). Las fisuras de severidad baja están generalmente asociadas a alabeo o fricción, y no se



considera que acarrear problemas estructurales serios. Las fisuras de mediana a alta severidad se producen por el trabajo del pavimento y se consideran patologías estructurales serias.



Severidad Baja



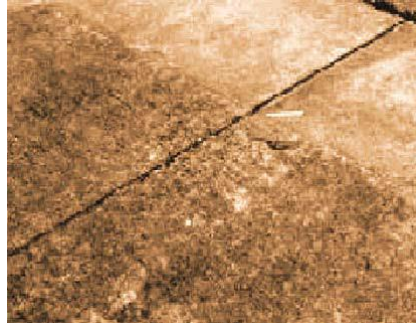
Severidad Media



Severidad Alta

#### **Falla 4: Fisura de Durabilidad “D”**

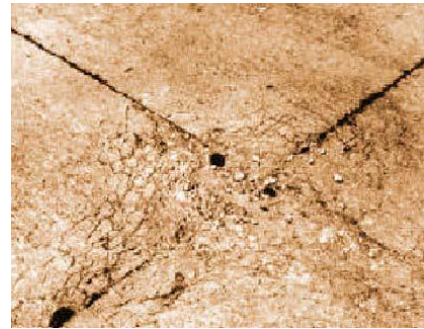
La fisura “D” usualmente aparece como un patrón de fisuras en proximidad o paralela a una junta o a una fisura lineal. Está causada por la incapacidad del hormigón de soportar factores ambientales como los ciclos congelamiento y deshielo. Generalmente puede observarse un oscurecimiento de la zona alrededor de las fisuras finas de durabilidad. Este tipo de fisuración puede llevar eventualmente a la desintegración del hormigón a una distancia de 1 a 2 pies (300 a 600 mm) de la junta o la fisura.



Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta

### **Falla 5: Daño del sellado de juntas**

El daño en el sellado de juntas es todo aquel que permite que partículas de suelo o rocas se acumulen en las juntas o que permita la infiltración del agua. La acumulación de materiales incompresibles no permite que las losas se expandan y puede llevar al alabeo, fragmentación o desprendimiento de material. La infiltración del agua a través del daño en el sellado de juntas puede causar ablandamiento y deterioro de la subbase, lo cual puede ser prevenido mediante la incorporación de selladores flexibles vinculados a los bordes de las losas. Las condiciones típicas de daño en el sellado de juntas incluyen: (a) desprendimiento del material de sellado, (b) extrusión del material de sellado, (c) crecimiento de material orgánico, (d) endurecimiento del sellador (oxidación), (e) pérdida de adherencia a los bordes de las losas, y (f) ausencia o falta de sellador en la junta.



Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta

### **Falla 6: Bacheos menores (menos de 0.5 m<sup>2</sup>)**

Un bacheo es un área del pavimento que ha sido reemplazada por un material de relleno. Con el fin de evaluación, el bacheo se divide en dos tipos: menores (áreas menores a 0,5 m<sup>2</sup>) y mayores (áreas mayores a 0,5 m<sup>2</sup>). Los bacheos mayores se describirán más adelante.



Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta

### **Falla 7: Bacheos mayores (más de 0.5 m<sup>2</sup>) y Cortes para Instalaciones**

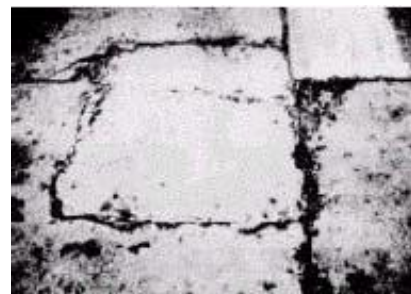
La definición es la misma que para bacheos menores. Un corte para las instalaciones se refiere al material utilizado para rellenar el área en el que se ha removido el pavimento original por haber colocado una instalación subterránea. Los grados de severidad en un corte para instalaciones son los mismos que para un bacheo común.



Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta

### **Falla 8: Pérdidas Repentinas (Popouts)**

Una pérdida repentina se manifiesta por una pequeña pieza del pavimento que se desprende a causa de los ciclos de hielo y deshielo en combinación con agregados expansivos. Las pérdidas repentinas varían aproximadamente entre 25 y 100 mm en diámetro y entre 13 y 51 mm en profundidad.

### **Falla 9: Bombeo**

El bombeo se caracteriza por la expulsión de agua y material del sub suelo (o la sub base) a través de juntas o fisuras del pavimento, causada por la deflexión de la losa al recibir la carga del tráfico de las aeronaves. A medida que el agua es expulsada, transporta partículas de grava, arena, arcilla, o limo resultando en una pérdida progresiva del soporte para el pavimento. Manchas en la superficie y la presencia de material de la sub base o del subsuelo próximo a las juntas del pavimento son evidencia del bombeo. El bombeo próximo a las juntas indica un sellado de juntas pobre y una pérdida de soporte, que derivará en fisuración bajo la acción de la repetición de cargas. Se debe identificar el sellado de juntas defectuoso antes de identificar la presencia de bombeo. El bombeo puede ocurrir tanto en juntas como en fisuras.



No tiene severidad definida



### **Falla 10: Desprendimiento superficial, mapa de fisuras, fisuras erráticas**

Un mapa de fisuras o fisuras erráticas se refieren a una red de fisuras poco profundas que se extienden solo a través de la superficie superior del hormigón.

Las fisuras suelen intersectarse en ángulos de 120 grados. Las fisuras erráticas resultan usualmente por un curado inapropiado y/o acabado del hormigón y puede llevar al desprendimiento, desgranamiento superficial (scaling).

El desprendimiento superficial puede alcanzar una profundidad aproximada de 6mm a 13mm. El desprendimiento superficial también puede ocurrir a causa de la presencia de sales para deshielo, una construcción mal ejecutada, por ciclos de congelamiento y deshielo, o por un agregado de mala calidad. La reactividad álcalis-sílice ( $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$ ) en algunos cementos y ciertos minerales en algunos agregados es otra causa para la patología asociada con el desprendimiento superficial. El deterioro se produce por la reacción expansiva entre los agregados reactivos y las soluciones porosas alcalinas en el hormigón. Este fenómeno no solo ocurre en las juntas, como lo suele hacer la fisuración “D”, sino a lo ancho y largo de toda la losa.



Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta

### Falla 11: Asentamientos o Fallas

Los asentamientos o fallas son diferencias de elevación en correspondencia con una junta o una fisura causados por un desplazamiento relativo (levantamiento) de la losa o consolidación no uniforme del material de la sub base o del sub suelo.



Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta

### **Falla 12: Losa Cuarteada**

Una losa cuarteada se define como aquella en la que las fisuras que se interceptan la dividen en cuatro o más piezas. Esto se debe a un exceso de cargas y/o un soporte inadecuado de la fundación. Si todas las piezas o fisuras están contenidas dentro una rotura de esquina, entonces la patología debe ser identificada como una rotura en esquina severa.



Severidad Baja



Severidad Media

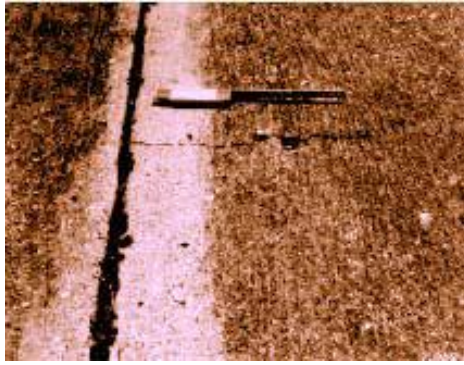


Severidad Alta

### **Falla 13: Fisuras por Contracción**

Las fisuras por contracción son normalmente delgadas y se extienden algunos centímetros, no en la longitud total de la losa. Se forman durante el acabado y curado del hormigón y no se extienden a través del espesor total de la losa.





No tiene severidad definida

#### **Falla 14: Desprendimiento (en juntas Longitudinales y Transversales)**

El desprendimiento se refiere a la rotura de los bordes de losas a menos de 0,60 m de la junta. Usualmente, el desprendimiento no se extiende verticalmente a través de la losa sino que intercepta la junta en ángulo. El desprendimiento se produce por esfuerzos excesivos en la junta o por fisuras ocasionadas por la infiltración de materiales incompresibles o por sobrecarga de tráfico. La combinación de un hormigón débil (causado por fatiga) y sobrecarga de tráfico es otra causa del desprendimiento.



Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta

### **Falla 15: Desprendimiento en la Esquina**

El desprendimiento en la esquina es el resquebrajamiento o el ondulado de la losa a una distancia dentro de aproximadamente los 2 pies (600 mm) desde la esquina. Se diferencia de la rotura de la esquina en que el desprendimiento se extiende con un ángulo para interceptar la junta, mientras que la rotura se extiende verticalmente a través de la losa.



Severidad Baja



Severidad Media



Severidad Alta

### **2.4.8 Movilidad sostenible**

Movilidad sostenible es un concepto nacido de la preocupación por los problemas medioambientales y sociales ocasionados por la generalización, durante la segunda mitad del siglo XX, de un modelo de transporte urbano basado en el coche particular. Los inconvenientes de este modelo, entre los que destacan la contaminación del aire, el consumo excesivo de energía, los efectos sobre la salud de la población o la saturación de las vías de circulación, han provocado una

voluntad colectiva por encontrar alternativas que ayuden a paliar los efectos negativos de este modelo y a idear un nuevo modelo.

Las políticas de movilidad sostenible llevadas a cabo por las administraciones públicas se centran en reducir la congestión de las vías al mismo tiempo que se reduce el consumo de combustibles fósiles contaminantes, por lo que a menudo impulsan el uso de vehículos de propulsión alternativa a través de ayudas a la compra, que gestionan las comunidades autónomas.

Las políticas para potenciar una movilidad sostenible deben contemplar varios objetivos: - configurar un modelo de transporte más eficiente para mejorar la competitividad del sistema productivo - mejorar la integración social de los ciudadanos aportando una accesibilidad más universal. - incrementar la calidad de vida de la ciudadanos. - no comprometer las condiciones de salud de los ciudadanos. - aportar más seguridad en los desplazamientos.




#### **2.4.9 Nivel de servicio de la vía**

El nivel de servicio es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación del tráfico y de su percepción por los usuarios. Estas condiciones se describen en términos tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

Se han establecido seis niveles de servicio, que van del mejor al peor.

Estos niveles son A, B, C, D, E, F. (Montoya, Guisselle, 2005)

**Tabla N° 1: Niveles de servicio en vías**

<b>A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La velocidad de los vehículos es la que elige libremente cada conductor</li> <li>• Cuando un vehículo alcanza a otro más lento puede adelantarse sin sufrir demora</li> <li>• Condiciones de circulación libre y fluida</li> </ul>	
<b>B</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La velocidad de los vehículos más rápidos se ve influenciada por otros vehículos.</li> <li>• Pequeñas demoras en ciertos tramos, aunque sin llegar a formarse colas,</li> <li>• Circulación estable a alta velocidad</li> </ul>	
<b>C</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La velocidad y la libertad de maniobra se hallan más reducidas, formándose grupos.</li> <li>• Aumento de demoras de adelantamiento</li> <li>• Formación de colas poco consistentes.</li> <li>• Nivel de circulación estable</li> </ul>	
<b>D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad reducida y regulada en función de la de los vehículos precedentes.</li> <li>• Formación de colas en puntos localizados.</li> <li>• Dificultad para efectuar adelantamientos</li> <li>• Condiciones inestables de circulación</li> </ul>	
<b>E</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad reducida y uniforme para todos los vehículos, del orden de 40-50 Km/h</li> <li>• Formación de largas colas de vehículos</li> <li>• Imposible efectuar adelantamientos</li> <li>• Define la capacidad de una carretera</li> </ul>	
<b>F</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación de largas y densas colas</li> <li>• Circulación intermitente mediante parones y arrancadas sucesivas</li> <li>• La circulación se realiza de forma forzada.</li> </ul>	

*Fuente: Manual de carreteras*

#### 2.4.10 Funcionalidad vial

Se establece el concepto básico de nivel de servicio brindado por las facilidades que va exigiendo cada vez al creciente movimiento de tráfico. Sin embargo ninguna de estas formas de clasificación se maneja adecuadamente y todas son referidas indistintamente en las tareas de donde el sistema vial se ve involucrado.

Las carreteras y caminos públicos desempeñan dos funciones de servicio: suministrar acceso a propiedades e instalaciones privadas, permitir la circulación

de tráfico de forma rápida, cómoda, económica y segura.

Obviamente, entre estos dos extremos hay una gran cantidad de kilometraje de carreteras que desempeñan una doble función y son pocos los casos en que un solo camino desempeña únicamente la función de acceso o la función de movilidad. Casi todas las vías de comunicación constituyen un compromiso entre ambos extremos y la clasificación funcional de cualquier funcionalidad conlleva a una determinación del carácter predominante de los viajes que permiten realizar.

Por lo tanto la clasificación funcional de las carreteras pueden definirse como un sistema que basa su teoría en dos funciones de servicio básico accesibilidad y movilidad. Las facilidades que suministran el mismo carácter o tipo de servicio son clasificadas dentro del mismo sistema funcional y luego todos los sistemas son combinados para formar una red integrada que refleja las características de servicio de las vías de comunicación.

#### **2.4.11 Circulación del tráfico pesado**

El tránsito vehicular o automovilístico (también llamado tráfico vehicular, o simplemente tráfico) es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista.

La estructura del firme, depende, entre otros factores, de la acción del tráfico, fundamentalmente del tráfico pesado, durante el período de proyecto del firme. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar del tráfico promedio diario anual (TPDA) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio.

Se partirá de los aforos de intensidades, de la proporción de vehículos pesados y de los datos disponibles para la previsión de su evolución. Se tendrá en cuenta especialmente el tráfico inducido y el generado en los meses siguientes a la puesta en servicio, ya que la experiencia pone de manifiesto que puede cambiar la categoría de tráfico pesado inicialmente considerada.

Si no se pudiera disponer de datos concretos sobre asignación por carriles, para la determinación de la categoría de tráfico pesado se admitirá lo siguiente:

- ✚ En calzadas de dos carriles y con doble sentido de circulación, incide sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada.
- ✚ En calzadas de dos carriles por sentido de circulación, en el carril exterior se considera la categoría de tráfico pesado correspondiente a todos los vehículos pesados que circulan en ese sentido.
- ✚ En calzadas de tres o más carriles por sentido de circulación, se considera que actúa sobre el exterior el 85% de los vehículos pesados que circulan en ese sentido.

Para el diseño de carreteras en el país se recomienda la clasificación en función del pronóstico de tráfico para un periodo de 15 o 20 años.

**Tabla N°2: Clasificación de carreteras según el tráfico proyectado**

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERAS(MTOP)	TPDA (AÑO FINAL DE DISEÑO)
CORREDOR ARTERIAL	RI – RII (2)	> 8000
	I	3000 - 8000
	II	1000 - 3000
COLECTORA	III	300 - 1000
	IV	100 - 300
VECINAL	V	<100
(1) De acuerdo al nivel de servicio aceptable al final de la vida útil		
(2) RI – RII – Autopistas.		

*Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP*

En la clasificación de carreteras y en las especificaciones de los valores de diseño existen los valores absolutos y recomendables que se indicaran a continuación que es lo que significan.

**Especificación absoluta.-** Cuando el valor del T.P.D.A. se encuentra por debajo del valor de la mitad del rango de valores y este se acerca más al límite inferior.

**Especificación recomendable.-** Cuando el valor del T.P.D.A. es superior al valor de la mitad del rango de valores y este se acerca más al límite superior.

#### **2.14.12 Material de mejoramiento del suelo**

**Base:** Es una capa de material que puede ser granular la cual está conformada por piedra triturada y mezcla natural de agregado y suelo; también puede ser una base estabilizada la que está construida con cemento Portland, cal o materiales bituminosos.

Estas deben tener la suficiente resistencia para recibir la carga de la superficie arriba de ella y transmitir a un nivel de esfuerzo adecuado a la capa siguiente, que puede ser una sub- base o una sub-rasante. La base debe cumplir los siguientes requisitos:

- ❖ Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura.
- ❖ No debe presentar cambios de volumen.
- ❖ El porcentaje de desgaste en la máquina de los ángeles debe ser menor o igual al 40%.
- ❖ El valor del C.B.R debe ser igual o mayor al 80%.

De acuerdo con las especificaciones del MTOP las bases de agregados deben estar compuestos de agregados limpios, resistentes y durables además deberán graduarse uniformemente de grueso a fino y cumplir con la granulometría y estas se clasifican en:

##### **Base clase 1.**

Son bases que están constituidas en un 100% de agregados gruesos y finos muy bien triturados y que son mezclados en sitio.

**Base class 2.**

Son bases constituidas con un 50% de agregados triturados gruesos y que por lo general deben ser mezclados en una planta.

**Base class 3.**

Son bases que están constituidas con un 25% de agregados gruesos triturados mezclados en una planta.

**Base class 4.**

Son bases que se obtienen mediante el tamizado de piedras o gravas.

**Tabla N°3: Clasificación de tipos de base**

Tamiz	Base Clase 1		Base Clase 2	Base Clase 3	Base Clase 4
	2" Max.	1½"Max			
2"	100	100	100	----	100
1½"	70-100	70-100	70-100	100	----
1"	55-85	60-90	55-85	70-100	60-90
¾"	50-80	45-75	45-75	60-90	----
3/8"	35-60	30-60	35-65	40-75	----
#4	25-50	20-50	25-55	30-60	20-50
#10	20-40	10-25	15-45	14-45	----
#40	10-25	2-12	5-25	10-30	----
#200	2-12	-	0-10	0-15	0-15

*Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 - MTOP]*

**2.4.13 Tipos de superficie**

La superficie de rodadura es un factor que influye directamente en el tráfico, es así que la velocidad que desarrolla un vehículo que circula por una trocha carrozable, difiere tremendamente de la velocidad que este pueden desarrollar al circular en una vía pavimentada.



#### **2.4.13.1 Pavimento flexible**

También llamado pavimento asfáltico, el pavimento flexible está conformado por una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones en las capas inferiores sin que la estructura falle. Luego, debajo de la carpeta, se encuentran la base granular y la capa de subbase, destinadas a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito. Finalmente está la subrasante que sirve de soporte a las capas antes mencionadas. <sup>(4)</sup> (Rodríguez, Edgar, 2009)

El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, pero tiene la desventaja de requerir mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil. <sup>(4)</sup>

#### **2.4.13.2 Pavimento rígido**

La superficie de rodamiento de un pavimento rígido es proporcionada por losas de hormigón hidráulico, las cuales distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de la losa y de las adyacentes, que trabajan en conjunto con la que recibe directamente las cargas. Por su rigidez distribuyen las cargas verticales sobre un área grande y con presiones muy reducidas. Salvo en bordes de losa y juntas sin pasajuntas, las deflexiones o deformaciones elásticas son casi inapreciables. <sup>(5)</sup> (Miranda, Ricardo, 2010)

Este tipo de pavimento no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores sin que se presente la falla estructural. Este punto de vista es el que influye en los sistemas de cálculos de pavimentos rígidos, sistemas que combinan el espesor y la resistencia de hormigón de las losas, para una carga y suelos dados. <sup>(5)</sup>

Aunque en teoría las losas de hormigón hidráulico pueden colocarse en forma directa sobre la subrasante, es necesario construir una capa de subbase o base para evitar que los finos sean bombeados hacia la superficie de rodamiento al pasar los vehículos, lo cual puede provocar fallas de esquina o de orilla en la losa. La sección transversal de

un pavimento rígido está constituida por la losa de hormigón hidráulico y la subbase, que se construye sobre la capa subrasante. <sup>(5)</sup>

El pavimento rígido tiene un costo inicial más elevado que el pavimento flexible 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. (Rodríguez, Edgar, 2009)

Existen 5 tipos de pavimentos rígidos:

- De hormigón simple
- De hormigón simple con barras de transferencia de carga.
- De hormigón reforzado y con refuerzo continuo.
- De hormigón presforzado.10
- De hormigón fibroso. <sup>(5)</sup>

#### **2.4.13.2.1. Los pavimentos de hormigón simple.**

Se construyen sin acero de refuerzo y sin barras de transferencia de cargas en las juntas. Dicha transferencia se logra a través de la trabazón entre los agregados de las dos caras agrietadas de las losas contiguas, formadas por el aserrado o corte de la junta. Para que la transferencia de carga sea efectiva, es preciso tener losas cortas. Este tipo de pavimento se recomienda generalmente para casos en que el volumen de tránsito es de tipo mediano o bajo. <sup>(5)</sup> (Miranda, Ricardo, 2010)

#### **2.4.13.2.2. Los pavimentos de hormigón simple con barras de transferencia de carga.**

Se construyen sin acero de refuerzo; sin embargo en ellos se disponen de barras lisas en cada junta de contracción, las cuales actúan como dispositivos de transferencia de cargas, requiriéndose también que las losas sean cortas para controlar el agrietamiento. <sup>(5)</sup>

#### **2.4.13.2.3. Los pavimentos reforzados.**

Contienen acero de refuerzo y pasajuntas en las juntas de contracción. Estos pavimentos se construyen con separaciones entre juntas superiores a las utilizadas en pavimentos convencionales. Debido a ello es posible que entre las juntas se produzcan una o más fisuras transversales, las cuales se mantienen prácticamente cerradas a causa del acero de refuerzo, lográndose una excelente transferencia de carga a través de ellas. <sup>(5)</sup> (Miranda, Ricardo, 2010)

#### **2.4.13.2.4. Los pavimentos con refuerzo continuo**

Se construyen sin juntas de contracción. Debido a su continuo contenido de acero en dirección longitudinal, estos pavimentos desarrollan fisuras transversales a intervalos muy cortos. Sin embargo, por la presencia de refuerzo, se desarrolla una gran transferencia de carga en las caras de las fisuras. <sup>(5)</sup>

Normalmente un espaciamiento de juntas que no exceda los 4.50 m tienen un buen comportamiento en pavimentos de hormigón simple, así como uno no mayor a 6 m en pavimentos con pasajuntas, ni superior a 12 m en pavimentos reforzados. Espaciamientos mayores a estos, han sido empleados con alguna frecuencia, pero han generado deterioros, tanto en las juntas, como en las fisuras transversales intermedias. <sup>(5)</sup>

#### **2.4.13.2.5. Los pavimentos con hormigón presforzado**

Están constituidos a base de losas que han sido previamente esforzadas y de esta manera no contienen juntas de construcción. Se han ensayado varios sistemas de presfuerzo y postensado con el fin de llegar a soluciones de pavimentos de espesor reducido, gran elasticidad y capacidad de soporte, y reducción de juntas. Gracias al sistema de presfuerzo se han podido construir losas de más de 120 m de longitud, con una reducción del 50% del espesor de la losa. Sin embargo pese a los esfuerzos para desarrollar esta técnica, en carreteras se han producido más

dificultades que ventajas. Ha tenido en cambio más aplicación en aeropuertos en los cuales ha habido casos de un comportamiento excelente, tanto en pistas como en plataformas. <sup>(5)</sup> (Miranda, Ricardo, 2010)

#### **2.4.13.2.6. Los pavimentos de hormigón fibroso**

En este tipo de losas, el armado consiste en fibras de acero, de productos plásticos o de fibra de vidrio, distribuidos aleatoriamente, gracias a lo cual se obtienen ventajas tales como el aumento de la resistencia a la tensión y a la fatiga, fisuración controlada, resistencia al impacto, durabilidad, etc. con una dosificación de unos 40 kg/m<sup>3</sup> de hormigón, es posible reducir el espesor de la losa en 30 % y aumentar el espaciamiento entre juntas por lo que puede resultar atractivo su uso en ciertos casos a pesar de su costo. <sup>(5)</sup>

#### **2.4.13.3 Pavimento híbrido**

Al pavimento híbrido se le conoce también como pavimento mixto, y es una combinación de flexible y rígido. Por ejemplo, cuando se colocan bloquetas de concreto en lugar de la carpeta asfáltica, se tiene un tipo de pavimento híbrido. El objetivo de este tipo de pavimento es disminuir la velocidad límite de los vehículos, ya que las volquetas producen una ligera vibración en los autos al circular sobre ellas, lo que obliga al conductor a mantener una velocidad máxima de 60 km/h. Es ideal para zonas urbanas, pues garantiza seguridad y comodidad para los usuarios. <sup>(4)</sup> (Rodríguez, Edgar, 2009)

Otro ejemplo de pavimento mixto, son aquellos pavimentos de superficie asfáltica construidos sobre pavimento rígido. Este pavimento, trae consigo un tipo particular de falla, llamada fisura de reflexión de junta. <sup>(4)</sup>

## **2.4.14 Características geométricas de la vía**

### **2.4.14.1 Radio de giro**

Se define como el correspondiente a circunferencia descrita por la rueda delantera del lado contrario a aquél hacia donde se gira. Este radio, o su correspondiente diámetro, es el que indican los fabricantes en sus catálogos, ya que permite conocer el espacio que requiere un vehículo para cambiar el sentido de la marcha mediante un giro de 180° sin efectuar ninguna clase de maniobra.

### **2.4.14.2 Ancho de carril**

Banda longitudinal en que puede subdividirse la calzada, caracterizada por tener una anchura suficiente para permitir la circulación de una sola fila de vehículos. Los carriles suelen materializarse en el pavimento mediante marcas viales, siendo su anchura estándar es de 3,50 m; si ésta es inferior a 3m., el carril se denomina estrecho.

## **2.4.15 Juntas**

La función de las juntas consiste en mantener las tensiones de la losa provocadas por la contracción y expansión del pavimento dentro de los valores admisibles del concreto; o disipar tensiones debidas a agrietamientos inducidos debajo de las mismas losas.<sup>(6)</sup> (Método AASHTO 93)

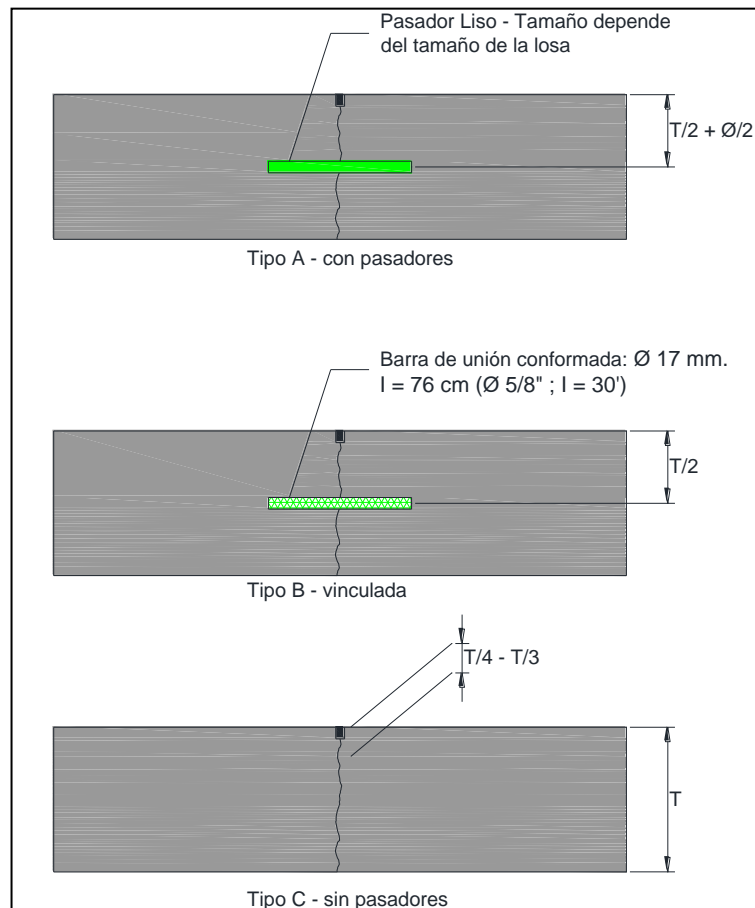
Son muy importantes para garantizar la duración de la estructura, siendo una de las pautas para calificar la bondad de un pavimento. Por otro lado, deben ser rellenadas con materiales apropiados, utilizando técnicas constructivas específicas. En consecuencia, la conservación y oportuna reparación de las fallas en las juntas son decisivas para la vida útil de un pavimento.<sup>(6)</sup>

### 2.4.15.1 Juntas de contracción

Su objetivo es inducir en forma ordenada la ubicación del agrietamiento del pavimento causada por la contracción (retracción) por secado y/o por temperatura del concreto. Se emplea para reducir la tensión causada por la curvatura y el alabeo de losas. Los pasadores se pueden usar en las juntas de contracción para la transferencia de cargas, bajo ciertas condiciones. Sin embargo, se espera que la transferencia de cargas se logre mediante la trabazón entre los agregados. <sup>(6)</sup> (Método AASHTO 93)

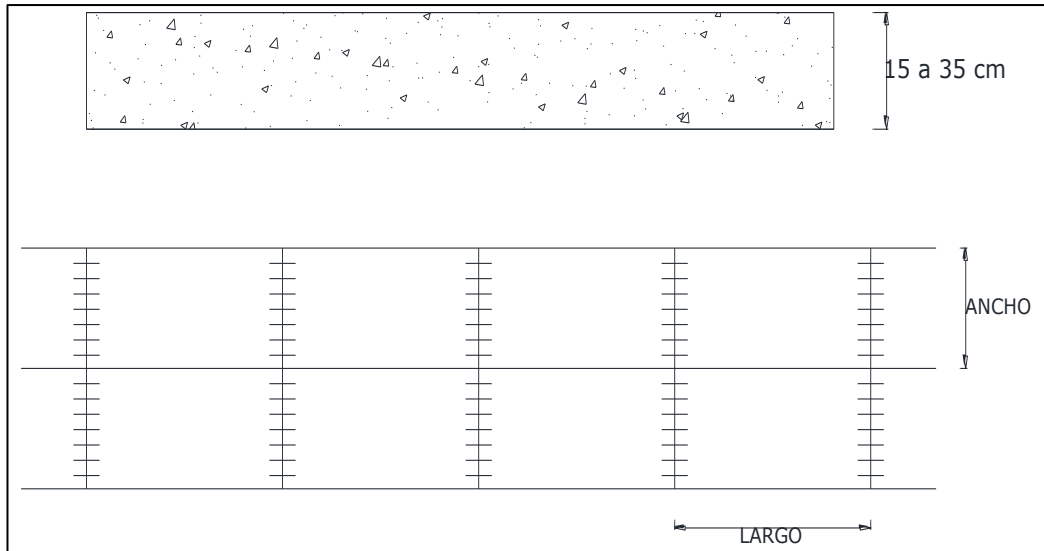
En la Gráfico N°4 se observan los diferentes tipos de juntas de contracción

**Gráfico N°3: Juntas de contracción**



**Fuente: Método AASHTO 93 para el diseño de Pavimentos rígidos  
American Concrete Pavement Association (ACPA)**

**Gráfico N° 4: Vista en planta de juntas de contracción con pasadores**



*Fuente: Método AASHTO 93 para el diseño de Pavimentos rígidos  
American Concrete Pavement Association (ACPA)*

#### **2.4.16 Barras pasajuntas.**

Deben ser usadas en todas las rutas que llevan un volumen alto de camiones pesados. El propósito de las barras es el de transferir cargas a través de la junta, sin restringir movimientos producidos por la contracción y expansión del hormigón. (Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón)



Barras pasajuntas



Detalle de la puesta de las barras

**Tabla N° 4: Características de los pasadores**

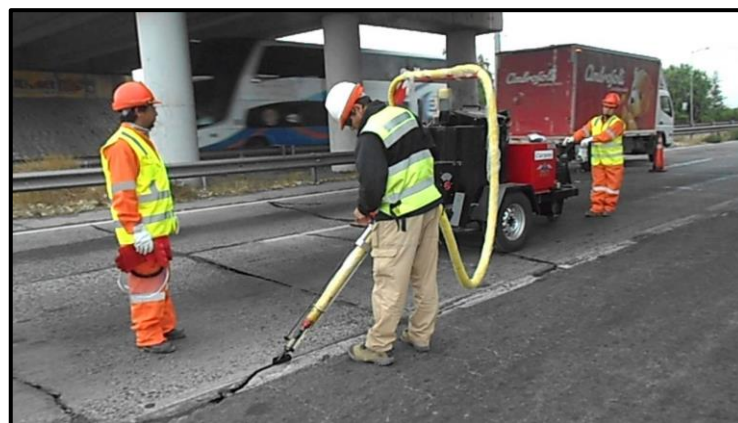
Espesor del concreto	Pasadores		
	Diámetro	Longitud	Separación
13 - 15	19	40	30
15- 20	25	45	30
20 - 30	32	45	30
30 - 43	38	50	35
43 - 50	45	55	45

*Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann*

#### 2.4.17 Sellos

La performance a largo plazo de este tipo de sello, depende de su capacidad de adhesión con la cara de la junta. Los sellos líquidos pueden ser de asfalto, caucho colocado en caliente, compuesto elastoméricos, siliconas y polímeros. Los materiales son colocados en las juntas en forma líquida, permitiéndoseles fraguar.

<sup>(6)</sup> (Método Aashto 93)



Sello de juntas con maquinaria





Sello de juntas de forma manual

Cuando se instalan los sellos líquidos es necesario el uso de un cordón o varilla de respaldo, la cual no debe adherirse ni al concreto ni al sellador ya que si esto sucede se induce tensión en el mismo. También ayuda a definir el factor de forma y a optimizar la cantidad de sello a usar. El diámetro del cordón debe ser 25 % más grande que el ancho del reservorio para asegurar un ajuste hermético. <sup>(6)</sup>

El factor de forma (relación ancho/profundidad) del sellador es una consideración muy importante a tener en cuenta, ya que si éste no es el adecuado, se pueden generar esfuerzos excesivos dentro del sello que acortan la vida útil de éste. Un sellador con un factor de forma inferior a uno desarrolla menos esfuerzos que un sellador con un factor de forma mayor a uno. <sup>(6)</sup> (Método Aashto 93)

#### **2.4.18 Emulsión asfáltica**

Es un compuesto bituminoso de aplicación en frío, color negro - café, elaborado con materias primas de calidad controlada y utilizada para la impermeabilización de elementos donde se necesite una barrera que actúe contra el agua y la humedad.

Apariencia: Líquido viscoso

Color: Negro - café

Densidad: 1.06 kg/l +/- 0.02 kg/l

Secado al tacto: 30 - 45 minutos a 20°C

Es recomendada cuando se requiere una membrana que actúe como barrera contra el agua y la humedad, en obras como:

- Impermeabilización de cubiertas y terrazas de concreto, mortero, mampostería y madera.
- Impermeabilización y protección de jardines, cárcamos, baños y muros.
- Como imprimante en la separación de las diferentes capas de relleno y compactación de vías.

La superficie donde se va a aplicar la emulsión asfáltica, debe tener la pendiente adecuada para no permitir charcos, o empozamientos. Debe estar limpia y seca, libre de polvo, mugre, hollín, grasa, hongos, etc. ([www.toxement.com.co](http://www.toxement.com.co))

## **2.5 HIPÓTESIS**

La circulación de tráfico pesado incide notablemente en el estado de las vías de pavimento rígido de la planta Holcim Latacunga.

## **2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

### **2.6.1 Variable independiente**

Circulación del tráfico pesado

### **2.6.2 Variable dependiente**

Estado de las vías de pavimento rígido de la planta Holcim Latacunga.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 ENFOQUE**

El presente proyecto de investigación se desarrollará con un enfoque cuantitativo, con lo cual se tratará de evaluar el estado en el que se encuentran las vías de la planta Holcim Latacunga mediante un método no destructivo.

### **3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

Para el desarrollo de la investigación las modalidades que se utilizarán son de campo, bibliográfica y experimental a fin de obtener información conforme a los objetivos planteados.

- **Investigación de campo**

La investigación de campo la cual se basa en la observación y en el registro de todos los datos recolectados.

Pues se trabaja en el mismo sitio donde se encuentra el problema, tomando en cuenta las necesidades de la planta Holcim, con el fin de obtener información que ayude a dar solución al objeto de investigación.

- **Investigación Bibliográfica**

a bibliográfica constituye el punto de partida para la realización de todo proceso de investigación ya que permite analizar, evaluar y conocer sobre los diferentes enfoques a teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores.

- **Investigación experimental – laboratorio**

En el presente estudio se realizaron ensayos de laboratorio para comprobar el tipo de suelo que se encontró en la vía, y estos son:

- ✓ Ensayos de CBR.
- ✓ Ensayos de granulometría del suelo.

### **3.3 NIVELES DE INVESTIGACIÓN**

Los tipos de investigación a ser aplicados para el desarrollo del presente trabajo de investigación serán la investigación exploratoria y descriptiva.

#### **Investigación exploratoria**

A través de la investigación exploratoria el autor puede conocer los aspectos relevantes que permitieron la identificación del problema, estructuración del tema, su planteamiento contextualizado, analizarlo de manera crítica, establecer su prognosis y definición.

#### **Investigación descriptiva**

Con la presente investigación se pretende describir detalladamente los elementos que se encuentran alrededor del tema planteado. Es decir analizar claramente el estado de las vías de pavimento rígido mediante la evaluación con un método no destructivo y como el deterioro de la calzada afecta a la circulación del tráfico pesado.

#### **Asociación de variables**

El presente problema originó dos tipos de variables una variable independiente y otra variable dependiente las cuales se asocian para realizar la investigación.

## **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.4.1 Población**

Para el presente trabajo se tomará como población a todas las vías internas de la Planta Holcim, siendo estos 2,383 Km de pavimento rígido y 2 Km de lastre.

De las cuales solo investigaremos las de pavimento rígido.

### **3.4.2 Muestra**

En este proyecto de investigación no se tiene determinada una muestra mediante fórmulas estadísticas, ya que para el estudio se utilizará una muestra aleatoria, para lo cual solo investigaremos 1,636 Km de vías de los 2,383 Km de pavimento rígido, por éste tramo circulan vehículos pesados en el interior de la Planta Holcim.

### 3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Hipótesis:** La circulación de tráfico pesado si influye en el estado de las vías de pavimento rígido.

**3.5.1 Variable independiente:** La circulación de tráfico pesado

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas
<p>La circulación vehicular es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista, con ciertas características con el objeto de ganar en seguridad vial, comodidad o confort.</p> <p>La estructura del firme, depende entre otros factores, de la acción del tráfico, fundamentalmente del tráfico pesado. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar del tráfico promedio diario anual (TPDA) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio.</p>	Objetivo de la vía	Seguridad vial	¿La vía brindara seguridad para los vehículos que transiten por el sector?	Observación. Ficha de campo
		Comodidad	¿La vía brindara comodidad para los vehículos pesados?	Observación. Ficha de campo
		Tráfico pesado	¿El tráfico pesado deteriorará el pavimento de la vía?	Observación. Ficha de campo

**3.5.2 Variable dependiente:** Estado de las vías de pavimento rígido de la planta Holcim Latacunga.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas
<p>Determinar la suficiencia estructural del pavimento. Establecer las razones por las cuales se encuentra en el estado que presenta en el instante de la evaluación sea esta funcional o estructural. El comportamiento de los pavimentos a lo largo de su vida útil es rígido generalmente por un ciclo, el cual ha llegado a considerarse como normal debido a la frecuencia con que se presenta: Etapa de deterioro lento y poco visible, Etapa de deterioro acelerado y de quiebre, Etapa de descomposición total.</p>	Evaluación del pavimento	Funcional	¿La evaluación funcional determina el estado de la vía debido a los deterioros superficiales?	Observación. Ficha de campo
		Estructural	¿La evaluación estructural depende de la propia capacidad resistente (materiales y espesores)?	Observación. Ficha de campo
	Comportamiento de los pavimentos	Deterioro lento y poco visible	¿El pavimento se encuentra con un deterioro lento y poco visible?	Observación. Ficha de campo
		Deterioro acelerado y de quiebre	¿El pavimento se encuentra con un deterioro acelerado y de quiebre?	Observación. Ficha de campo
		Descomposición total	¿El pavimento se encuentra en descomposición total?	Observación. Ficha de campo

### **3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

La recolección de la información se realizará mediante la observación en el sector de estudio para la sustentación del proyecto.

En este problema se realizaron la siguiente toma de datos:

- Se realizaron toma de datos mediante el método PCI con el formato de inspección para pavimentos rígidos.
- Se hicieron calicatas (0.80 x 0.80 x 0.80) para poder tomar muestras de suelo para realizar los ensayos de suelos tales como son la granulometría, contenidos de humedad y CBR.
- Se tomaron datos respecto la cantidad de vehículos que ingresan a la planta Holcim Latacunga diariamente.

### **3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

La información recolectada para realizar el estudio del mejoramiento de la circulación vehicular de las vías internas de la planta, se la procesó en casa y en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Los ensayos de suelos se los hicieron en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, los datos obtenidos se muestran más adelante en tablas para poder comprender qué tipo de suelos se encontraron.

Los conteos de TPDA dieron los valores exactos de cuánto tráfico transita por esta vía actualmente y así poder determinar el tipo de vía que se tiene actualmente.

Los datos obtenidos mediante el levantamiento de la información con el método PCI se los procesaron en casa.



## CAPÍTULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

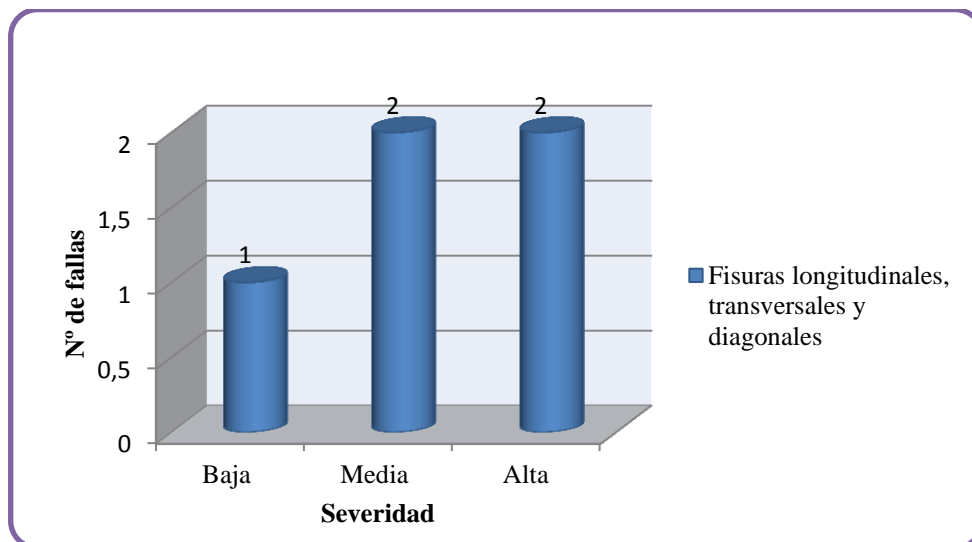
### 4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La toma de los datos se realizó en la planta de cemento Holcim Latacunga, los mismos que fueron recolectados de forma clara y precisa para su pronta interpretación los cuales nos serán de gran ayuda para determinar la solución al problema planteado.

#### 4.1.1. Análisis de los resultados de la inspección con el método PCI

Gráfico N° 5

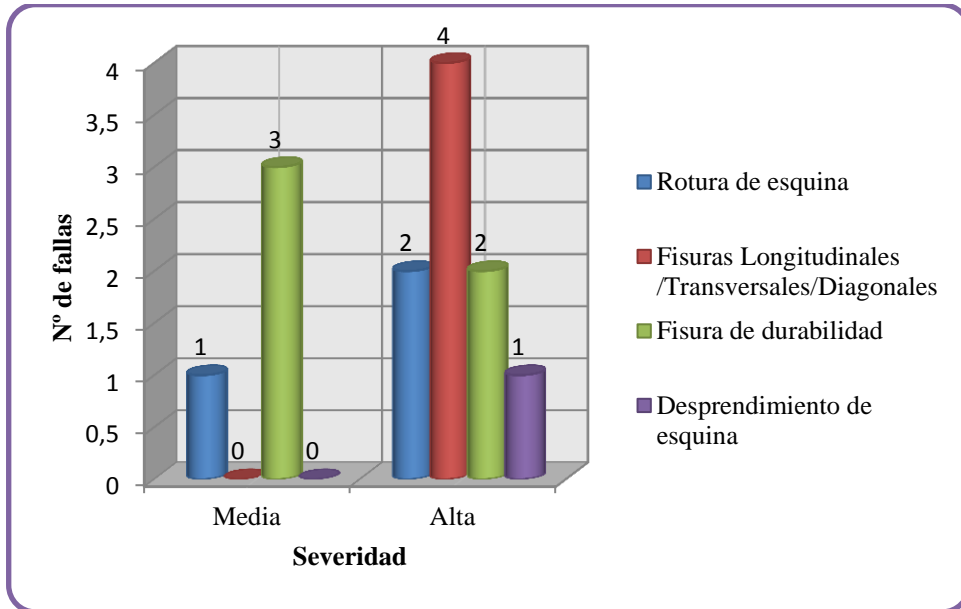
Unidad de muestra # 1 (0+000 – 0+015,72)



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N° 6**

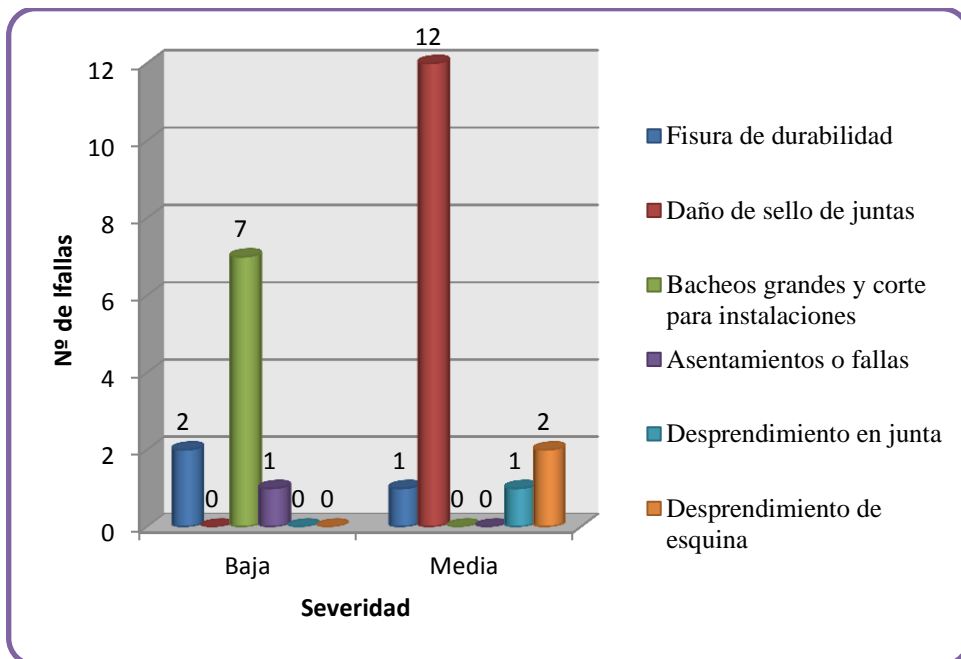
**Unidad de muestra # 2 (0+026 – 0+076,32)**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N° 7**

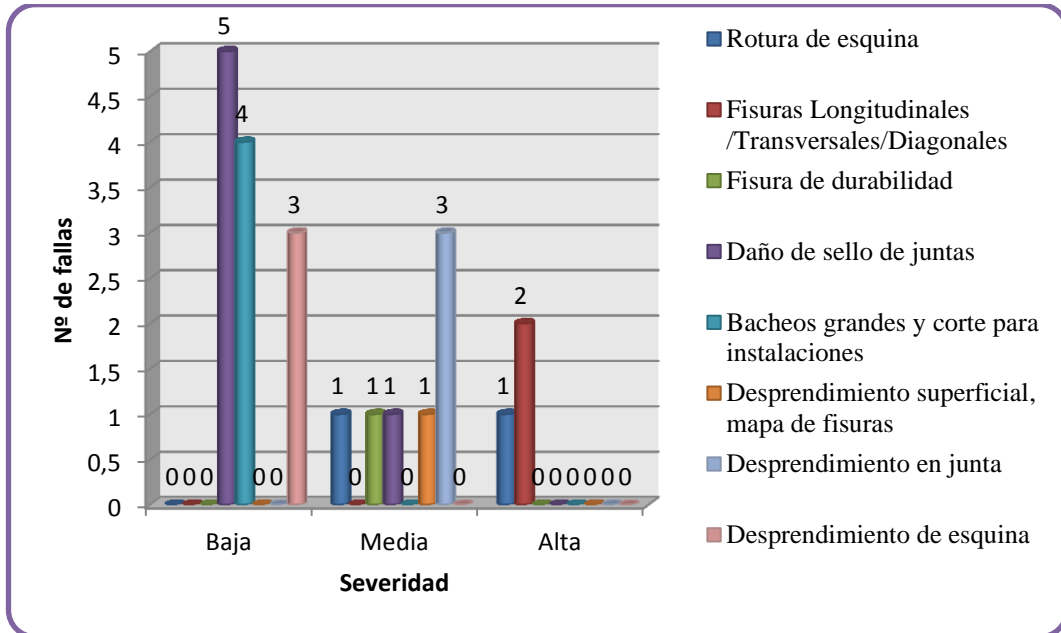
**Unidad de muestra # 3 (0+104,74 – 0+137,75)**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N°8**

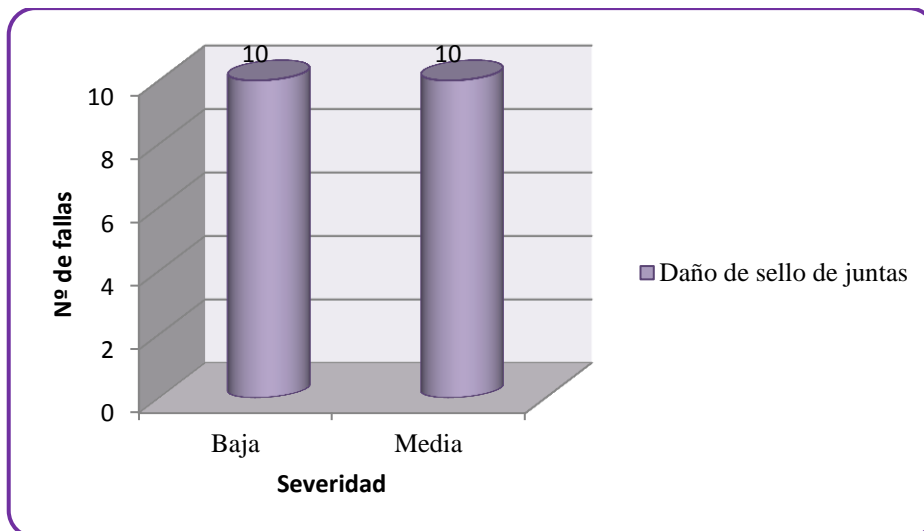
**Unidad de muestra # 4 (0+175,45 – 0+213,01)**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N° 9**

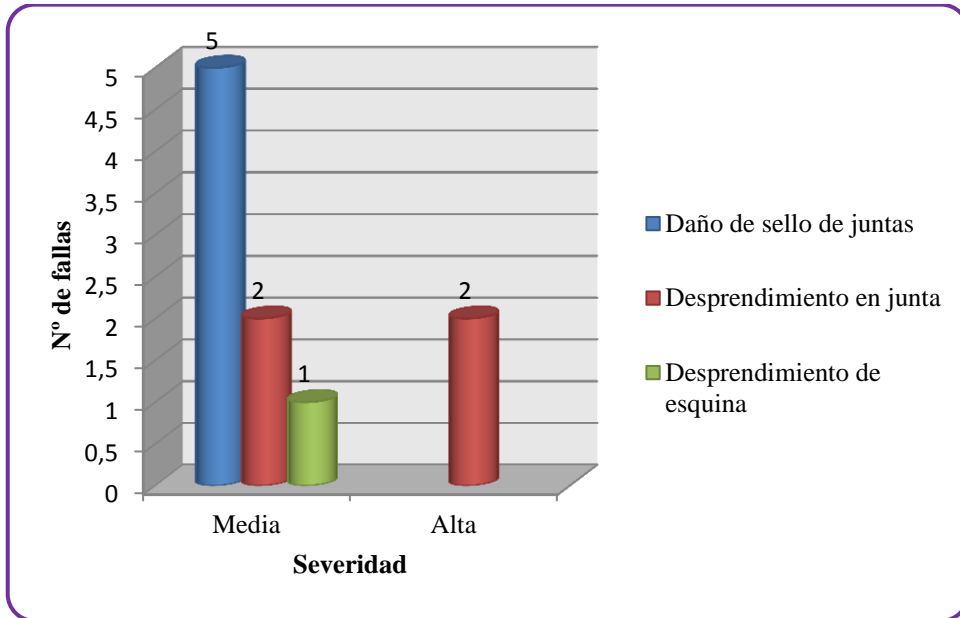
**Unidad de muestra # 5 (0+213,01 – 0+243,01)**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N° 10**

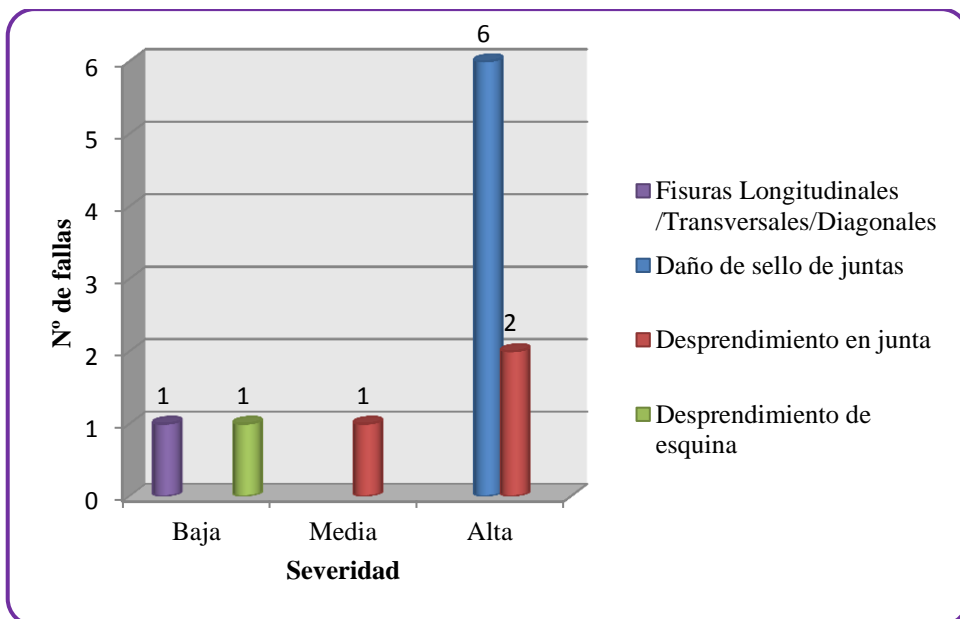
**Unidad de muestra # 6 (0+342,30 – 0+356,27)**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N° 11**

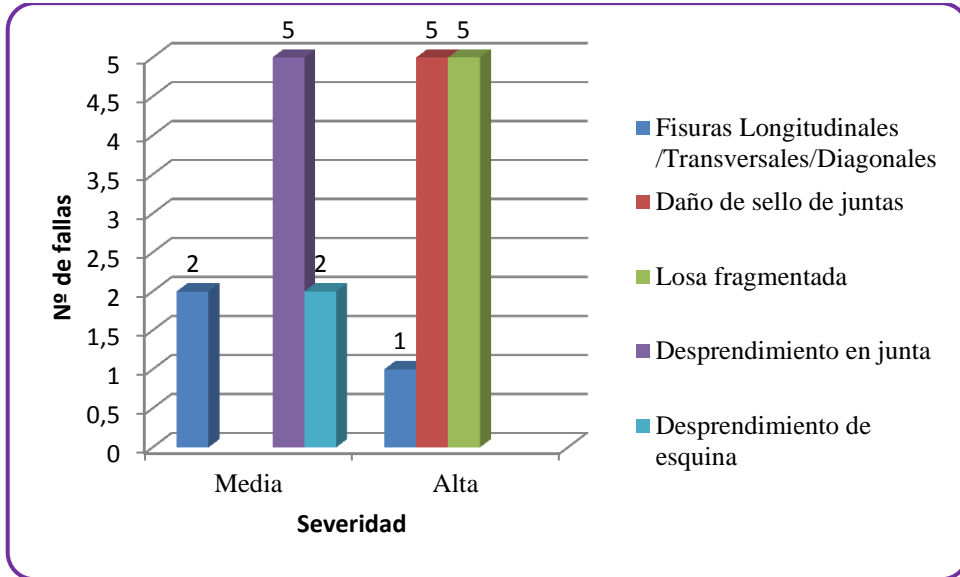
**Unidad de muestra # 7 (0+380,34 – 0+396,34)**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N° 12**

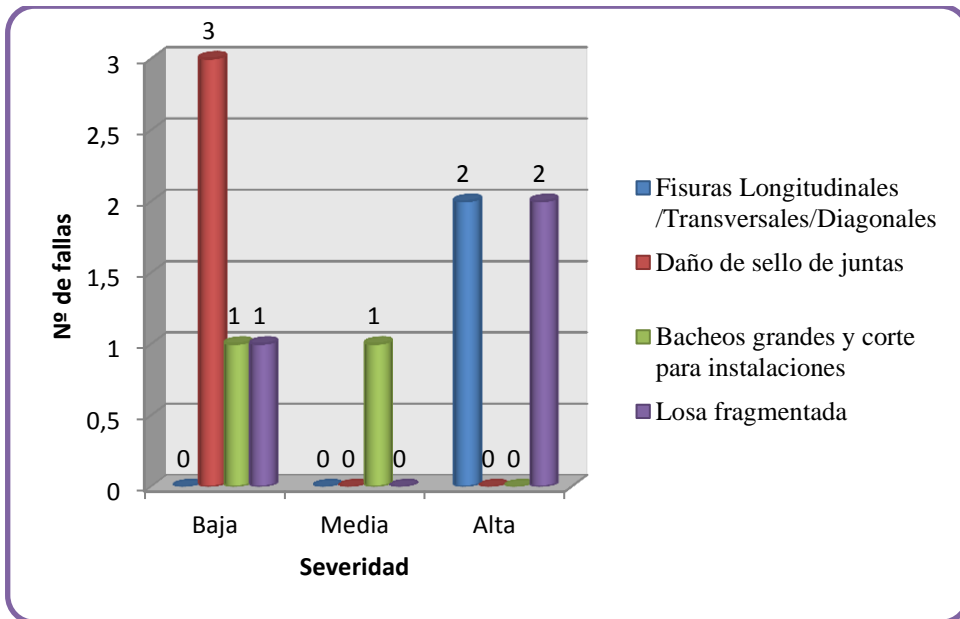
**Unidad de muestra # 8 (0+416,07 – 0+455,41)**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N° 13**

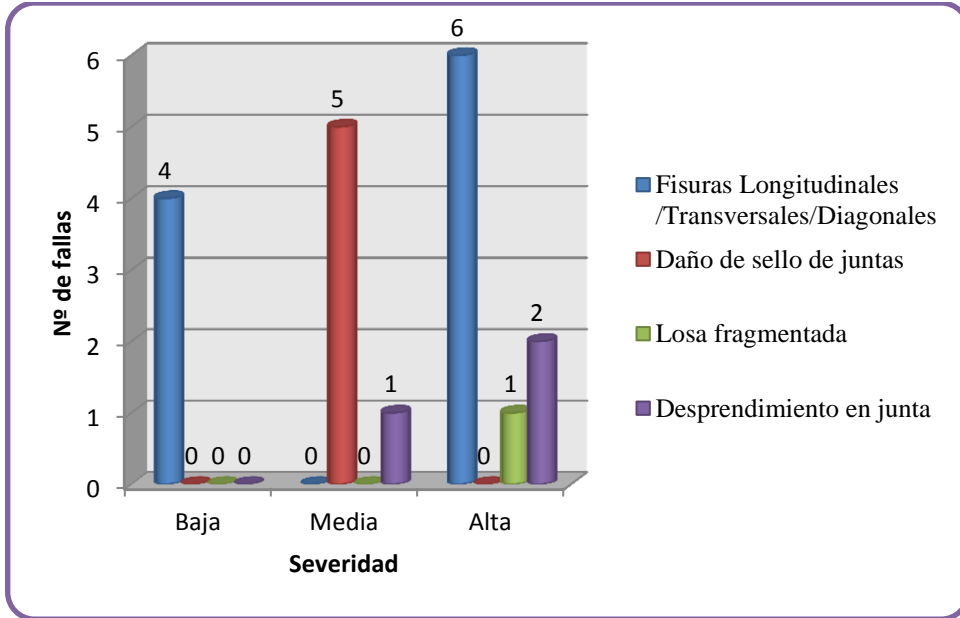
**Unidad de muestra # 9 (0+469,17 – 0+484,18)**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N° 14**

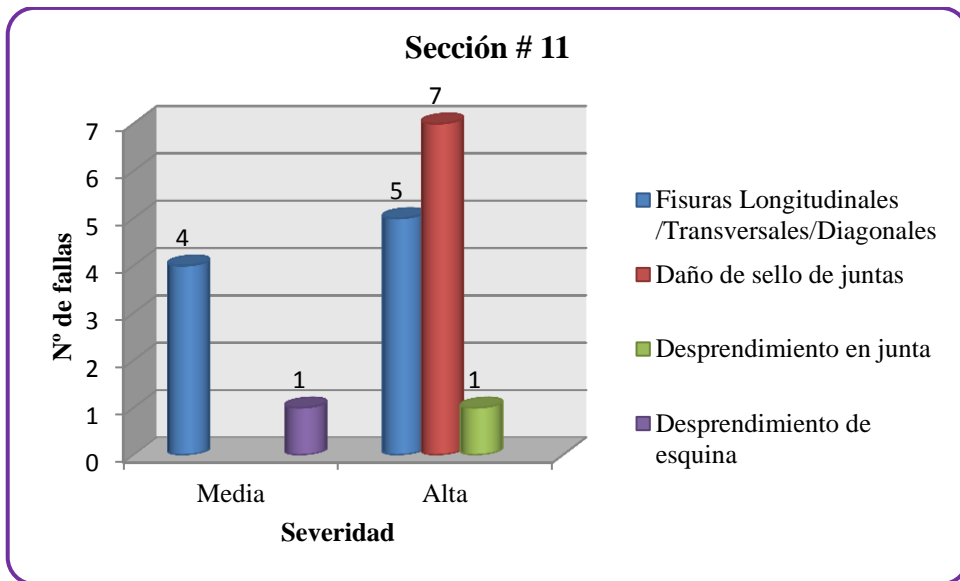
**Unidad de muestra # 10 (0+551,36 – 0+580,77)**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N° 15**

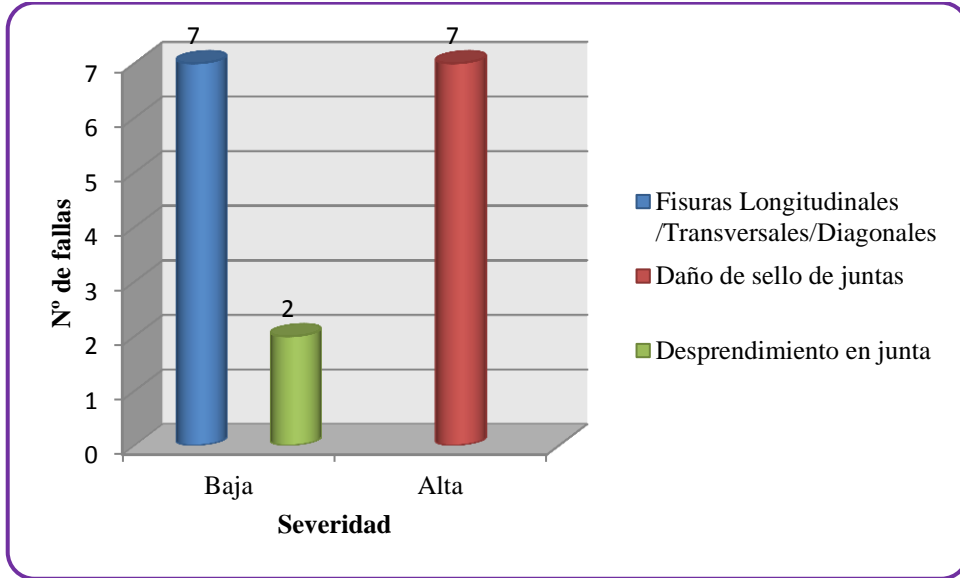
**Unidad de muestra # 11 (0+580,77 – 0+594,13)**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N° 16**

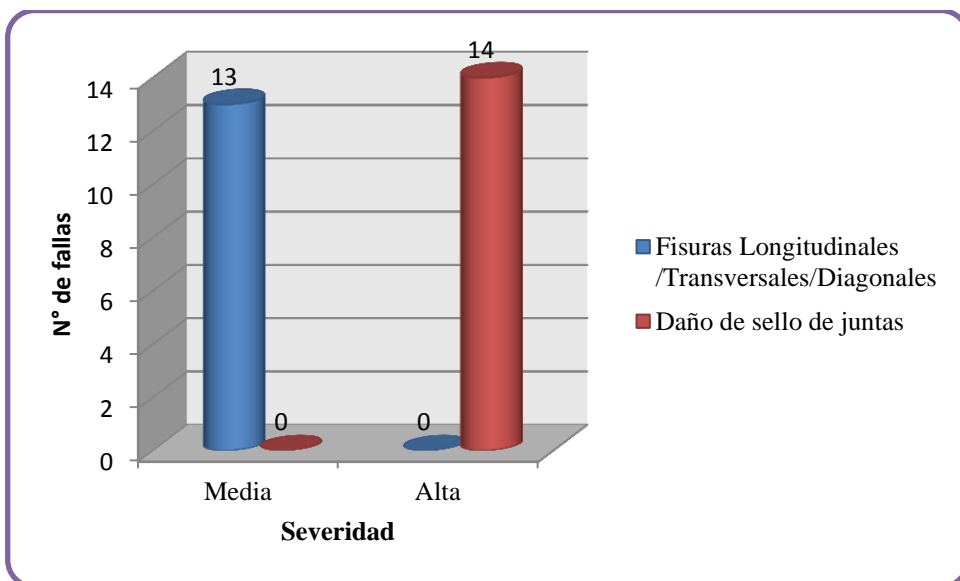
**Unidad de muestra # 12 (0+732,97 – 0+757,07)**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N° 17**

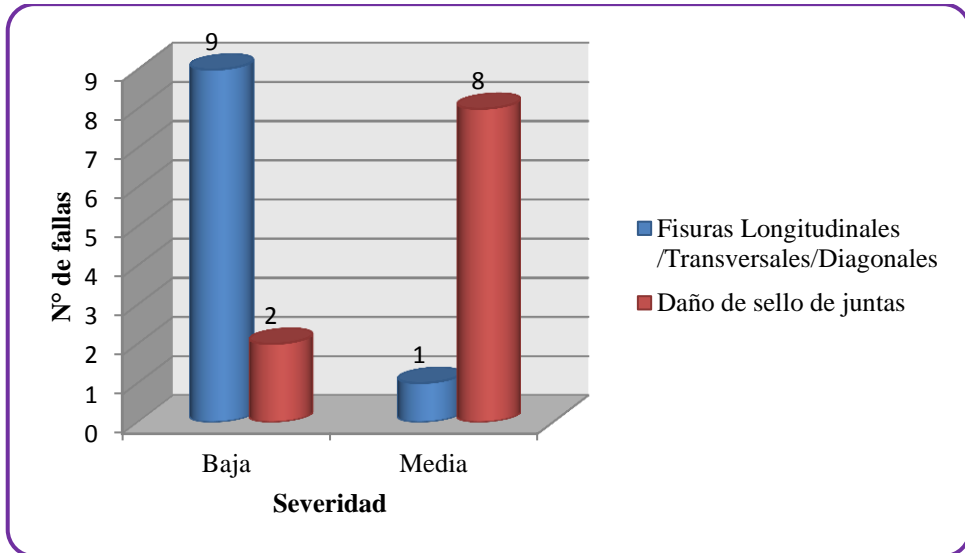
**Unidad de muestra # 13 (0+763,07 – 0+784,12)**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N° 18**

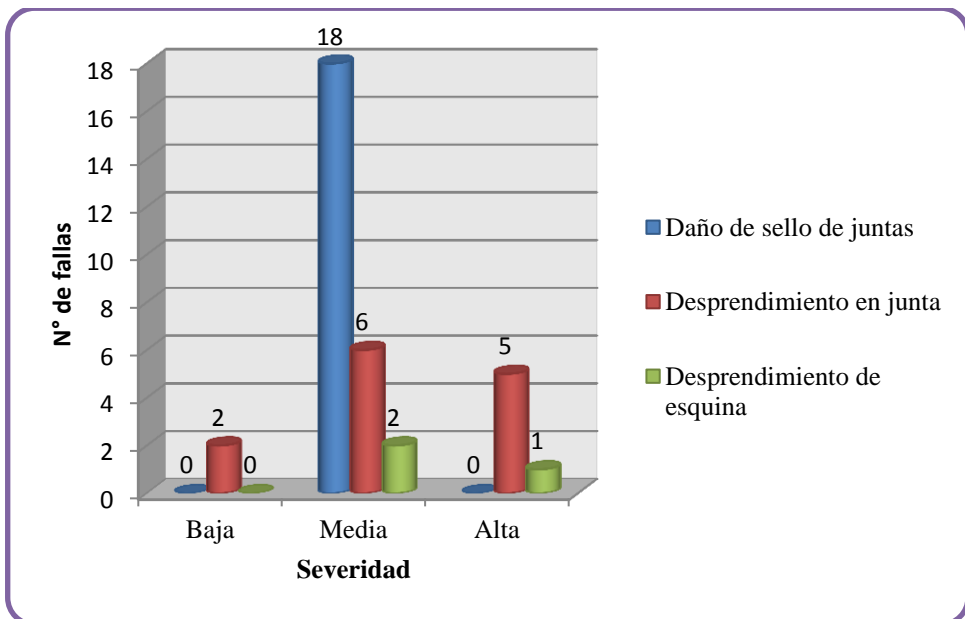
**Unidad de muestra # 14 (0+945,45– 0+976,46)**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N° 19**

**Unidad de muestra # 15 (1+109,78 – 1+138,30)**

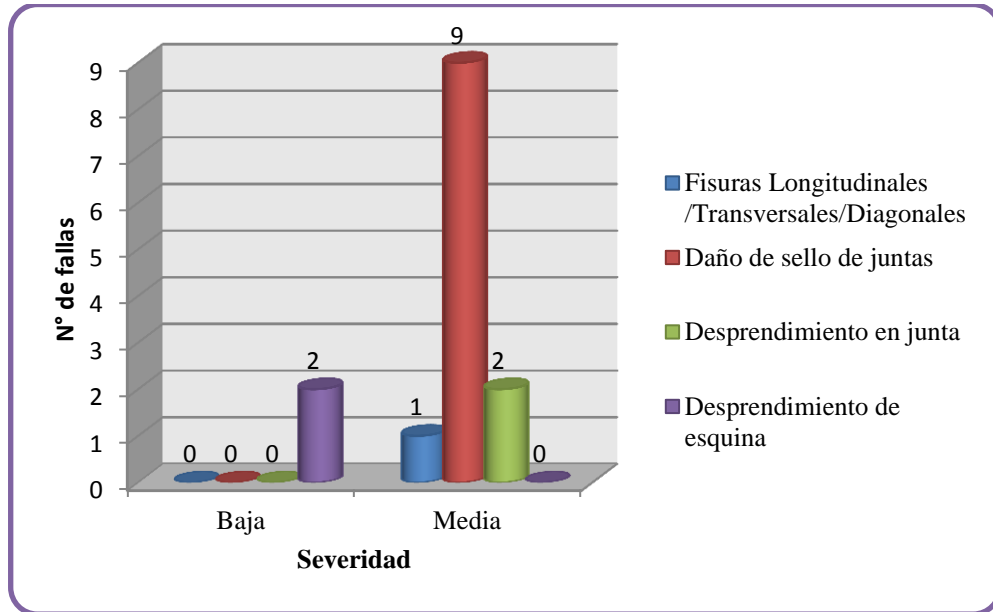


*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*



Gráfico N° 20

Unidad de muestra # 16 (1+176,76 – 1+189,47)



Fuente: Egda. Viviana Higuera.

En el siguiente gráfico se detallan las secciones analizadas en lo largo de la vía



#### 4.1.2. Análisis de los resultados del estudio de tráfico

El conteo de los vehículos se lo realizó mediante el control rutinario que tienen en garita diariamente al ingreso de la planta, y obtuvimos resultados tráfico diario de vehículos.

**Tabla N° 5: Conteo de tránsito**

Conteo Vehicular				
Tipo de vehículo	Días			
	Lunes	Martes	Jueves	Sábado
Livianos	17	15	12	7
Camiones	116	94	96	81
<b>Total por día</b>	133	109	108	88

*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

Una vez realizado los conteos de tráfico se encontró que el día de mayor fluidez de vehículos de ingreso a la planta Holcim por la vía fue el día lunes 25 de Marzo del 2014 en el horario de 07:30 a 8:30 de la mañana.

**Tabla N° 6: Tránsito de hora pico**

Hora Pico		Livianos	Camiones					Total
			2 ejes	3 ejes	3S1	3S2	3S3	
7:30	7:45	1	0	2	0	1	2	6
7:45	8:00	3	0	0	0	1	2	6
8:00	8:15	2	0	1	0	1	3	7
8:15	8:30	2	1	0	0	0	2	5
<b>TOTAL</b>		8	1	3	0	3	9	24

*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

### Factor hora pico

$$FHP = \frac{Q}{4Q_{m\acute{a}x}}$$
$$FHP = \frac{24}{4(7)}$$
$$FHP = 0,86$$

El factor de hora pico para una vía común sería el que calculamos anteriormente, pero como se trata de una planta de producción tomaremos el valor de del factor como 1 para tener una frecuencia continua.

### Cálculo del TPDA actual

El factor **K** que se utilizó en este cálculo es igual a 0.15 ya que el proyecto se encuentra en una zona rural y dentro de una planta de producción.

Livianos

$$TPDA_{actual} = \frac{VHP * FHP}{K}$$
$$TPDA_{actual} = \frac{8 * 1}{0,15}$$
$$TPDA_{actual} = 53 \text{ veh/día}$$

Camiones

$$TPDA_{actual} = \frac{VHP * FHP}{K}$$
$$TPDA_{actual} = \frac{16 * 1}{0,15}$$
$$TPDA_{actual} = 107 \text{ veh/día}$$

Total

$$TPDA_{actual} = 53 + 107$$
$$TPDA_{actual} = 160 \text{ veh/día}$$

**Tabla N° 7: Porcentaje de TPDA**

	<b>TPDA<sub>actual</sub></b>	<b>Porcentaje %</b>
<b>Livianos</b>	53	31.13
<b>Camiones</b>	107	68.87
<b>Total</b>	160	100

*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

### **Cálculo tráfico actual**

#### **Livianos**

➤ **Tráfico Generado**

$$T_{generado} = TPDA_{actual} * 20\%$$

$$T_{generado} = 53 * 20\%$$

$$T_{generado} = 11 \text{ veh/día}$$

➤ **Tráfico Atraído**

$$T_{atraído} = TPDA_{actual} * 10\%$$

$$T_{atraído} = 53 * 10\%$$

$$T_{atraído} = 5 \text{ veh/día}$$

➤ **Tráfico Desarrollado**

$$T_{desarrollado} = TPDA_{actual} * 5\%$$

$$T_{desarrollado} = 53 * 5\%$$

$$T_{desarrollado} = 3 \text{ veh/día}$$

#### **Camiones**

➤ **Tráfico Generado**

$$T_{generado} = TPDA_{actual} * 20\%$$

$$T_{generado} = 107 * 20\%$$

$$T_{generado} = 21 \text{ veh/día}$$

➤ **Tráfico Atraído**

$$T_{atraído} = TPDA_{actual} * 10\%$$

$$T_{atraído} = 107 * 10\%$$

$$T_{atraído} = 11 \text{ veh/día}$$

➤ **Tráfico Desarrollado**

$$T_{desarrollado} = TPDA_{actual} * 5\%$$

$$T_{desarrollado} = 107 * 5\%$$

$$T_{desarrollado} = 5 \text{ veh/día}$$

**Tabla N° 8: Resumen de los cálculos de Tráfico Actual “TA”**

	<b>TPDA<sub>actual</sub></b>	<b>T<sub>gen</sub></b>	<b>T<sub>atra.</sub></b>	<b>T<sub>des.</sub></b>	<b>TA = TPDA<sub>actual</sub> + T<sub>gen</sub> + T<sub>atra.</sub> + T<sub>des.</sub></b>
<b>Livianos</b>	53	11	5	3	72
<b>Camiones</b>	107	21	11	5	144
<b>Total</b>	160	40	16	8	216

*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Tráfico futuro “Tf”**

$$Tf = TA(1 + i)^n$$

Siendo n el año en números de diseño para la vida útil de la capa de rodadura. Y que será 20 años.

**Tabla N°9: Índice i para el cálculo del tráfico futuro**

<b>Tasa De Crecimiento De Tráfico ( % )</b>			
<b>Periodo</b>	<b>Livianos</b>	<b>Buses</b>	<b>Camiones</b>
2010 - 2014	4.47	2.22	2.18
2015 - 2019	3.57	1.97	1.94
2020 - 2024	3.57	1.78	1.74
2025 - 2030	3.25	1.62	1.58

*Fuente: Normas de diseño geométrico del MTOP*

**Livianos**

$$Tf = TA(1 + i)^n$$

$$Tf = 72(1 + 0.0357)^{20}$$

$$Tf = 145$$

**Camiones**

$$Tf = TA(1 + i)^n$$

$$Tf = 144(1 + 0.0174)^{20}$$

$$Tf = 203$$

**Total**

$$Tf = 145 + 203$$

$$Tf = 348 \text{ veh/día}$$

Después de terminar el conteo vehicular que se realizó con los cálculos correspondientes, se determinó que la vía es una vía clase III según la tabla N° 1 de la clasificación de carreteras.

**4.1.3. Análisis de los resultados del estudio de suelos**

Se tomaron en total 3 muestras a lo largo de la vía, una que se tomó aproximadamente en la abscisa 0+100, la segunda se tomó en la abscisa 0+650 y la tercera muestra se tomó en la abscisa 1+000, con las cuales se procedió hacer los ensayos de suelos en los laboratorios.

Para los ensayos se trabajó con las muestras saturadas lo cual representa al suelo en las peores condiciones.

**Tabla N°10: Resumen de los contenidos de humedad de las muestras de suelo**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>			
<b>NORMA AASHTO T217-67</b>			
<b>Número de muestra</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>
<b>Abscisa</b>	0+100	0+650	1+000
<b>Contenido de humedad %</b>	19,97	16,36	12,58

*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Tabla N°11: Resumen del Proctor modificado**

<b>COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO</b>			
<b>NORMAS AASHTO T – 180</b>			
<b>Número de muestra</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>
<b>Abscisa</b>	0+100	0+650	1+000
<b>Densidad máxima gr/cm<sup>3</sup></b>	1,262	1,284	1,312
<b>Humedad óptima %</b>	20,50	20,10	19,75

*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

Nota: Las abscisas difieren de esta manera debido a la geometría de la vía y a las construcciones adyacentes



**Tabla N°12: Resumen del CBR**

<b>CBR PUNTUAL</b>			
<b>Número de muestra</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>
<b>Abscisa</b>	0+100	0+650	1+000
<b>CBR %</b>	33	36	52

*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

## **4.2. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **4.2.1 Interpretación de los resultados de la inspección con el método del PCI**

#### **Unidad de muestra # 1 (0+000 – 0+015,72)**

##### **Conclusión**

En las 5 losas analizadas, son afectadas unicamente por fisuras longitudinales, transversales y diagonales, teniendo 1 losa con severidad baja, 2 con severidad media y 2 con severidad alta.

#### **Unidad de muestra # 2 (0+026 – 0+076,32)**

##### **Conclusión**

En las 16 losas analizadas solo 12 tienen fallas, pudiendo una losa tener una o más fallas y se encontraron:

1 falla de rotura de esquina de media severidad, 3 fallas de fisura de durabilidad de media severidad, 2 fallas de rotura de esquina de alta severidad, 4 fallas de fisuras longitudinales, transversales y diagonales de alta severidad, 2 fallas de fisura de durabilidad de alta severidad, 1 falla de desprendimiento de esquina de alta severidad.

**Unidad de muestra # 3 (0+104,74 – 0+137,75)**

**Conclusión**

En las 20 losas analizadas 18 tienen fallas, pudiendo una losa tener una o más fallas y se encontraron:

2 fallas de fisura de durabilidad de baja severidad, 7 fallas de bacheos grandes de baja severidad, 1 falla de asentamiento de baja severidad, 1 falla de fisura de durabilidad de media severidad, 12 fallas de daño de sello de juntas de media severidad, 1 falla de desprendimiento en junta de media severidad, 2 fallas de desprendimiento de esquina de media severidad.

**Unidad de muestra # 4 (0+175,45 – 0+213,01)**

**Conclusión**

En las 20 losas analizadas 17 tienen fallas, pudiendo una losa tener una o más fallas y se encontraron:

5 fallas de daño de sello de juntas de baja severidad, 4 fallas de bacheos grandes de baja severidad, 3 fallas de desprendimiento de esquina de baja severidad, 1 falla de rotura de esquina de media severidad, 1 falla de fisura de durabilidad de media severidad, 1 falla de daño de sello de juntas de media severidad, 1 falla de desprendimiento superficial de media severidad, 3 fallas desprendimiento de junta de media severidad, 1 falla de rotura de esquina de alta severidad, 2 fallas de fisuras longitudinales, transversales y diagonales de alta severidad

**Unidad de muestra # 5 (0+213,01 – 0+243,01)**

**Conclusión**

En las 20 losas analizadas, solo se encontraron fallas en las juntas:

10 fallas de daño de sello de juntas de baja severidad y 10 fallas de daño de sello de juntas de media severidad

**Unidad de muestra # 6 (0+342,30 – 0+356,27)**

**Conclusión**

En las 8 losas analizadas todas tienen fallas, pudiendo una losa tener una o más fallas y se encontraron:

2 fallas de desprendimiento en junta de media severidad, 1 falla de desprendimiento de esquina de media severidad, 5 fallas de daño de sello de juntas de media severidad, 2 fallas de desprendimiento de en junta de alta severidad.

**Unidad de muestra # 7 (0+380,34 – 0+396,34)**

**Conclusión**

En las 8 losas analizadas todas tienen fallas, pudiendo una losa tener una o más fallas y se encontraron:

1 falla de fisuras longitudinales, transversales y diagonales de baja severidad, 1 falla de desprendimiento de esquina de baja severidad, 1 falla desprendimiento de en junta de media severidad, 6 fallas de daño de sello de juntas de alta severidad, 2 fallas de desprendimiento de en junta de alta severidad.

**Unidad de muestra # 8 (0+416,07 – 0+455,41)**

**Conclusión**

En las 16 losas analizadas todas tienen fallas, pudiendo una losa tener una o más fallas y se encontraron:

5 fallas de desprendimiento de en junta de media severidad., 2 fallas de fisuras longitudinales, transversales y diagonales de media severidad, 2 fallas de desprendimiento de esquina de media severidad, 1 falla de fisuras longitudinales, transversales y diagonales de alta severidad, 5 fallas de daño de sello de juntas de alta severidad, 5 fallas de losa fragmentada de alta severidad

**Unidad de muestra # 9 (0+469,17 – 0+484,18)**

**Conclusión**

En las 10 losas analizadas todas tienen fallas, pudiendo una losa tener una o más fallas y se encontraron:

3 fallas de daño de sello de juntas de baja severidad, 1 falla de bacheos grandes de baja severidad, 1 falla de losa fragmentada de baja severidad, 1 falla de bacheos grandes de media severidad, 2 fallas de fisuras longitudinales, transversales y diagonales de alta severidad, 2 fallas de losa fragmentada de alta severidad

**Unidad de muestra # 10 (0+551,36 – 0+580,77)**

**Conclusión**

En las 20 losas analizadas 19 tienen fallas, pudiendo una losa tener una o más fallas y se encontraron:

4 fallas de fisuras longitudinales, transversales y diagonales de baja severidad, 5 fallas de daño de sello de juntas de media severidad, 1 falla de desprendimiento en junta de media severidad, 6 fallas de fisuras longitudinales, transversales y diagonales de alta severidad, 1 falla de losa fragmentada de alta severidad, 2 fallas desprendimiento en junta de alta severidad.

**Unidad de muestra # 11 (0+580,77 – 0+594,13)**

**Conclusión**

En las 10 losas analizadas todas tienen fallas, pudiendo una losa tener una o más fallas y se encontraron:

4 fallas de fisuras longitudinales, transversales y diagonales de media severidad, 1 falla desprendimiento de esquina de media severidad, 5 fallas de fisuras longitudinales, transversales y diagonales de alta severidad, 7 fallas de daño de sello de juntas de alta severidad, 1 falla de desprendimiento en junta de alta severidad.

**Unidad de muestra # 12 (0+732,97 – 0+757,07)**

**Conclusión**

En las 16 losas analizadas todas tienen fallas, pudiendo una losa tener una o más fallas y se encontraron:

7 fallas de fisuras longitudinales, transversales y diagonales de baja severidad, 7 fallas de daño de sello de juntas de alta severidad, 7 fallas de desprendimiento en junta de alta severidad.

**Unidad de muestra # 13 (0+763,07 – 0+784,12)**

**Conclusión**

En las 14 losas analizadas todas tienen fallas, pudiendo una losa tener una o más fallas y se encontraron:

13 fallas de fisuras longitudinales, transversales y diagonales de media severidad, 14 fallas de daño de sello de juntas de alta severidad

**Unidad de muestra # 14 (0+945,45 – 0+976,46)**

**Conclusión**

En las 20 losas analizadas todas tienen fallas, pudiendo una losa tener una o más fallas y se encontraron:

9 fallas de fisuras longitudinales, transversales, diagonales de baja severidad y 1 de media severidad, 2 fallas de daño de sello de juntas de baja severidad y 8 de media severidad.

**Unidad de muestra # 15 (1+109,78 – 1+138,30)**

**Conclusión**

En las 33 losas analizadas 30 tienen fallas, pudiendo una losa tener una o más fallas y se encontraron:

2 fallas de desprendimiento en junta de baja severidad, 18 fallas de daño de sello de juntas de media severidad, 6 fallas de desprendimiento en junta de media severidad,

2 fallas de desprendimiento de esquina de media severidad, 5 fallas de desprendimiento en junta de alta severidad.

**Unidad de muestra # 16 (1+167,76 – 1+189,47)**

**Conclusión**

En las 12 losas analizadas 10 tienen fallas, pudiendo una losa tener una o mas fallas y se encontraron:

2 fallas de desprendimiento de esquina de baja severidad, 1 falla de fisuras longitudinales, transversales y diagonales de media severidad, 9 fallas de daño de sello de juntas de media severidad, 2 fallas de desprendimiento en junta de media severidad.

**Conclusión total**

En las 248 losas analizadas se encontraron las siguientes fallas , pudiendo una losa tener una o mas fallas.

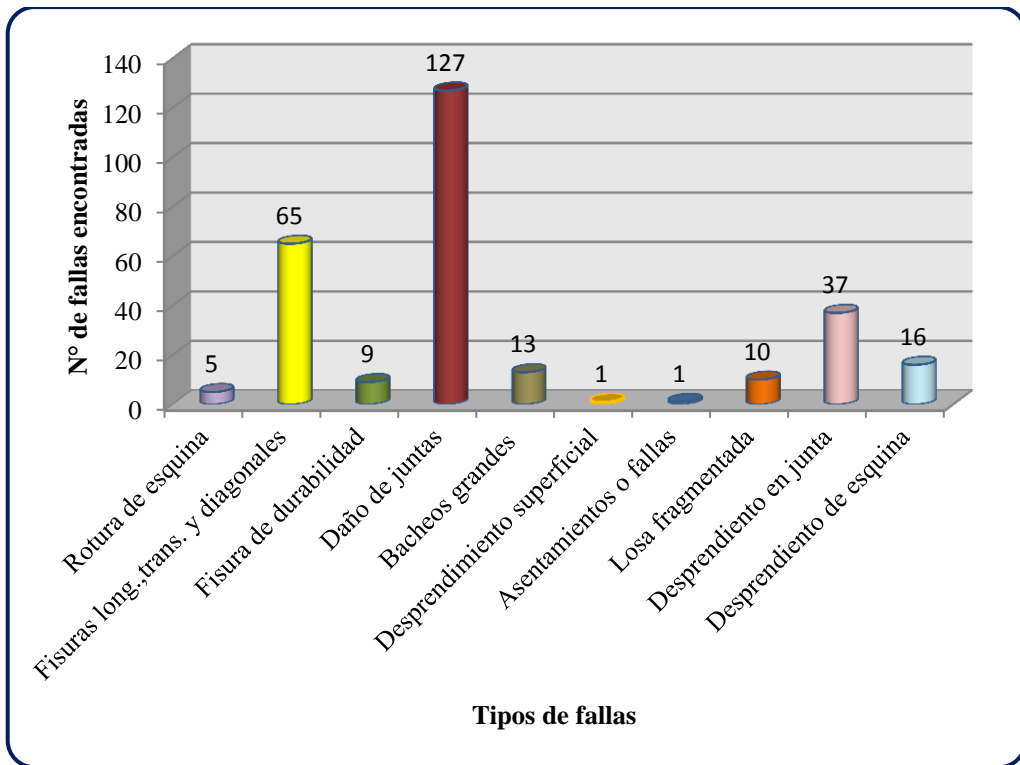
**Tabla N° 13: Resumen de fallas**

<b>N° DE FALLAS</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
5	fallas de rotura de esquina
65	fallas de fisuras longitudinales, transversales y diagonales
9	fallas de fisura de durabilidad
127	fallas de daño de juntas
13	fallas de bacheos grandes y corte para instalaciones
1	falla de desprendimiento superficial mapa de fisuras
1	falla de asentamientos o fallas
10	fallas de losa fragmentada
37	fallas de desprendimiento en junta
16	fallas de desprendimiento de esquina

*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N° 22**

**Resumen de fallas (0+000 – 1+636)**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**4.2.2. Interpretación de resultados de los estudios de tráfico**

Los vehículos que circulan por la vía del proyecto, según los cálculos establecidos, en su mayoría son pesados. El TPDA actual es de 160 vehículos, tránsito actual de 216 vehículos y el tráfico futuro es de 348 vehículos proyectado para 20 años, por lo antes mencionado la vía está dentro de una clase III según la tabla N° 2 de la clasificación de las carreteras.

**4.2.2. Interpretación de resultados de los estudios de suelos**

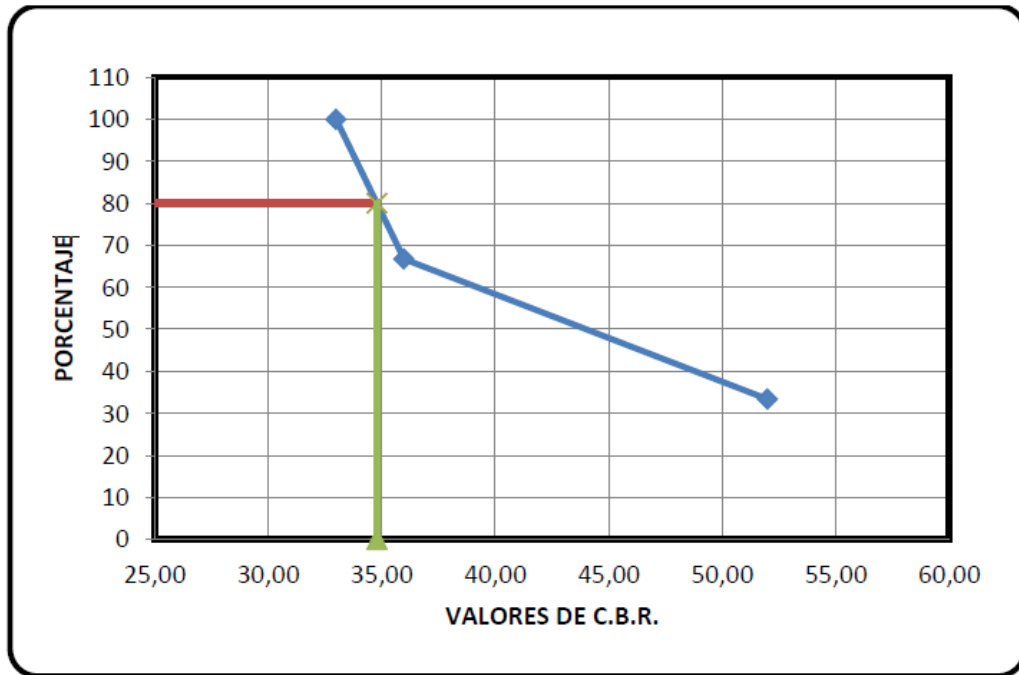
Al realizar los ensayos de suelos de las 3 muestras extraídas en la vía se encontraron las siguientes características además de que el CBR se escogerá, a un 80 % por ser una vía de tráfico ligero, lo que da como resultado un 34,8% como CBR de diseño.

**Tabla N° 14: Resumen de los resultados de los ensayos de suelos**

Número de muestra	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Abscisa	0+100	0+650	1+000
Contenido de humedad %	19,97	16,36	12,58
Densidad máxima gr/cm <sup>3</sup>	1,262	1,284	1,312
Humedad optima %	20,50	20,10	19,75
CBR	33	36	52
CBR de Diseño	34,80		

*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N°23: CBR de diseño**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

### 4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La verificación no se realizó mediante el Chi cuadrado ya que no se realizaron encuestas, se lo hizo mediante el resultado de las losas evaluadas en las cuales se determinó que el mayor daño se debe al sello de juntas seguido por fisuras longitudinales- transversales y desprendimiento en junta.



## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- En las losas analizadas la mayor parte de problemas que encontramos son de daño de juntas que pueden ser causadas por la falta de utilización de un producto adecuado para el sello.
- Encontramos deterioros de losas con presencia de fisuras en un porcentaje menor pero de igual preocupación talvez por causa del largo de los paños que pasan los 5 m. , la mala ejecución de las juntas y en algunos casos la no ejecución de dichas juntas.
- Los desprendimientos en junta y de esquina son otros de los problemas que aparecen a lo largo de la vía que se pueden deber a las cargas que pasan por la vía diariamente.
- Los datos obtenidos con la observación de campo nos sirvió para la determinación de la condición del pavimento mediante el método PCI.
- El ensayo de CBR de diseño de la subrasante es de 34.8%, esto revela que la capacidad de soporte del suelo es buena y que se podrá diseñar un pavimento rígido.
- El estudio de tráfico actual, como dato del día con mayor tránsito sumando todos los tipos de vehículos, aplicando fórmulas del factor hora pico, sumando tanto el tráfico generado atraído y desarrollado, se obtuvo el tráfico futuro a 20 años cantidad con un tipo de vía clase III, la cual se diseñó la estructura de pavimento.

- Los datos del tráfico se tomaron el horas que se pertinentes para el investigador ya que la planta Holcim trabaja las 24 horas del día.
- El diseño del pavimento se lo ha realizado según la norma AASHTO 93, siguiendo paso a paso los requerimientos tanto de estudios de suelos, tomando en cuenta los parámetros actuales de la vía.
- El espesor de la losa encontrado a lo largo de la vía no cumple con el diseño calculado para las condiciones actuales del pavimento, teniendo al momento un espesor de losa de 20 cm., cuando para las condiciones actuales debería tener un espesor de losa de 24 cm.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Tomar en cuenta las actividades de mantenimiento preventivo y las tareas de rehabilitación a partir de la evaluación del pavimento.
- Supervisar las operaciones constructivas en el momento en el presente proyecto se ponga en marcha, para que no vuelvan a existir problemas como los vistos en este trabajo.
- Se recomienda que se realicen drenajes a lo largo de la vía para evitar los empozamientos y por consiguiente el deterioro del pavimento.
- Pintar la línea de división de carril para que los vehículos tengan una mejor visibilidad de circulación

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 DATOS INFORMATIVOS**

##### **6.1.1. Límites y Ubicación del Proyecto**

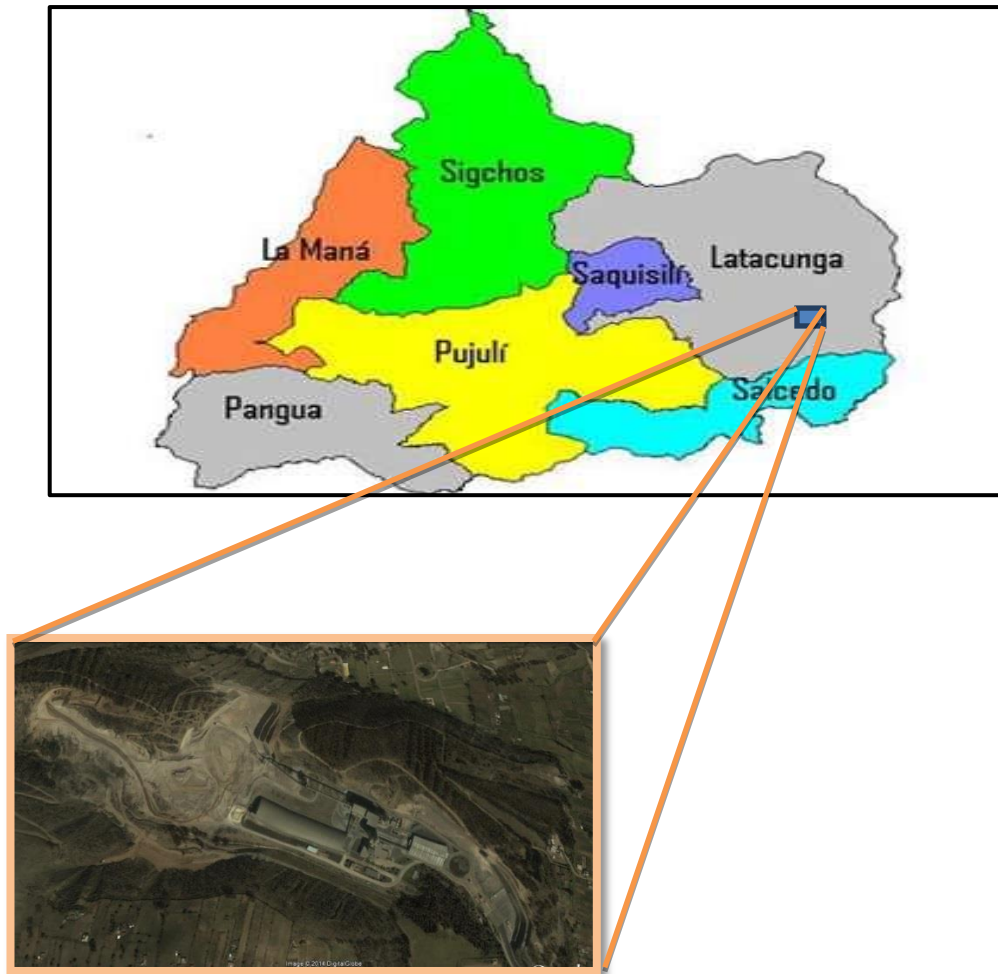
Latacunga capital de la provincia de Cotopaxi y cabecera cantonal del cantón homónimo. Se encuentra en la Sierra centro del país, en las estribaciones de la cordillera de los Andes en Ecuador, cerca del volcán Cotopaxi en la hoya de Patate, es uno de los siete cantones en que se divide la provincia de Cotopaxi, se encuentra a 2750 metros sobre el nivel del mar.

Alrededor de la ciudad de Latacunga se encuentra un importante número de industrias florícolas que han dinamizado su economía convirtiéndola en el motor económico y generador de divisas de la Sierra Centro.

Además de eso Latacunga cuenta con industria minera de caliza y cemento, industrias metalúrgicas livianas y pesadas, agroindustria, industria lechera y ganadera, posee un aeropuerto internacional y en la parte urbana se están construyendo grandes mercados y centros comerciales modernos que la convertirán en el centro comercial de la nación ecuatoriana.

Al norte la provincia de Pichincha, al sur el cantón Salcedo, al este la Provincia de Napo y al oeste los cantones Sigchos, Pujilí y Saquisilí.

**Gráfico N°24: Mapa de ubicación del Cantón Latacunga**

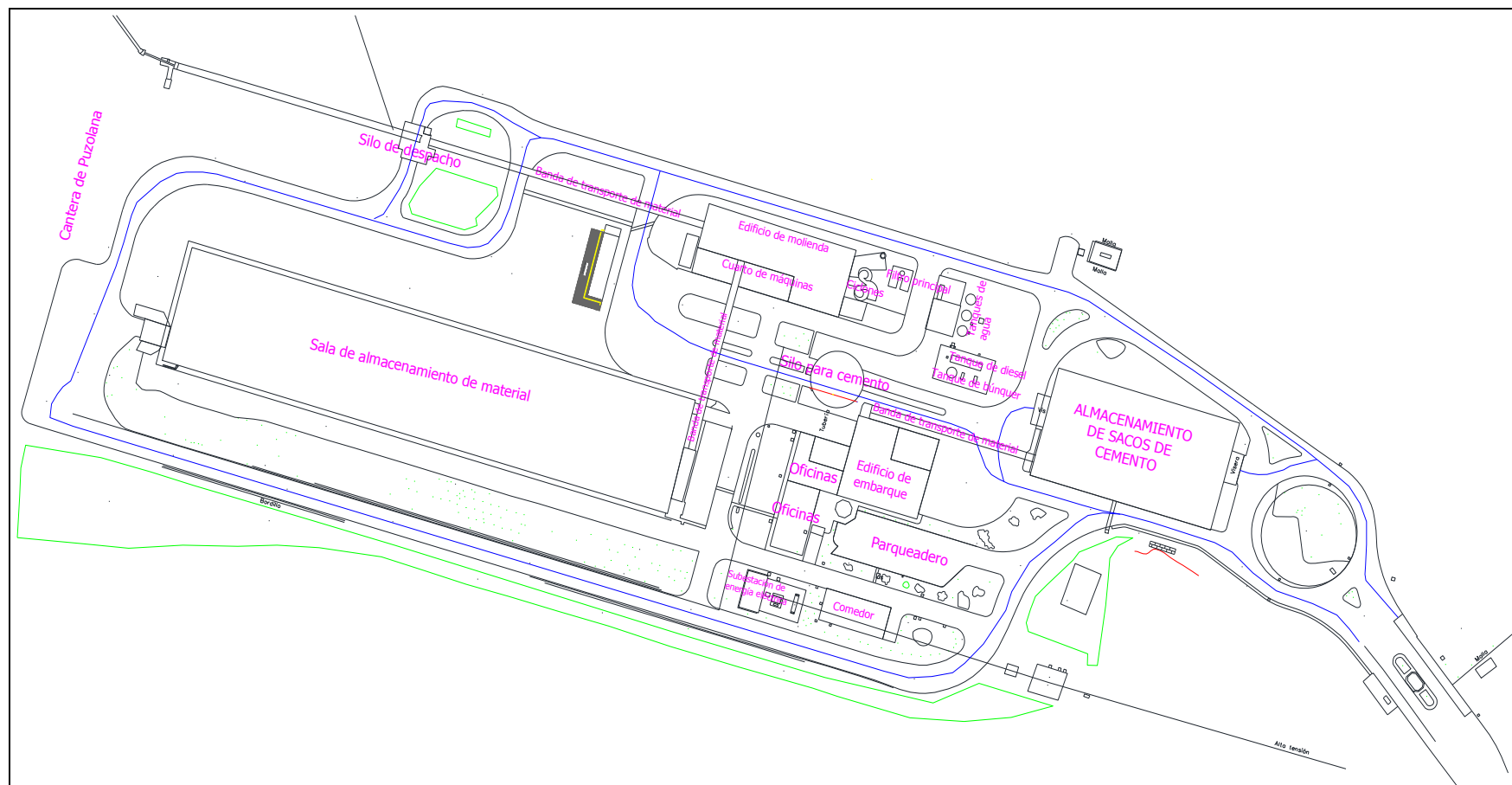


La Planta Holcim Latacunga es una planta de molienda de cemento que está ubicada en el barrio san Rafael, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, siendo una vía de primer orden la que conecta la planta con la panamericana con una distancia de 2.5 Km.

La planta está asentada en una cota de 2773 m.s.n.m. cuyos terrenos son de topografía mixta (irregular y plana), ubicada en las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud: 0°56'53,85" S  
Longitud: 78°37'35,10" O.

**Gráfico N°25: Mapa de ubicación de la vía en estudio**



*Fuente: Holcim Planta Latacunga*

Este estudio se realizará en las vías internas de la planta ya que la circulación en dichas vías es en su mayoría de transportes pesados.

### **6.1.2. Meteorología**

Existen dos estaciones bien definidas: Verano e Invierno; las precipitaciones empiezan normalmente en el mes de noviembre y terminan después de abril; la humedad ambiental promedio es del 75 %.

La temperatura media anual es de 11° C entre los meses de abril y noviembre la temperatura máxima media son: de 19° C en febrero y noviembre. La temperatura mínima media debajo de los 6° C en los meses de junio, diciembre y febrero.

En resumen el cantón se encuentra la mayor parte del tiempo con temperaturas bajas con fríos glaciales y tal como se indica en la descripción de cada una de estas características por su altitud sobre el nivel del mar.

## **6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

Las vías de la planta Holcim Latacunga fueron construidas hace 11 años cuando se construyó la planta y se asentó en el sector de San Rafael, y debido al constante tráfico de vehículos pesados durante estos años las vías se encuentran con un deterioro notable haciendo que requiera de una evaluación para dar una pronta solución.

La calzada es de pavimento rígido puesta directamente sobre la subrasante, siendo esta puzolana en toda su mayoría.

### **6.3 JUSTIFICACIÓN**

Es de mucha importancia evaluar el estado de las vías internas de la Planta Holcim, ya que causa molestia a los transportistas que diariamente ingresan a dicha planta para la carga o descarga de materia prima o producto final.

Por eso se quiere mediante este estudio disminuir la inseguridad vial y aumentar la comodidad de tránsito y dar una solución para rehabilitación total o parcial de las vías de pavimento rígido, con esto aumentar la producción mediante un mejor y ágil despacho de los vehículos.

### **6.4 OBJETIVOS**

#### **6.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar las vías de pavimento rígido mediante el método PCI para determinar los problemas de fallas, evitar posibles daños y dar solución a los existentes mediante un plan de mantenimiento vial.

#### **6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el daño del pavimento con el índice de condición de pavimento
- Diseño de la estructura de un tramo de vía de pavimento rígido
- Realizar el plan de solución de las fallas
- Realizar el presupuesto y el cronograma de trabajo del proyecto a emprender.

### **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

Los estudios realizados en campo dan a notar la necesidad de un mejoramiento del pavimento de las vías, que cuente con juntas bien hechas y transmisión de carga en losas para un mejor funcionamiento del mismo.

La realización de este proyecto es de mucho interés a la Planta Holcim Latacunga, ya que mediante este proyecto darán una solución viable al problema de circulación del transporte pesado, lo cual permitirá el transporte adecuado tanto de las materias primas como del producto final.

Mediante este análisis se podrá dar a los interesados la información necesaria para la ejecución de la rehabilitación de sus vías, con lo cual tendrán que partir de su disponibilidad presupuestaria para poner en marcha este proyecto.

Existe la información necesaria para realizar la rehabilitación de las vías, y además a través de la preparación académica en la Universidad Técnica de Ambato, se tiene el debido conocimiento para dar solución al problema.

## **6.6 FUNDAMENTACIÓN**

Para alcanzar los objetivos previstos en el estudio del estado de las vías de pavimento rígido, se utilizó como guía las normas que se detallan a continuación:

- Índice de condición de pavimento

Se ha tomado la Norma ASTM D 5340 para determinación del Índice de condición de pavimentos (PCI), en nuestro para pavimentos rígidos.

- Diseño del pavimento

Se ha elegido el método AASHTO 93, porque a diferencia de otros métodos, éste método introduce el concepto de serviciabilidad en el diseño de pavimentos como una medida de su capacidad para brindar una superficie cómoda para el usuario.

La estructura del pavimento rígido, tiene un sistema de los cuales deben distribuir y transmitir las cargas del tránsito a la subrasante que es la superficie de apoyo que debe soportar las cargas que le serán aplicadas, a las inclemencias del tiempo, y sobre todo los datos de tránsito.



- INEN RTE 004 – 2 : 2011

Señalización vial parte 1. Señalización vertical

Señalización vial parte 2. Señalización horizontal

- MOP 001-F

- Capítulo 400 Estructura del pavimento
  - Sección 404 Bases
  - Sección 405 Capas de rodadura
- Capítulo 700 Instalaciones para control de tránsito y uso de zona de camino
  - Sección 705 Marcas permanentes del pavimento
- Capítulo 800 Materiales
  - Sección 801 Hormigón de cemento portland
- Sección 806 Materiales para juntas
  - Sección 807 Acero de refuerzo

## **6.7 METODOLOGÍA**

La selección de la mejor alternativa de mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción para una sección de pavimento depende de:

- ❖ Condición actual del pavimento.
- ❖ Adecuación del tratamiento (intervención) para las condiciones actuales del pavimento.
- ❖ Vida útil del tratamiento.
- ❖ Costo de aplicar y mantener el tratamiento (Fabricio Leiva 2005)

## **6.7.1 Condición actual del pavimento.**

### **6.7.1.1 Cálculo del índice de condición de pavimento (PCI)**

#### **Cálculo de los valores deducidos.**

#### **Cálculo de datos para valores de la Tabla N° 15**

Para cada combinación particular de tipos de fallas y grados de severidad, sumar el número de losas en las cuales se presentan.

Dividir el total de cada falla entre el número total de losas analizadas (Ver anexo A) y luego multiplicarlo por 100 para obtener el porcentaje de la densidad de cada combinación de falla y grado de severidad.

Determinar el Valor de Reducción (VR) para cada tipo de combinación de fallas y grados de severidad a partir de los valores de la curva de Valor de Reducción que se encuentran en el Anexo C de este proyecto de investigación.

#### **Cálculo de datos para valores de la Tabla N° 16**

Ingresar en la tabla los VRs en la primera fila en forma descendente, reemplazando el menor VR por el producto del mismo y la fracción decimal del “ $m$ ” (Número permitido de VRs incluyendo fracciones) calculado y utilizar este valor como el menor en la primera fila. Si el número de VRs es menor al valor de  $m$ , ingresar todos los VRs en la tabla. Si el número de VRs es mayor a  $m$  utilizar los  $m$  valores más altos solamente.

Sumar todos los valores de VRs de la fila y colocar ese valor en la columna de “total”, luego poner en la columna “ $q$ ” el número de valores de VRs que son mayores a 5. Ver tabla N°16

Si solo uno o ninguno de los VR es mayor a 5, la suma de los VRs es utilizada en lugar del máximo VRC para la determinación del PCI. De no ser así utilizar el siguiente procedimiento para determinar el máximo VRC.

Determinar  $m$ , el número máximo de fallas permitidas, de la siguiente manera:

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) < 10$$

Dónde:

$m$  = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

**VAR** = Valor individual más alto del Valor de Reducción

**Unidad de muestra # 1 (0+000 – 0+015,72)**

**Tabla N° 15: Densidad y valor de reducción de la unidad de muestra 1**

Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reducción
3	B	1	20	12.5
3	M	2	40	41
3	A	2	40	58

B = Bajo

M = Medio

Alto = Alto

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) < 10$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - 58)$$

$$m = 4,98$$

Fracción decimal = 0,98

$$12,5 * 0,98 = 12,25$$

**Tabla N°16: Valor de reducción máximo de la unidad de muestra 1**

N°	Valor de Reducción			total	q	VCR
1	58	41	12,25	111,25	3	69
2	58	41	5	104	2	72
3	58	5	5	68	1	68

$$PCI = 100 - \text{Máx. VRC}$$

$$PCI = 100 - 72$$

$$PCI = 28$$

**Clasificación = Pobre**

**Unidad de muestra # 2 (0+026 – 0+076,32)**

**Tabla N°17: Densidad y valor de reducción de la unidad de muestra 2**

Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reducción
2	M	1	6,25	11
2	A	2	12,50	27,50
3	A	4	25	45
4	M	3	18,75	22,50
4	A	2	12,50	33
15	A	1	6,25	7

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) < 10$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - 45)$$

$$m = 6,21$$

Fracción decimal = 0,21

$$7 * 0,21 = 1,5$$

**Tabla N°18: Valor de reducción máximo de la unidad de muestra 2**

N°	Valor de Reducción						total	q	VCR
1	45	33	27,50	22,5	11	1,5	140,5	5	73
2	45	33	27,50	22,5	5	1,5	134,5	4	74
3	45	33	27,50	5	5	1,5	117	3	72
4	45	33	5	5	5	1,5	94,5	2	66
5	45	5	5	5	5	1,5	66,5	1	66,5

$$PCI = 100 - \text{Máx. VRC}$$

$$PCI = 100 - 74$$

$$PCI = 26$$

**Clasificación = Pobre**

**Unidad de muestra # 3 (0+104,74 – 0+137,75)**

**Tabla N° 19: Densidad y valor de reducción de la unidad de muestra 3**

Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reducción
4	B	2	10	7
4	M	1	5	12
5	M	12	60	7
7	B	5	25	12
11	B	1	5	4
14	M	1	5	5
15	M	2	10	7,5

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) < 10$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - 12)$$

$$m = 9,34$$

Fracción decimal = 0,34

$$4 * 0,34 = 1,4$$

**Tabla N° 20: Valor de reducción máximo de la unidad de muestra 3**

N°	Valor de Reducción					total	q	VCR
1	12	7,5	7	5	1,4	32,9	3	20
2	12	7,5	5	5	1,4	30,9	2	25
3	12	5	5	5	1,4	28,4	1	28,4

$$PCI = 100 - Máx. VRC$$

$$PCI = 100 - 28,4$$

$$PCI = 71,6$$

**Clasificación = Muy Bueno**

**Unidad de muestra # 4 (0+175,45 – 0+213,01)**

**Tabla N° 21: Densidad y valor de reducción de la unidad de muestra 4**

Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reducción
2	M	1	5	9
2	A	1	5	13
3	A	2	10	25
4	M	1	5	12
5	B	5	25	2
5	M	1	5	7
7	B	4	20	11
10	M	1	5	5
14	M	3	15	11
15	B	3	15	6

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) < 10$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - 25)$$

$$m = 8,11$$

$$\text{Fracción decimal} = 0,11$$

$$2 * 0,11 = 0,22$$

**Tabla N°22: Valor de reducción máximo de la unidad de muestra 4**

N°	Valor de Reducción									total	q	VCR
1	25	13	12	11	9	7	6	5	0,2	88,2	7	56
2	25	13	12	11	9	7	5	5	0,2	87,2	6	58
3	25	13	12	11	9	5	5	5	0,2	85,2	5	58
4	25	13	12	11	5	5	5	5	0,2	81,2	4	58
5	25	13	12	5	5	5	5	5	0,2	75,2	3	57
6	25	13	5	5	5	5	5	5	0,2	68,2	2	58
7	25	5	5	5	5	5	5	5	0,2	60,2	1	60

$$PCI = 100 - \text{Máx. VRC}$$

$$PCI = 100 - 60$$

$$PCI = 40$$

**Clasificación = Regular**

**Unidad de muestra # 5 (0+213,01 – 0+243,01)**

**Tabla N°23: Densidad y valor de reducción de la unidad de muestra 5**

<b>Tipo de falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Numero de losas</b>	<b>% Densidad</b>	<b>Valor de reducción</b>
5	B	10	50	2
5	M	10	50	7

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) < 10$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - 7)$$

$$m = 9,81$$

Fracción decimal = 0,81

$$2 * 0,81 = 1,62$$

**Tabla N°24: Valor de reducción máximo de la unidad de muestra 5**

<b>N°</b>	<b>Valor de Reducción</b>		<b>total</b>	<b>q</b>	<b>VCR</b>
1	7	1,62	8,62	1	8,6

$$PCI = 100 - Máx. VRC$$

$$PCI = 100 - 8,6$$

$$PCI = 91,4$$

**Clasificación = Excelente**



**Unidad de muestra # 6 (0+342,30 – 0+356,27)**

**Tabla N° 25: Densidad y valor de reducción de la unidad de muestra 6**

Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reducción
5	M	5	62,5	7
14	M	2	25	16
14	A	2	25	32
15	M	1	12,5	8

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) < 10$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - 32)$$

$$m = 7,44$$

Fracción decimal = 0,44

$$7 * 0,44 = 3.08$$

**Tabla N°26: Valor de reducción máximo de la unidad de muestra 6**

N°	Valor de Reducción				total	q	VCR
1	32	16	8	3.1	59.1	3	39
2	32	16	5	3.1	56.1	2	43
3	32	5	5	3.1	45.1	1	45

$$PCI = 100 - Máx. VRC$$

$$PCI = 100 - 45$$

$$PCI = 55$$

**Clasificación = Bueno**

**Unidad de muestra # 7 (0+380,34 – 0+396,34)**

**Tabla N° 27: Densidad y valor de reducción del de la unidad de muestra 7**

Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reducción
3	B	1	12,5	10
5	A	6	75	12
14	M	1	12,5	9
14	A	2	25	32
15	B	1	12,5	5

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) < 10$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - 32)$$

$$m = 7,44$$

Fracción decimal = 0,44

$$5 * 0,44 = 2,2$$

**Tabla N°28: Valor de reducción máximo de la unidad de muestra 7**

N°	Valor de Reducción					total	q	VCR
1	32	12	10	9	2,2	65,2	4	38
2	32	12	10	5	2,2	61,2	3	39
3	32	12	5	5	2,2	56,2	2	43
4	32	5	5	5	2,2	49,2	1	49

$$PCI = 100 - \text{Máx. VRC}$$

$$PCI = 100 - 49$$

$$PCI = 51$$

**Clasificación = Regular**

**Unidad de muestra # 8 (0+416,07 – 0+455,41)**

**Tabla N° 29: Densidad y valor de reducción de la unidad de muestra 8**

Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reducción
3	M	2	12,50	21
3	A	1	6,25	19
5	A	5	31,25	12
12	A	5	31,25	63
14	M	5	31,25	20
15	A	2	12,50	11

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) \triangleleft 10$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - 62)$$

$$m = 4,6$$

Fracción decimal = 0,6

$$11 * 0,6 = 6.6$$

**Tabla N°30: Valor de reducción máximo de la unidad de muestra 8**

N°	Valor de Reducción						total	q	VCR
1	63	21	20	19	12	6.6	141.6	5	74
2	63	21	20	19	5	6.6	134.6	4	74
3	63	21	20	5	5	6.6	120.6	3	73
4	63	21	5	5	5	6.6	105.6	2	73
5	63	5	5	5	5	6.6	89.6	1	90

$$PCI = 100 - \text{Máx. VRC}$$

$$PCI = 100 - 90$$

$$PCI = 10$$

**Clasificación = Colapsado**

**Unidad de muestra # 9 (0+469,17 – 0+484,18)**

**Tabla N° 31: Densidad y valor de reducción del de la unidad de muestra 9**

Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reducción
3	A	2	20	39
5	B	3	30	2
7	B	1	10	7
7	M	1	10	17
12	B	1	10	17
12	A	2	20	52

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) < 10$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - 52)$$

$$m = 5,55$$

Fracción decimal = 0,55

$$2 * 0,55 = 1,1$$

**Tabla N° 32: Valor de reducción máximo de la unidad de muestra 9**

N°	Valor de Reducción					total	q	VCR
1	52	39	17	7	1,1	116,1	4	78
2	52	39	17	5	1,1	114,1	3	88
3	52	39	5	5	1,1	106,1	2	86
4	52	5	5	5	1,1	68,1	1	68

$$PCI = 100 - Máx. VRC$$

$$PCI = 100 - 88$$

$$PCI = 12$$

**Clasificación = Muy Pobre**

**Unidad de muestra # 10 (0+551,36 – 0+580,77)**

**Tabla N° 33: Densidad y valor de reducción de la unidad de muestra 10**

Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reducción
3	B	4	20	13
3	A	6	30	50
5	M	5	25	7
12	A	1	5	30
14	M	1	5	5
15	A	2	10	21

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) \triangleleft 10$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - 50)$$

$$m = 5,74$$

Fracción decimal = 0,74

$$5 * 0,74 = 3,7$$

**Tabla N°34: Valor de reducción máximo de la unidad de muestra 10**

N°	Valor de Reducción						total	q	VCR
1	50	30	21	13	7	3,7	124,7	5	79
2	50	30	21	13	5	3,7	122,7	4	80
3	50	30	21	5	5	3,7	114,7	3	86
4	50	30	5	5	5	3,7	98,7	2	84
5	50	5	5	5	5	3,7	73,7	1	73

$$PCI = 100 - Máx. VRC$$

$$PCI = 100 - 86$$

$$PCI = 14$$

**Clasificación = Muy Pobre**

**Unidad de muestra # 11 (0+580,77 – 0+594,13)**

**Tabla N° 35: Densidad y valor de reducción de la unidad de muestra 11**

Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reducción
3	M	4	40	41
3	A	5	50	65
5	A	7	70	12
14	A	1	10	21
15	M	1	10	7,5

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) < 10$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - 79)$$

$$m = 3,65$$

Fracción decimal = 0,65

$$7,5 * 0,65 = 4,9$$

**Tabla N° 36: Valor de reducción máximo de la unidad de muestra 11**

N°	Valor de Reducción					total	q	VCR
1	65	41	21	12	4,9	143.9	4	79
2	65	41	21	5	4,9	136.9	3	82
3	65	41	5	5	4,9	120.9	2	81
4	65	5	5	5	4,9	84.9	1	85

$$PCI = 100 - \text{Máx. VRC}$$

$$PCI = 100 - 85$$

$$PCI = 15$$

**Clasificación = Muy Pobre**

**Unidad de muestra # 12 (0+732,97 – 0+757,07)**

**Tabla N°37: Densidad y valor de reducción de la unidad de muestra 12**

Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reducción
3	B	7	43,75	6
5	A	7	43,75	12
14	B	2	12,5	4

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) < 10$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - 12)$$

$$m = 9,34$$

Fracción decimal = 0,34

$$4 * 0,34 = 1,36$$

**Tabla N°38: Valor de reducción máximo de la unidad de muestra 12**

N°	Valor de Reducción			total	q	VCR
1	12	6	1.4	19,4	2	15
2	12	5	1.4	18,4	1	18

$$PCI = 100 - Máx. VRC$$

$$PCI = 100 - 18$$

$$PCI = 82$$

**Clasificación = Muy Bueno**

**Unidad de muestra # 13 (0+763,07 – 0+784,12)**

**Tabla N° 39: Densidad y valor de reducción de la unidad de muestra 13**

Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reducción
3	M	13	92,86	57
5	A	14	100	12

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) < 10$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - 57)$$

$$m = 5,07$$

$$\text{Fracción decimal} = 0,07$$

$$12 * 0,07 = 0,84$$

**Tabla N°40: Valor de reducción máximo de la unidad de muestra 13**

N°	Valor de Reducción	total	q	VCR	
1	57	0,8	57,8	1	57,8

$$PCI = 100 - \text{Máx. VRC}$$

$$PCI = 100 - 57,8$$

$$PCI = 42,2$$

**Clasificación = Regular**



**Unidad de muestra # 14 (0+945,45– 0+976,46)**

**Tabla N° 41: Densidad y valor de reducción de la unidad de muestra 14**

Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reducción
3	B	9	45	20
3	M	1	5	12
5	B	2	10	2
5	M	8	40	7

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) < 10$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - 20)$$

$$m = 8,57$$

Fracción decimal = 0,57

$$2 * 0,57 = 1,14$$

**Tabla N°42: Valor de reducción máximo de la unidad de muestra 14**

N°	Valor de Reducción				total	q	VCR
1	20	12	7	1,1	40,1	3	25
2	20	12	5	1,1	38,1	2	30
3	20	5	5	1,1	31,1	1	31

$$PCI = 100 - Máx. VRC$$

$$PCI = 100 - 31$$

$$PCI = 69$$

**Clasificación = Bueno**

**Unidad de muestra # 15 (1+109,78 – 1+138,30)**

**Tabla N° 43: Densidad y valor de reducción de la unidad de muestra 15**

Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reducción
5	M	18	54,55	7
14	B	2	6,06	2
14	M	6	18,18	13
14	A	5	15,15	25
15	M	2	6,06	5
15	A	1	3,03	4

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) < 10$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - 25)$$

$$m = 8,11$$

Fracción decimal = 0,11

$$2 * 0,11 = 0,22$$

**Tabla N°44: Valor de reducción máximo de la unidad de muestra 15**

N°	Valor de Reducción						total	q	VCR
	25	13	7	5	4	0,2			
1	25	13	7	5	4	0,2	54,2	3	42
2	25	13	5	5	4	0,2	52,2	2	44
3	25	5	5	5	4	0,2	44,2	1	44,2

$$PCI = 100 - Máx. VRC$$

$$PCI = 100 - 44,2$$

$$PCI = 55,8$$

**Clasificación = Regular**

**Unidad de muestra # 16 (1+167,76 – 1+189,47)**

**Tabla N° 45: Densidad y valor de reducción de la unidad de muestra 16**

Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reducción
3	M	1	8,33	17
5	M	9	75	7
14	M	2	16,67	12
15	B	3	25	8

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) < 10$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - 17)$$

$$m = 8,86$$

Fracción decimal = 0,86

$$7 * 0,86 = 6.02$$

**Tabla N°46: Valor de reducción máximo de la unidad de muestra 16**

N°	Valor de Reducción				total	q	VCR
1	17	12	8	6	43	3	30
2	17	12	5	6	40	2	32
3	17	5	5	6	33	1	33

$$PCI = 100 - Máx. VRC$$

$$PCI = 100 - 33$$

$$PCI = 67$$

**Clasificación = Bueno**

**Tabla N° 47: Resumen de valores de PCI en las muestras**

<b>Unidad de muestra N°</b>	<b>Valor de PCI</b>	<b>Clasificación</b>
1 ( 0+000 – 0+015,72)	28	Pobre
2 ( 0+026 – 0+076,32)	26	Pobre
3 ( 0+104,74 – 0+137,75)	71,6	Muy bueno
4 ( 0+175,45 – 0+213,01)	40	Regular
5 ( 0+213,01 – 0+243,01)	91,4	Excelente
6 ( 0+342,30 – 0+356,27)	55	Bueno
7 ( 0+380,34– 0+396,34)	51	Regular
8 ( 0+416,07 – 0+455,41)	10	Colapsado
9 ( 0+469,17 – 0+484,18)	12	Muy pobre
10 ( 0+551,36 – 0+580,77)	14	Muy pobre
11 ( 0+580,77 – 0+594,13)	15	Muy pobre
12 ( 0+732,97 – 0+757,07)	82	Muy bueno
13 ( 0+763,07 – 0+784,12)	42,2	Regular
14 ( 0+945,45 – 0+976,46)	69	Bueno
15 ( 1+109,78– 1+138,30)	55,8	Regular
16 ( 1+167,76– 1+189,47)	67	Bueno

*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

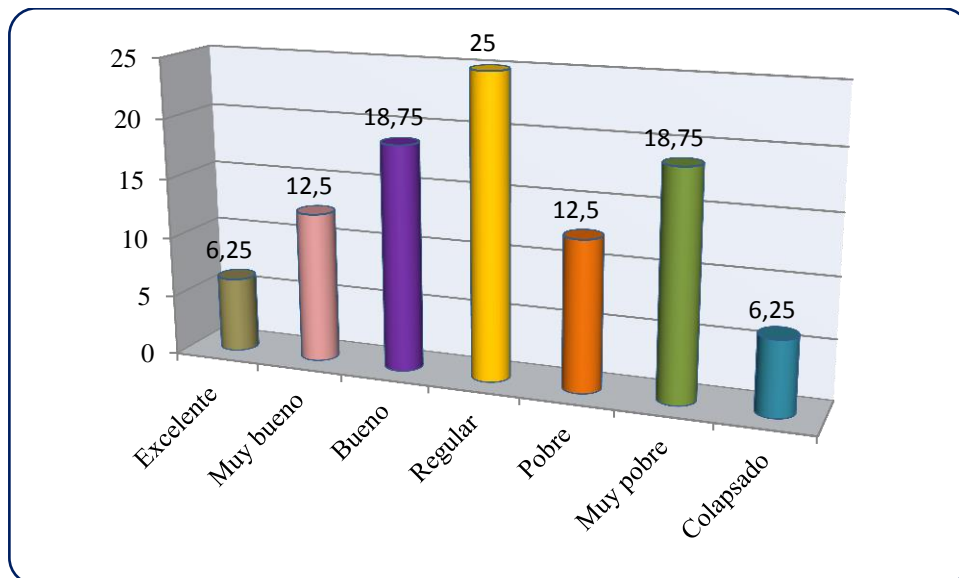


**Tabla N° 48: Porcentaje del estado de daño**

<b>Estado</b>	<b>Unidades de muestreo</b>	<b>Porcentaje</b>
Excelente	1	6,25
Muy bueno	2	12,50
Bueno	3	18,75
Regular	4	25
Pobre	2	12,50
Muy pobre	3	18,75
Colapsado	1	6,25
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N° 27 Porcentaje del estado de daño**



**Fuente Egda. Viviana Higuera**

Como se puede notar en el gráfico anterior de las 16 unidades de muestreo que se analizó, solo el 6,25% está en condición excelente, el 25% está en un estado regular y un 6,25% se encuentra en condición de colapsado.

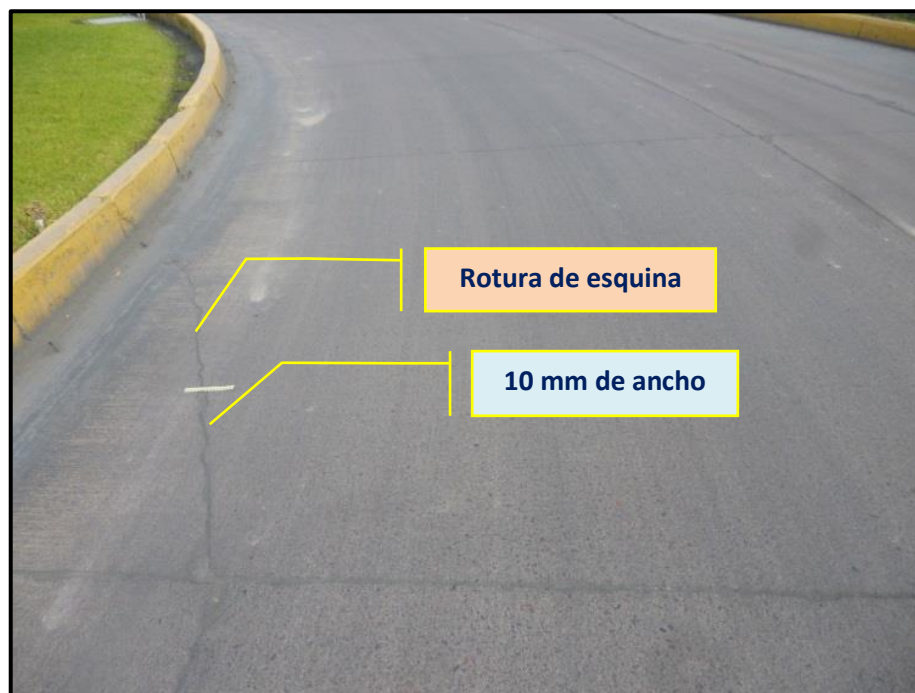
## 6.7.2. Fallas encontradas en la vía

### 6.7.2.1. Causas y soluciones

Las fallas que se encontraron a lo largo de la vía después de realizar el análisis correspondiente por el método PCI fueron las siguientes:

#### 6.7.2.1.1 Rotura de Esquina

Son causadas por la repetición de cargas pesadas (fatiga del hormigón) combinadas con la acción drenante, que debilita y erosiona el apoyo de la fundación, así como también por una deficiente transferencia de cargas a través de la junta, que favorece el que se produzcan altas deflexiones de esquina.



**Solución:** Sellado de fisuras con emulsión asfáltica

- **Limpieza.** Las grietas deberán limpiarse completa y cuidadosamente en toda su profundidad. No se utilizara barretas, chuzos, equipos neumáticos de percusión u otras herramientas o elementos destinados a picar la junta o

que puedan soltar o desprender trozos de hormigón, y reducir la resistencia del mismo.

La limpieza deberá terminar con un soplado con aire comprimido con una presión mínima de 120 psi, que elimine todo vestigio de material. Antes de utilizar este equipo se deberá constatar que el aire expulsado esté completamente libre de aceite.

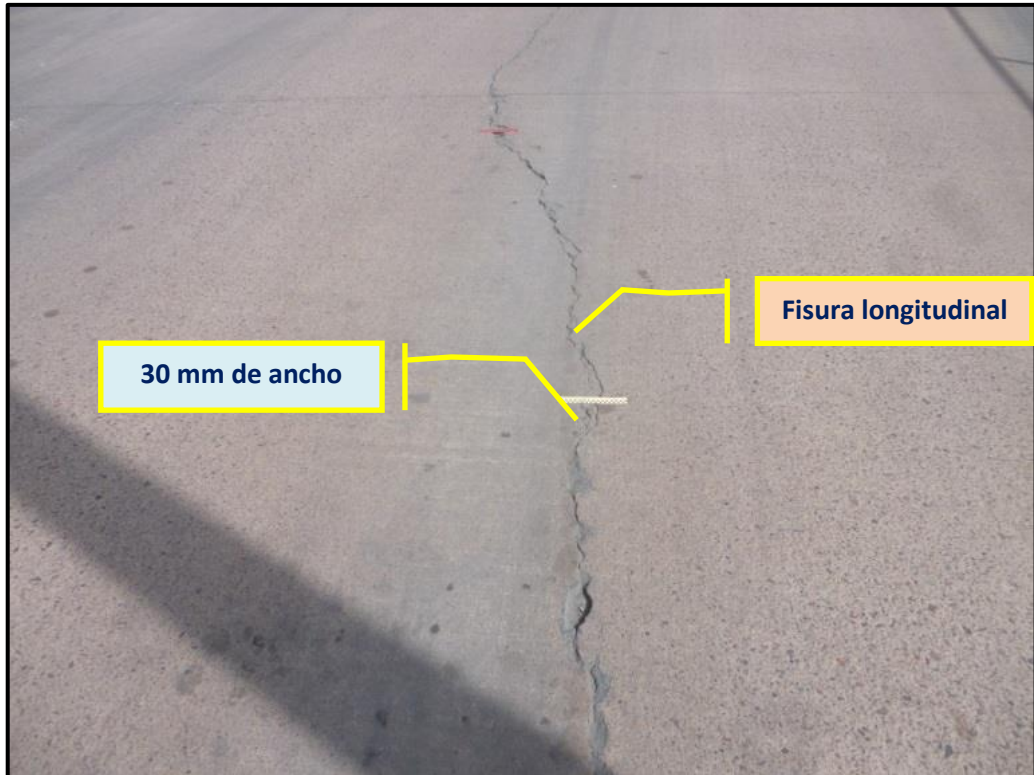
- **Imprimación.** Especial cuidado se debe dar a la imprimación, en los casos que esta se especifique, de modo de producir una perfecta adherencia entre el sellante y las paredes de las juntas o grietas.

#### **6.7.2.1.2 Fisuras longitudinales, transversales y diagonales**

Son causadas por la repetición de cargas pesadas, pérdida de soporte de la fundación, gradientes de tensiones originados por cambios de temperatura y humedad, o por las deficiencias en la ejecución de éstas y/o sus juntas longitudinales. Con frecuencia la ausencia de juntas longitudinales y/o losas, con relación ancho / longitud excesiva, conducen también al desarrollo de fisuras longitudinales.

Son causadas por una combinación de los siguientes factores: excesivas repeticiones de cargas pesadas (fatiga), deficiente apoyo de las losas, asentamientos de la fundación, excesiva relación longitud / ancho de la losa o deficiencias en la ejecución de éstas. La ausencia de juntas transversales o bien losas con una relación longitud / ancho excesivos, conducen a fisuras transversales o diagonales, regularmente distribuidas o próximas al centro de las losas, respectivamente. Variaciones significativas en el espesor de las losas provocan también fisuras transversales.





**Soluciones:** Sellado de fisuras con emulsión asfáltica

- **Limpieza.** Las grietas deberán limpiarse completa y cuidadosamente en toda su profundidad. No se utilizara barretas, chuzos, equipos neumáticos de percusión u otras herramientas o elementos destinados a picar la junta o que puedan soltar o desprender trozos de hormigón, y reducir la resistencia del mismo.

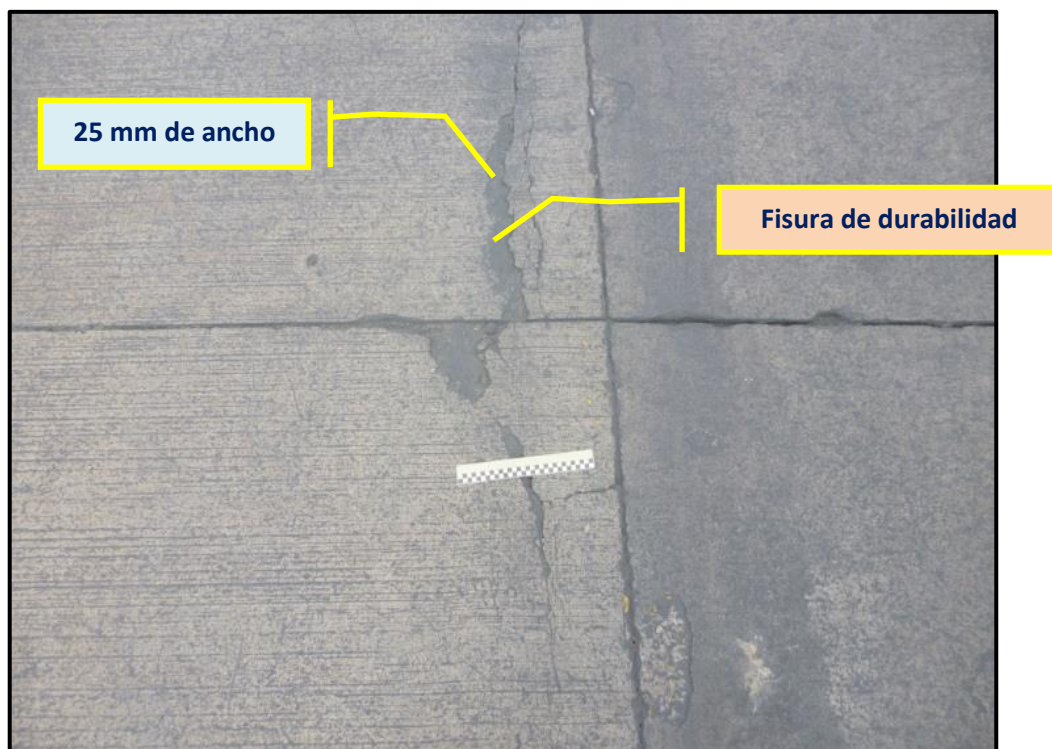
La limpieza deberá terminar con un soplado con aire comprimido con una presión mínima de 120 psi, que elimine todo vestigio de material. Antes de utilizar este equipo se deberá constatar que el aire expulsado esté completamente libre de aceite.

- **Imprimación.** Especial cuidado se debe dar a la imprimación, en los casos que esta se especifique, de modo de producir una perfecta adherencia entre el sellante y las paredes de las juntas o grietas.

#### **6.7.2.1.3 Fisuras de Durabilidad**

Usualmente aparece como un patrón de fisuras en proximidad o paralela a una junta o a una fisura lineal. Está causada por la incapacidad del hormigón de soportar factores ambientales. Generalmente puede observarse un oscurecimiento de la zona alrededor de las fisuras finas de durabilidad.

Este tipo de fisuración puede llevar eventualmente a la desintegración del hormigón a una distancia de 300 a 600 mm de la junta o la fisura.



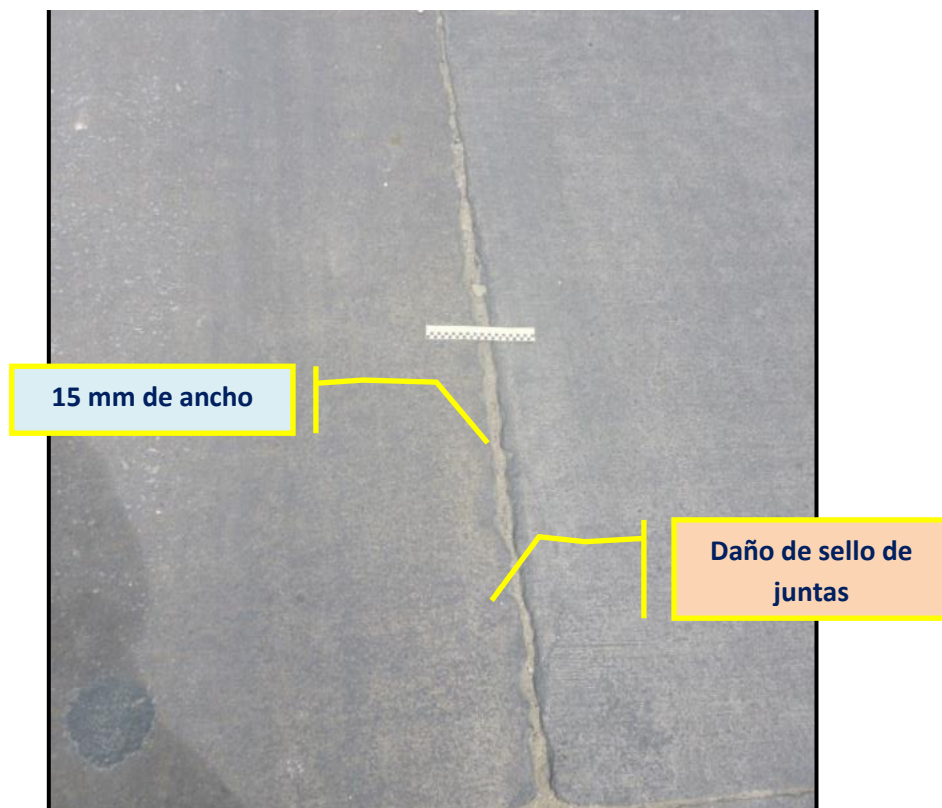
**Solución:** Las fisuras de durabilidad en su nivel de severidad bajo y medio se puede hacer un sello con emulsión asfáltica mientras que en su nivel alto se podrá reparar en forma parcial.

Para las fisuras de durabilidad para su nivel bajo y medio realizaremos un sello de fisuras para lo cual se utilizara el mismo procedimiento anterior que para las fisuras longitudinales y para su nivel alto haremos el siguiente procedimiento:

- Efectuar un corte con una sierra alrededor del perímetro del área a reparar. El corte de la sierra debe tener una profundidad mínima de 40 mm.
- La superficie se debe remover en una profundidad mínima de 40 mm con herramientas neumáticas ligeras hasta que quede expuesto el concreto sano.
- Retirar los escombros con herramientas manuales una vez que se haya utilizado las herramientas neumáticas.
- Como la remoción se efectúa cerca de una junta longitudinal y transversal, antes de verter el concreto se debe colocar un inserto incompresible para evitar la adherencia entre tableros adyacentes.

#### 6.7.2.1.4 Daño en sello de juntas

El daño en el sellado de juntas es todo aquel que permite que partículas de suelo o rocas se acumulen en las juntas o que permita la infiltración del agua. La acumulación de materiales incompresibles no permite que las losas se expandan y puede llevar al alabeo, fragmentación o desprendimiento de material. La infiltración del agua a través del daño en el sellado de juntas puede causar ablandamiento y deterioro de la subbase, lo cual puede ser prevenido mediante la incorporación de selladores flexibles vinculados a los bordes de las losas. Las condiciones típicas de daño en el sellado de juntas incluyen: (a) desprendimiento del material de sellado, (b) extrusión del material de sellado, (c) crecimiento de material orgánico, (d) endurecimiento del sellador (oxidación), (e) pérdida de adherencia a los bordes de las losas, y (f) ausencia o falta de sellador en la junta.



**Solución:** Sellado de juntas con emulsión asfáltica

**Limpieza.** Las grietas deberán limpiarse completa y cuidadosamente en toda su profundidad. No se utilizará barretas, chuzos, equipos neumáticos de percusión u

otras herramientas o elementos destinados a picar la junta o que puedan soltar o desprender trozos de hormigón, y reducir la resistencia del mismo.

La limpieza deberá terminar con un soplado con aire comprimido con una presión mínima de 120 psi, que elimine todo vestigio de material. Antes de utilizar este equipo se deberá constatar que el aire expulsado esté completamente libre de aceite.

**Imprimación.** Especial cuidado se debe dar a la imprimación, en los casos que esta se especifique, de modo de producir una perfecta adherencia entre el sellante y las paredes de las juntas o grietas.

#### 6.7.2.1.5 Bacheos grandes y corte para instalaciones

Para nuestro caso no tenemos baches, pero encontramos cortes para instalaciones.



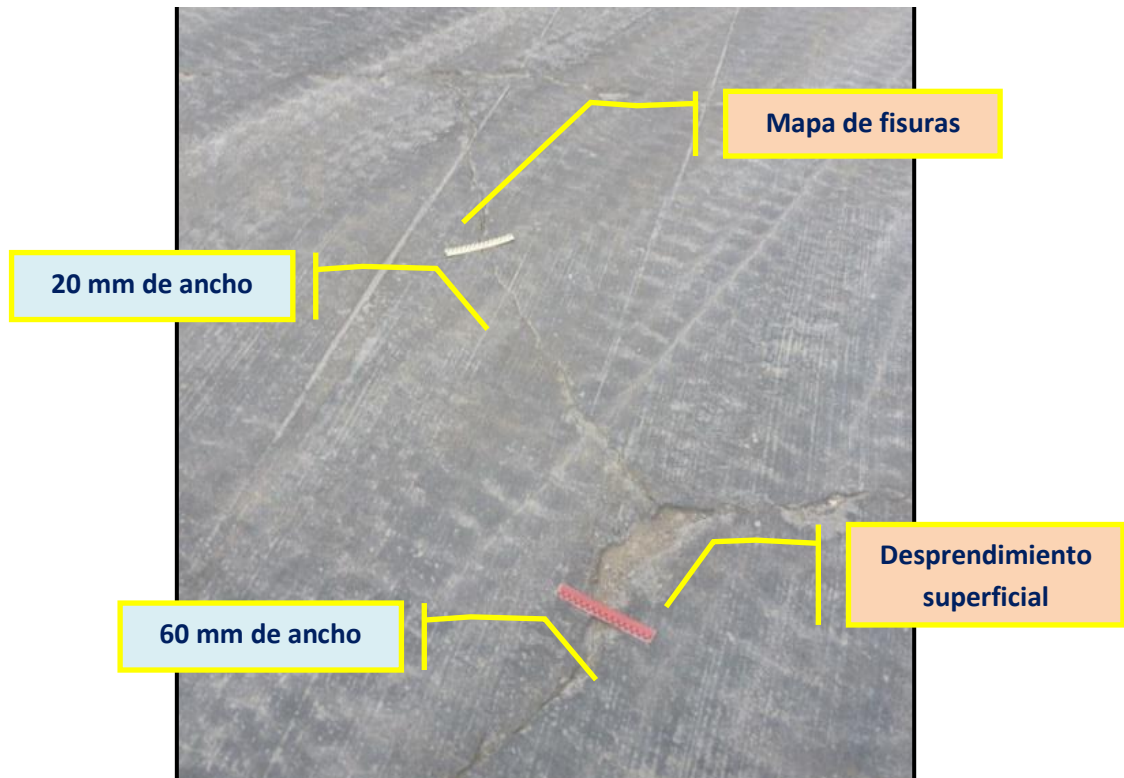
**Solución:** Los cortes hechos en la calzada repararlos parcialmente, los que se encuentran deteriorados

- Efectuar un corte con una sierra alrededor del perímetro del área a reparar. El corte de la sierra debe tener una profundidad mínima de 40 mm.
- La superficie se debe remover en una profundidad mínima de 40 mm con herramientas neumáticas ligeras hasta que quede expuesto el concreto sano.
- Retirar los escombros con herramientas manuales una vez que se haya utilizado las herramientas neumáticas.
- Como la remoción se efectúa cerca de una junta longitudinal y transversal, antes de verter el concreto se debe colocar un inserto incompresible para evitar la adherencia entre tableros adyacentes.

#### **6.7.2.1.6 Desprendimiento superficial, mapa de fisuras**

Posibles causas: Son causadas por la repetición de cargas pesadas (fatiga de concreto), el equivocado diseño estructural y las condiciones de soporte deficiente. Es la evolución final del proceso de fisuración, que comienza formando una malla más o menos cerrada; el tránsito y el continuo deflexionar de los planos aceleran la subdivisión en bloques más pequeños, favoreciendo el despostillamiento de sus bordes. De no tomarse medidas correctivas el deterioro progresa formando a corto plazo un bache. Pueden presentar diversas formas y aspectos, pero con mayor frecuencia son delimitados por una junta y una fisura.





**Solución:** En este tipo de falla la reparación tiene que ser total en todo el espesor de la losa.

Lo recomendable es realizar una reparación a profundidad total y remover todo el tablero de losa afectado, una vez que se haya realizado esto se deberá evaluar el material de la sub-base a través de pruebas de laboratorio y catalogar el tipo de suelo presente, para identificar el mejor método de estabilización del mismo y evitar asentamiento una vez que se complete la etapa de vertido del concreto en el área a reparar.

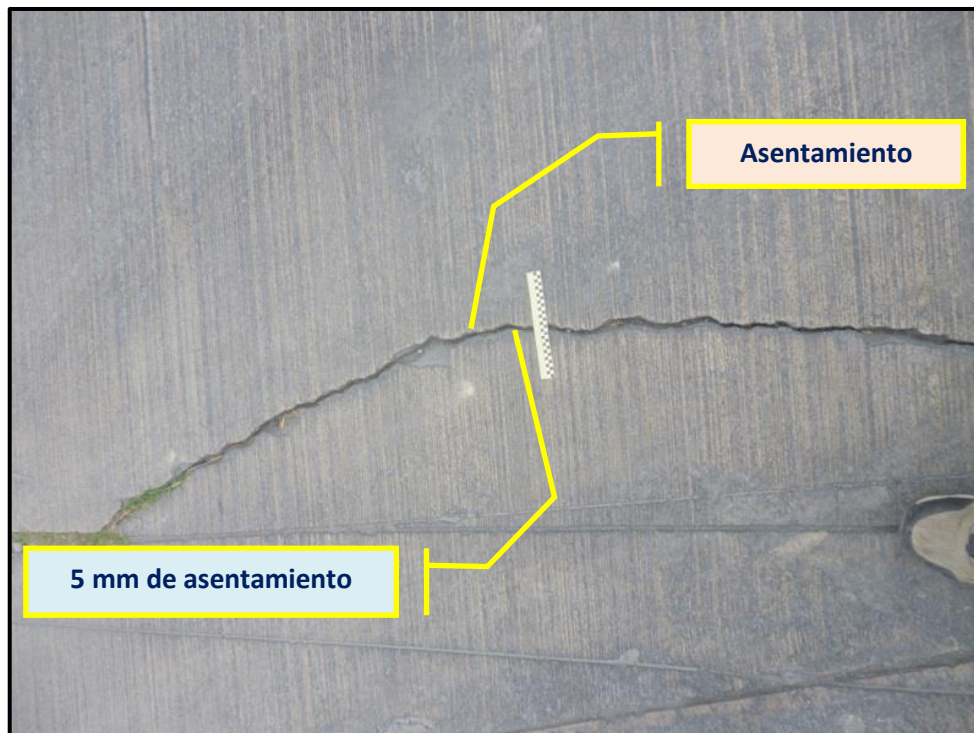
El procedimiento por reparación total, se realizará por demolición por el gran agrietamiento existente y porque en una buena área existe hundimiento del pavimento. Debe recordarse que la reparación total consiste en:

- La demolición en este caso es recomendada por el gran deterioro que presenta el pavimento. La demolición se puede realizar con la ayuda de un martillo neumático o un rotomartillo, retirando luego el material mediante el uso de una retroexcavadora o de herramientas manuales.

- Para no dañar el pavimento circundante se recomienda realizar cortes de sierra de profundidad total en los bordes, en ubicaciones predeterminadas, además se deben de hacer cortes secundarios, de toda la profundidad dentro del área que se va a remover, en forma paralela y aproximadamente a una distancia de 300 mm de cada uno de los cortes periféricos. Esto incluye la junta longitudinal existente.

#### 6.7.2.1.7 Asentamiento o fallas

Es el resultado en parte del ascenso a través de la junta o grieta del material suelto proveniente de la capa inferior de la losa (en sentido de la circulación del tránsito) como también por depresión del extremo de la losa posterior, al disminuir el soporte de la fundación. Son manifestaciones del fenómeno de bombeo, cambios de volumen que sufren los suelos bajo la losa de hormigón y de una deficiente transferencia de carga entre juntas.



**Solución:** En este tipo de falla la reparación tiene que ser total en todo el espesor de la losa



Lo recomendable es realizar una reparación a profundidad total y remover todo el tablero de losa afectado, una vez que se haya realizado esto se deberá evaluar el material de la sub-base a través de pruebas de laboratorio y catalogar el tipo de suelo presente, para identificar el mejor método de estabilización del mismo y evitar asentamiento una vez que se complete la etapa de vertido del concreto en el área a reparar.

El procedimiento por reparación total, se realizará por demolición por el gran agrietamiento existente y porque en una buena área existe hundimiento del pavimento. Debe recordarse que la reparación total consiste en:

- La demolición en este caso es recomendada por el gran deterioro que presenta el pavimento. La demolición se puede realizar con la ayuda de un martillo neumático o un rotomartillo, retirando luego el material mediante el uso de una retroexcavadora o de herramientas manuales.
- Para no dañar el pavimento circundante se recomienda realizar cortes de sierra de profundidad total en los bordes, en ubicaciones predeterminadas, además se deben de hacer cortes secundarios, de toda la profundidad dentro del área que se va a remover, en forma paralela y aproximadamente a una distancia de 300 mm de cada uno de los cortes periféricos. Esto incluye la junta longitudinal existente.

#### **6.7.2.1.8 Losa fragmentada**

Posibles causas: Son originadas por la fatiga del concreto, provocadas por la repetición de elevadas cargas de tránsito y/o deficiente soporte de la fundación, que se traducen en una capacidad de soporte deficiente de la losa.



**Solución:** En este tipo de falla la reparación tiene que ser total en todo el espesor de la losa

Lo recomendable es realizar una reparación a profundidad total y remover todo el tablero de losa afectado, una vez que se haya realizado esto se deberá evaluar el material de la sub-base a través de pruebas de laboratorio y catalogar el tipo de suelo presente, para identificar el mejor método de estabilización del mismo y evitar asentamiento una vez que se complete la etapa de vertido del concreto en el área a reparar.

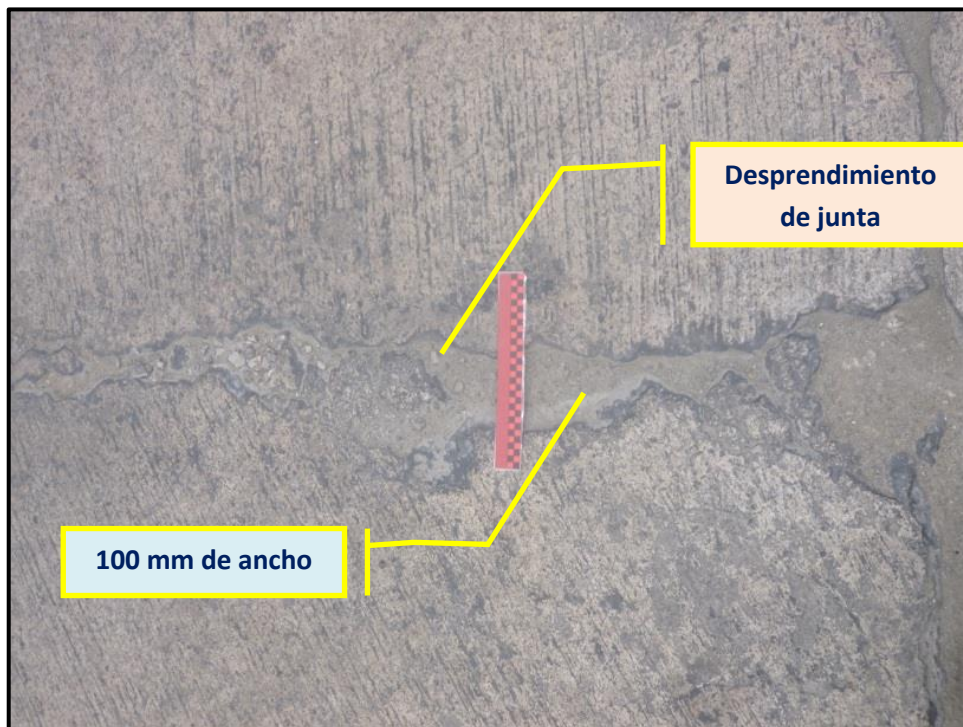
El procedimiento por reparación total, se realizará por demolición por el gran agrietamiento existente y porque en una buena área existe hundimiento del pavimento. Debe recordarse que la reparación total consiste en:

- La demolición en este caso es recomendada por el gran deterioro que presenta el pavimento. La demolición se puede realizar con la ayuda de un martillo neumático o un rotomartillo, retirando luego el material mediante el uso de una retroexcavadora o de herramientas manuales.

- Para no dañar el pavimento circundante se recomienda realizar cortes de sierra de profundidad total en los bordes, en ubicaciones predeterminadas, además se deben de hacer cortes secundarios, de toda la profundidad dentro del área que se va a remover, en forma paralela y aproximadamente a una distancia de 300 mm de cada uno de los cortes periféricos. Esto incluye la junta longitudinal existente.

#### 6.7.2.1.9 Desprendimiento en junta

Posibles causas: Los despostillamientos se producen como consecuencia de diversos factores que pueden actuar aislada o combinadamente; excesivas tensiones en las juntas ocasionadas por las cargas del tránsito y/o por infiltración de materiales incompresibles; debilidad del concreto en la proximidad de la junta debido a un sobre acabado y excesiva disturbación durante la ejecución de la junta; deficiente diseño y/o construcción de los sistemas de transferencia de carga de la junta; acumulación de agua a nivel de las juntas.



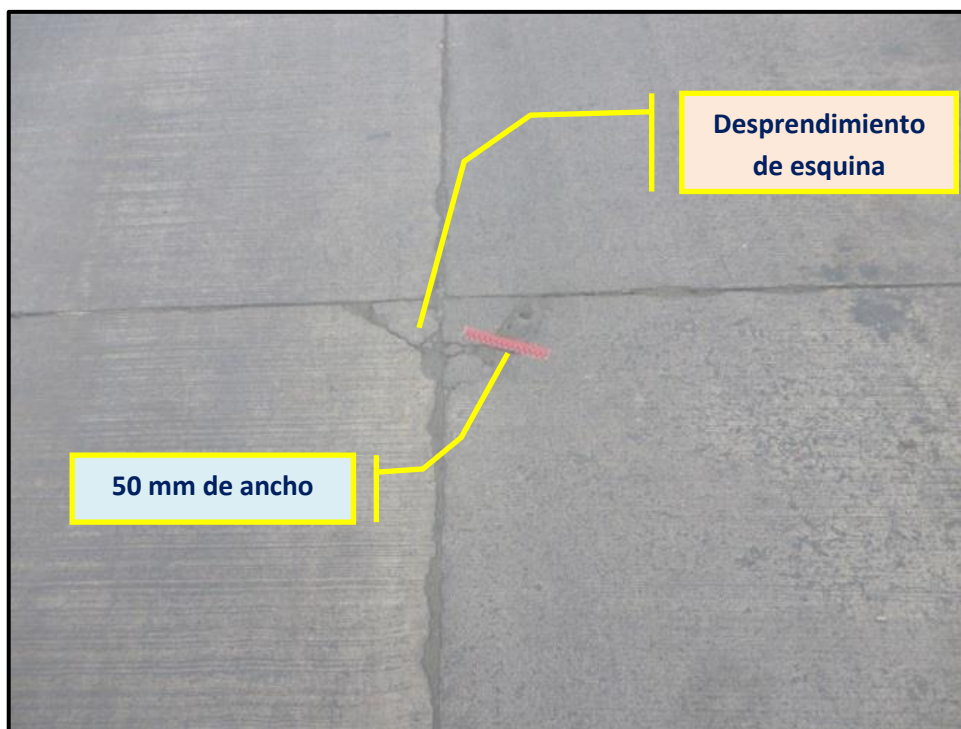
**Solución:** Reparación parcial de la zona afectada en la losa

Como el ancho de la fisura es mayor a 30 mm, no es aplicable el sellado de grietas y juntas, por lo tanto se aplicara el procedimiento de reparación a profundidad parcial.

- Efectuar un corte con una sierra alrededor del perímetro del área a reparar. El corte de la sierra debe tener una profundidad mínima de 40 mm.
- La superficie se debe remover en una profundidad mínima de 40 mm con herramientas neumáticas ligeras hasta que quede expuesto el concreto sano.
- Retirar los escombros con herramientas manuales una vez que se haya utilizado las herramientas neumáticas.
- Como la remoción se efectúa cerca de una junta longitudinal y transversal, antes de verter el concreto se debe colocar un inserto incompresible para evitar la adherencia entre tableros adyacentes.

#### **6.7.2.1.10 Desprendimiento en esquina**

Posibles causas: se producen como consecuencia de diversos factores; excesivas tensiones en las juntas ocasionadas por las cargas del tránsito y/o por infiltración de materiales incompresibles; debilidad del concreto en la proximidad de la junta debido a un sobre acabado y excesiva disturbación durante la ejecución de la junta y hace que la se produzcan desprendimiento en las esquinas.



**Solución:** Reparación parcial de la zona afectada en la losa

- Definir el área a remover (entre 80 a 100 mm más allá del área afectada).
- Definir áreas cuadradas y rectangulares para que la remoción del concreto sea más fácil.
- Efectuar un corte con una sierra alrededor del perímetro del área a reparar. El corte de la sierra debe tener una profundidad mínima de 40 mm.
- La superficie se debe remover en una profundidad mínima de 40 mm con herramientas neumáticas ligeras hasta que quede expuesto el concreto sano.
- Retirar los escombros con herramientas manuales cincelado una vez que se haya utilizado la herramientas neumáticas.
- Como nuestra remoción se efectúa cerca de una junta longitudinal y transversal, antes de verter el concreto se debe colocar un inserto incomprensible para evitar la adherencia entre tableros adyacentes.

### **6.7.3. Mantenimiento**

#### **Mantenimiento de Rutina**

Este conserva el pavimento en buen estado general, se encarga de problemas localizados como:

Sellado de grietas o bacheo; así como de operaciones de limpieza de drenajes, hombros y taludes. <sup>(7)</sup> (FLORES Escoto Ricardo, 2008)

#### **Mantenimiento Preventivo (Periódico)**

Contrarresta el deterioro antes que sea significativo, mediante actividades como lechadas asfálticas y sellos superficiales (en pavimentos bituminosos); reparaciones de espesor parcial o total, restauración de la transferencia de carga y cepillado (en pavimentos de concreto hidráulico) <sup>(7)</sup>

#### **Reconstrucción**

Se define como el retiro y reemplazo total de la estructura de un pavimento para generar una nueva estructura, la cual queda como una vía nueva. Es posible considerar la reutilización total o parcial de los materiales existentes.

En su detalle, se debe hacer el estudio de tránsito, materiales, dimensionamiento estructural y si se requiere renovación o diseño de redes hidráulicas necesarias, para garantizar el período de vida útil previsto. (Martínez Arias, Iván Darío)

**Tabla N°49: Cronograma de actividades para los Mantenimientos**

<i>ACTIVIDADES</i>	<i>TIEMPO ESTIMADO</i>									
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8		
<b>Mantenimiento Rutinario</b>										
Bacheo										Se realiza cada 4 semanas en las áreas donde sea necesario
Sello de juntas										
Limpieza de alcantarillas										Para este caso la limpieza se realizará como se lo indica
<b>Matenimiento Periódico</b>	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8		
Limpieza de señalización vertical										Se realiza cada 6 meses en las áreas donde sea necesario
Señalización horinzontal										
Levantamirnto de losas										Esta se realiza en caso de que sea necesario
<b>Reconstrucción o Correctivo</b>	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	.....	.....	Año vida útil		
Reemplazo total de la estructura										Se lo realiza al término de la vida útil o antes si es el caso de un deterioro prematuro
Cambio de letreros										El cambio de letreros se realiza cada 5 años

*Fuente: Egda. Viviana Higuera*

#### 6.7.4. Diseño de la Estructura de Pavimento

Se diseña el pavimento para la sección (Ver gráficos N° 31, 32) colapsado que se determinó mediante el método PCI.

##### 6.7.4.1 Estructura de Pavimento por el método AASHTO 93

- Se designará el período de diseño según la normativa AASHTO.

**Tabla N° 50: Períodos de diseño**

<b>Periodos de diseño a adoptar e función del tipo de carretera</b>	
<b>Tipo de carretera</b>	<b>Período de diseño (Años)</b>
Urbana de alto volumen de tráfico	30 – 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 – 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 – 20

**Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”.**

Tomamos para carreteras de “Rural de Alto volumen” por el número de vehículos pesados que tenemos, para su efecto se calculará con 20 años, que es la edad del pavimento hasta la actualidad.

#### **Factor de crecimiento**

El factor de crecimiento para los distintos tipos de vehículos se calcula con la siguiente expresión:

$$Fc = \frac{(1 + r)^p - 1}{r}$$

Dónde:

r: tasa de crecimiento anual se toma de la Tabla N° 9, para vehículos livianos 3.57%, y camiones 1.74%.



p: período asignado de diseño en años

Livianos

$$Fc = \frac{(1 + 0.0357)^{20} - 1}{0.0357}$$

$$Fc = 28.48$$

Pesados

$$Fc = \frac{(1 + 0.0174)^{20} - 1}{0.0174}$$

$$Fc = 23.68$$

El factor de crecimiento para vehículos livianos es de 28.48 y de camiones de 23.68

La distribución direccional para la vía será de 50% es decir tienen el mismo porcentaje de cargas para cada carril.

Para la asignación del factor de distribución por carril por tener uno en cada dirección la carretera en mención, la norma AASHTO recomienda el 100%.

El tránsito equivalente se ha tomado en cuenta los factores equivalentes de carga LEF's, estos se encuentran clasificados según el tipo de eje, el espesor de la losa asumido, carga por eje, e índice de serviciabilidad final, los valores estarán en las tablas que se encuentran a continuación.

Para el presente proyecto se ha asumido un espesor de losa de 8 pulg. Por ser un sector con características de circulación de tráfico pesado.

Para ejes de vehículos livianos de 1 ton igual a 2,2 kips y para ejes simples tenemos dos valores de, 6 ton y de 11 ton que equivale a 13,22 kips y 24,25 kips respectivamente.

**Tabla N°51: Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos eje simple Pt = 2,5**

Carga p/eje (Kips)	Espesor de losa D (en pulgadas)								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
4	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
6	0,012	0,011	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
8	0,039	0,035	0,033	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
10	0,097	0,089	0,084	0,082	0,081	0,080	0,080	0,080	0,080
12	0,204	0,190	0,181	0,176	0,175	0,174	0,174	0,173	0,173
14	0,376	0,36	0,347	0,341	0,338	0,337	0,336	0,336	0,336
16	0,634	0,623	0,61	0,604	0,601	0,599	0,599	0,599	0,598
18	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1,51	1,52	1,55	1,57	1,58	1,58	1,59	1,59	1,59
22	2,21	2,20	2,28	2,34	2,38	2,40	2,41	2,41	2,41
24	3,16	3,10	3,22	3,36	3,450	3,50	3,53	3,54	3,55
26	4,410	4,27	4,42	4,670	4,85	4,95	5,01	5,04	5,05
28	6,05	5,76	5,92	6,29	6,61	6,81	6,92	6,98	7,01

*Fuente: Manual Centroamericano para pavimentos, Norma AASHTO*

Interpolando los valores y obtenemos:

Vehículos

Para 2.2 kips = 0,00076

Camiones

Para 13,22 kips = 0,282

Para 24,25 kips = 3,37

Para ejes tándem tenemos el valor de 18 tons equivalente a 39,68 kips

**Tabla N°52: Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos eje tandem Pt = 2,5**

Carga p/eje (Kips)	Espesor de losa D (en pulgadas)								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
30	1,11	1,12	1,13	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
32	1,43	1,44	1,47	1,49	1,50	1,51	1,51	1,51	1,51
34	1,82	1,82	1,87	1,92	1,95	1,96	1,97	1,97	1,97
36	2,29	2,27	2,35	2,43	2,48	2,51	2,52	2,52	2,53
38	2,85	2,80	2,91	3,04	3,12	3,16	3,18	3,20	3,20
40	3,52	3,42	3,55	3,74	3,87	3,94	3,98	4,00	4,01
42	4,32	4,16	4,30	4,55	4,74	4,86	4,91	4,95	4,96
44	5,26	5,01	5,16	5,48	5,75	5,92	6,01	6,06	6,09
46	6,36	6,01	6,14	6,53	6,90	7,14	7,28	7,36	7,40
48	7,64	7,17	7,27	7,73	8,21	8,55	8,75	8,86	8,92
50	9,11	8,50	8,55	9,07	9,68	10,1	10,4	10,6	10,7

*Fuente: Manual Centroamericano para pavimentos, Norma AASHTO*

Interpolando los valores y obtenemos:

Para 39,68kips = 3,45

Para ejes tridem tenemos el valor de 24 tons equivalente a 52.91 kips.

**Tabla N° 53: Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos eje tridem Pt = 2,5**

Carga p/eje (Kips)	Espesor de losa D (en pulgadas)								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
40	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
42	1,38	1,38	1,41	1,44	1,45	1,46	1,46	1,46	1,46
44	1,65	1,65	1,70	1,74	1,77	1,78	1,78	1,78	1,79
46	1,97	1,96	2,03	2,09	2,13	2,15	2,16	2,16	2,16
48	2,34	2,31	2,40	2,49	2,55	2,58	2,59	2,60	2,60
50	2,76	2,71	2,81	2,94	3,02	3,07	3,09	3,10	3,11
52	3,24	3,16	3,28	3,44	3,56	3,63	3,66	3,68	3,68
54	3,79	3,66	3,79	4,00	4,16	4,26	4,30	4,33	4,34
56	4,41	4,23	4,37	4,63	4,84	4,97	5,03	5,07	5,09
58	5,12	4,87	5,01	5,32	5,59	5,76	5,85	5,90	5,93
60	5,91	5,59	5,71	6,08	6,42	6,64	6,77	6,84	6,87

*Fuente: Manual Centroamericano para pavimentos, Norma AASHTO*

Interpolando los valores y obtenemos:

Para 52,91kips = 3.512

El factor camión es el deterioro que producirá el tránsito, se lo simplificará con el cálculo de ESAL's que es la transformación a un número con el cual se puede trabajar así:

$$\text{Número de ejes} = \text{Volumen de tráfico proyectado} * \text{Tipo de eje}$$

En dónde el número de ejes para simples es de 1, para tándem es 2 y para tridem es 3, ejemplo de cálculo:

Livianos

$$\text{Número de ejes} = \text{Volumen de tráfico proyectado} * \text{Tipo de eje}$$

$$\text{Número de ejes}_{\text{simples}} = 145 * 1$$

$$\text{Número de ejes}_{\text{simples}} = 145 \text{ vehículos}$$

**Tabla N°54: Resumen de cálculo de Número de ejes**

Tipo de vehículo	Carga por eje (ton)	Volumen de tráfico	Tipo de eje	Número de ejes
<b>Autos</b>	1	145	1	145
<b>Simple</b>	6	203	1	203
<b>Simple1</b>	11	21	1	21
<b>Tándem</b>	18	83	2	166
<b>Tridem</b>	24	109	3	327

*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

Entonces para los ejes el número de ejes en vehículos simples serán 145, y para los camiones con ejes simples 203, con ejes tándem es 166, con ejes tridem es de 327 ejes

### **Cálculo de los ESAL's de diseño**

Para obtención de los ESAL's de diseño se empleó un método riguroso, el mismo que requiere el uso de los factores camión para cada clase individual de

camiones.

Con los datos del Tráfico promedio diario y la distribución de pesos, se obtuvo un estimado del ESAL's diario correspondiente al año 2015, a través de la aplicación del siguiente procedimiento:

Cálculo del número equivalente de peso de cada uno de los ejes por tipo de vehículo a utilizar, respecto al peso estándar de 8.2 Toneladas por eje.

#### Cálculo del número de ESAL's promedio por tipo de vehículo

- a) En este caso, la columna **A** es el volumen diario contado para cada vehículo tipo en función de sus números de ejes.
- b) La columna **B** tiene el factor de crecimiento para cada tipo de vehículo. El factor de crecimiento depende de la tasa de crecimiento y del período de análisis. Cada tipo de vehículo puede tener una tasa de crecimiento distinta, dado que no tiene por qué crecer al mismo ritmo.
- c) La columna **C** es igual al producto de la **A** por la **B** y por 365 días y nos da la cantidad acumulada de vehículos de cada tipo en el período de análisis.
- d) La columna **D** es el factor de ESAL's para cada tipo de camión, obtenida de las tablas N°51,52,53.

Para el cálculo del factor de ESAL's se deben analizar los distintos pesos de ejes para cada tipo de camión. A continuación se muestran algunas tablas en donde se indica los factores equivalentes de carga para pavimento rígido, considerados en el presente estudio.

- e) La columna **E** es el producto de la **D** por **C** y la suma de **E** es el número total de ESAL's a usar para el diseño del pavimento, el cual debe afectarse por el factor de distribución direccional por carril.

Y el cálculo del número de ESAL's, será:

**Tabla N°55: Valor de ESAL's**

Tipo de vehículo	Carga Eje (kips)	Cantidad de vehículos	Factor de crecimiento	Tránsito de diseño	Factor de ESAL's	ESAL's de diseño
		A	B	C A*B*365	D	E C*D
Autos	1	145	28.48	1507304	0,00076	1145,551
Simple	6	203	23.68	1754569,6	0,282	494788,6
Simple1	11	21	23.68	181507,2	3,37	611679,3
Tandem	18	166	23.68	1434771,2	3,45	4949961
Tridem	24	327	23.68	2826326,4	3,512	9926058
			Total de ESAL's de diseño			15983632

*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

Entonces se realizará el cálculo de W18 ESAL's:

$$W_{18}ESAL's = ESAL's * Factor D.por carril * Distribución direccional$$

$$W_{18}ESAL's = 15983632 * 0,5 * 1$$

$$W_{18}ESAL's = 7991816$$

### Parámetros de diseño

- Según la normativa AASHTO para carreteras de pavimento rígido se tomará un índice de servicio inicial de  $PSI_{inicial}$  de 4.50.
- Así mismo por la misma norma se adoptará un índice de servicio final  $PSI_{final}$  de 2.5.
- La pérdida o el índice de serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ) será:

$$\Delta PSI = PSI_{inicial} - PSI_{final}$$

$$\Delta PSI = 4,5 - 2,5$$

$$\Delta PSI = 2,0$$

- El nivel de confiabilidad R se lo tomará

**Tabla N°56: Niveles de confiabilidad**

NIVELES DE CONFIABILIDAD		
CLASIFICACION FUNCIONAL	NIVEL RECOMENDADO POR AASHTO-93	
	Urbanas	Rurales
Autopistas	85 - 99,9	80 - 99,99
Carretera 1° Orden	80-99	75 - 99
Carretera Secundarias	80 - 95	75 - 95
Caminos Vecinales	50 - 80	50 - 80

*Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”.*

Para el diseño del pavimento en nuestro caso, se asume una de confiabilidad del 80 %.

- **La desviación estándar normal Zr** la tomaremos de la siguiente tabla:

**Tabla N°57: Valor de la Desviación estándar normal Zr**

Confiabilidad R en porcentaje	Desviación estándar normal Zr
50	0
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,34
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

*Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”.*

➤ **Desviación estándar (So).**

A partir del valor de confiabilidad asumido, se halla el valor de la desviación estándar del nivel de confiabilidad. Asumimos un valor representativo del error estándar combinado de la predicción del tráfico y el comportamiento previsto del pavimento.

AASHTO recomienda adoptar para **So** valores comprendidos entre 0,35 – 0,40 para pavimentos rígidos y para esta investigación usará 0,37

➤ **Factores de Drenaje (Cd)**

En la evaluación del coeficiente de drenaje se establece primeramente la calidad de drenaje, realizando estudios de permeabilidad y calculando entonces el tiempo requerido para drenar el 50% del agua de la capa. El tiempo asumido por la calidad es de 1 día por lo que se califica como buen drenaje según la metodología AASHTO.

Luego se estimó el porcentaje de tiempo que la estructura estará expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación, obteniéndose el factor de drenaje a partir de los cuadros que se muestran a continuación:

**Tabla N°58: Calidad del drenaje**

<b>CALIDAD DEL DRENAJE</b>	<b>TIEMPO RECOMENDADO DE SALIDA DEL AGUA</b>
EXCELENTE	2 HORAS
BUENO	1 DIA
<b>REGULAR</b>	<b>1 SEMANA</b>
MALO	1 MES
MUY MALO	NO DRENA

*Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”.*



**Tabla N°59: Valores de coeficientes de drenaje**

Valores recomendados del coeficiente de drenaje para el diseño de pavimentos rígidos				
Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación			
	Menor 1%	1 – 5%	5 – 25%	Mayor 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 – 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 - 0.90	0.90- 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 - 0.90	0.90- 0.80	0.80 - 0.70	0.70

*Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”.*

El factor de drenaje es 0.90, por tratarse de una zona de regular drenaje.

➤ **Transferencia de cargas. (J)**

El coeficiente de transferencia de cargas J, es un factor usado en pavimentos rígidos para tener en cuenta la capacidad de la estructura del pavimento para transferir cargas a través de juntas y fisuras. En la tabla se pueden observar las recomendaciones sobre rangos de coeficientes J para distintas condiciones.

**Tabla N° 60: Coeficientes de transferencia de cargas.**

Espaldón	Concreto asfáltico		Hormigón vinculado a calzada	
	Si	No	Si	No
Mecanismo de Transferencia de cargas				
Tipo de pavimento				
Hormigón simple o Armado c/juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Hormigón armado Continuo	2.9 - 3.2	-----	2.3 - 3.9	-----

*Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”.*

Para pavimentos con juntas, el valor de J varía entre 2.5 y 3.1. La razón para tomar J menores en pavimentos con espaldón de hormigón vinculado es porque se supone que los vehículos no transitarán por la misma. Es necesario tener en cuenta que la zona crítica de la losa es la esquina y con esta premisa las cargas se alejan de ella, permitiendo una reducción de espesores. Para nuestro caso se tomó un valor de J de 2,75.

➤ **Módulo de la resiliencia (Mr) característica de la subrasante.**

La subrasante es el suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural.

La guía AASHTO propone el uso de la correlación con el CBR.

$$Mr = 4326 * \ln CBR + 241$$

$$Mr = 4326 * \ln 38.5 + 241$$

$$Mr = 16033.7476 \text{ Psi}$$

➤ **Pérdida de soporte.**

El factor Ls (pérdida de soporte), tiene en cuenta la pérdida de soporte que tiene lugar por efecto de erosión de la base o por movimientos verticales del suelo. Debido a este factor, se baja el coeficiente de reacción de la subrasante.

**Tabla N°61: Factor de pérdida de soporte**

<b>Valores del factor de pérdida de soporte Ls en función del tipo suelo</b>	
<b>Tipo de suelo</b>	<b>Factor de pérdida de soporte Ls</b>
Base granular tratada con cemento (E = 1000000 a 2000000 psi)	0,0 a 1,0
Subbases tratadas con cemento (E = 500000 a 1000000 psi)	0,0 a 1,0
Bases asfálticas (E = 350,000 a 1,000,000 psi)	0,0 a 1,0
Subbases estabilizadas con asfalto (E = 40,000 a 300,000 psi)	0,0 a 1,0
Estabilización con cal (E = 20,000 a 70,000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales granulares sin tratar (E = 15,000 a 45,000 psi)	1,0 a 3,0
Suelos finos y subrasantes naturales (E = 3,000 a 40,000 psi)	2,0 a 3,0

**En esta tabla E es el modulo elástico o el de resiliencia del material.**

**Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”.**

En función del módulo de resiliencia que se obtuvo anteriormente, el factor pérdida de soporte  $L_s$  tomaremos el valor de 2,0

➤ **Módulo de rotura.**

El módulo de rotura es un parámetro muy importante como variable de entrada para diseño de pavimentos rígidos.

El módulo de rotura también se puede determinar a través de la siguiente correlación:

Estimación a través de la resistencia a compresión del concreto.

$$S'_c = k * (f'_c)^{0.5}$$

Dónde:

$f'_c$  = Resistencia a compresión del concreto en psi.

$k$  varía entre  $7 < k < 12$

$$f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 4975,49 \text{ psi}$$

$$S'_c = k * (f'_c)^{0.5}$$

$$S'_c = 9.25 * (4975,49)^{0.5}$$

$$S'_c = 652,47 \text{ psi}$$

➤ **Módulo de elasticidad del concreto ( $E_c$ )**

Es un parámetro que indica la rigidez y la capacidad de distribuir cargas que tiene una losa de pavimento. Es la relación entre la tensión y la deformación. Las deflexiones, curvaturas y tensiones están directamente relacionadas con el módulo de elasticidad del concreto. En los pavimentos de concreto armado continuo, el módulo de elasticidad junto con el coeficiente de expansión térmica y el de

contracción del concreto, son los que rigen el estado de tensiones en la armadura. Para concreto de peso normal, el Instituto del Concreto Americano sugirió:

$$E_c = 57000 * (f'c)^{0.5}$$

Donde  $E_c$  y  $f'c$  están dados en psi.

$$f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 4975,49 \text{ psi}$$

$$E_c = 57000 * (f'c)^{0.5}$$

$$E_c = 57000 * (4975,49)^{0.5}$$

$$E_c = 4020617,74 \text{ psi}$$

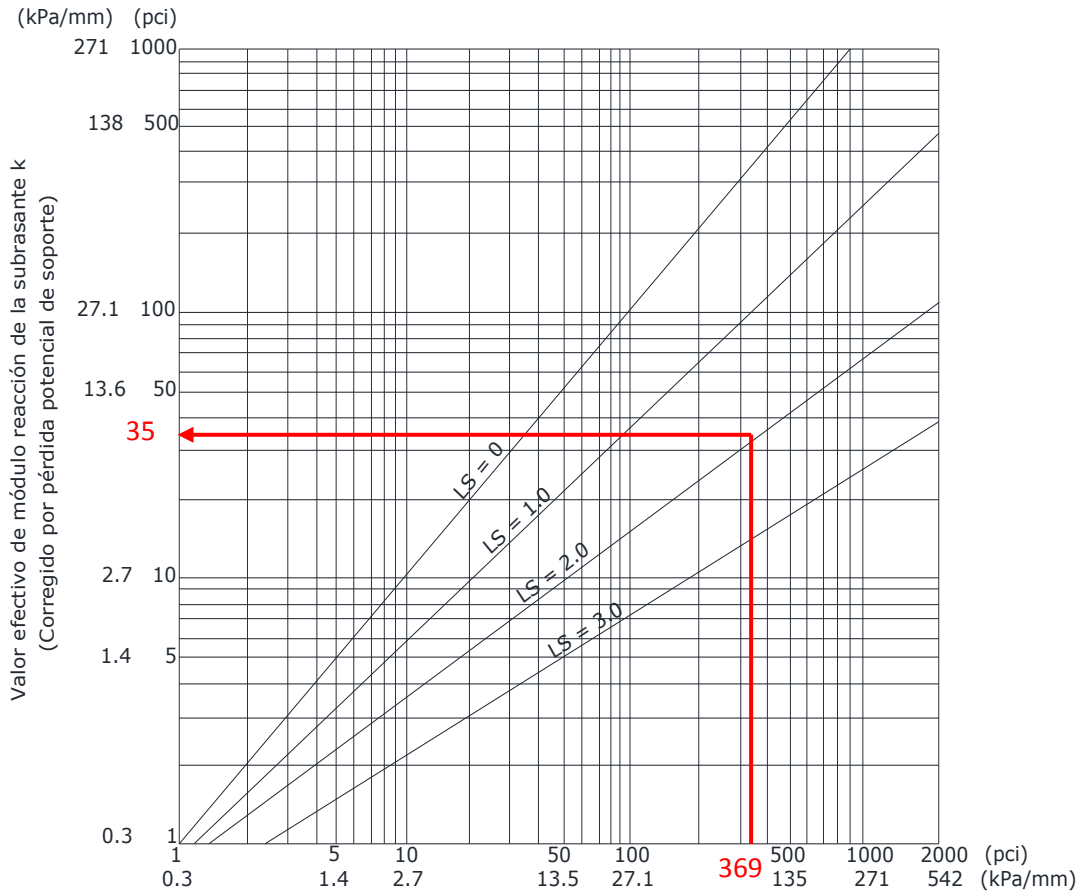
#### ➤ **Módulo de Reacción de la Subrasante (k)**

Este factor nos da idea de cuánto se asienta la subrasante cuando se le aplica un esfuerzo de compresión. Los valores de k son expresados como libras por pulgada cuadrada por pulgada (pci).

El valor de k es estimado generalmente por correlación con otros ensayos simples, tal como la razón de soporte california (CBR) o las pruebas de valores R. El resultado es válido porque no se requiere la determinación exacta del valor k; las variaciones normales para un valor estimado no afectarán apreciablemente los requerimientos de espesores del pavimento.



**Gráfico N°29: Determinación de k corregido por pérdida de soporte**



Se ingresa al gráfico con el valor k igual a 369 y Ls igual a 2,0

Valor corregido de la subrasante por la pérdida de soporte = 35

### Cálculo de espesor de pavimento

$$\log W_{18} = Z_R * S_o + 7.35 * \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log \left[ \frac{APSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_i) * \log \left[ \frac{S'_c * C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$

**Tabla N°62: Resumen de los parámetros de diseño**

DATOS	
Ejes Acumulados <b>8.2</b> ton	7991816
Confiabilidad ( <b>R %</b> )	80%
Desviación Estándar( <b>Z<sub>R</sub></b> )	-0,841
Error Estandar Combinado( <b>S<sub>o</sub></b> )	0,37
Coefficiente de Drenaje	0,90
Índice de Servicio Final ( <b>P<sub>t</sub></b> )	2,5
Índice de Servicio Inicial ( <b>P<sub>o</sub></b> )	4,5
Pérdida de <b>PSI =</b>	2,0
R. Compresión Hormigón(Kg/cm <sup>2</sup> )	350
Módulo de Rotura del Concreto(psi)	652,47
Módulo de Elasticidad del Concreto(psi)	4020617,74
Coefficiente de Transmisión de Carga( <b>J</b> )	2,75
Factor de Pérdida de Soporte <b>LS</b>	2
Módulo de Reacción de la Subrasante <b>k</b> (pci)	35

**Gráfico N°30: Cálculo del espesor de losa en la ecuación AASHTO 93**

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. It is configured for a rigid pavement design. The input parameters are as follows:

- Tipo de Pavimento:** Pavimento rígido (selected).
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (S<sub>o</sub>):** 80 % Z<sub>r</sub>=-0.841, S<sub>o</sub> = 0.37.
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.5, PSI final = 2.5.
- Módulo de reacción de la subrasante:** k = 35 pci.
- Información adicional para pavimentos rígidos:**
  - Módulo de elasticidad del concreto - E<sub>c</sub> (psi) = 4020617.74
  - Módulo de rotura del concreto - S<sub>c</sub> (psi) = 652.47
  - Coefficiente de transmisión de carga - (J) = 2.75
  - Coefficiente de drenaje - (C<sub>d</sub>) = 0.90
- Tipo de Análisis:** Calcular D (selected).
- W<sub>18</sub> =** 7991816
- Esesor de losa (plg):** D = 9.6

Buttons for 'Calcular' and 'Salir' are visible at the bottom.

El espesor de la losa con los parámetros anteriormente observados es de 9,6 pulgs equivalente a 24 cm.

#### **6.7.5. Espaciamiento entre juntas**

El diseño de las juntas transversales se realiza con el fin de controlar la fisuración del concreto por contracción y alabeo, por lo tanto el espaciamiento entre ellas debe ser menor que 6 metros.

Cuando la separación se aproxima a 4.5 m, permite controlar prácticamente todas las fisuras y el comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio es mejor.

$$**Espaciamiento = 21 * E**$$

Dónde:

E = espesor de la losa

Otras Consideraciones:

- Relación largo/ancho < 1,5 (Recomendado  $\leq 1,25$ ).
- Otros factores que influyen: Coef. Dilatación Térmica del Hº, Rigidez de la base, Condiciones Climáticas, etc.

#### **Cálculo**

$$Espaciamiento = 21 * E$$

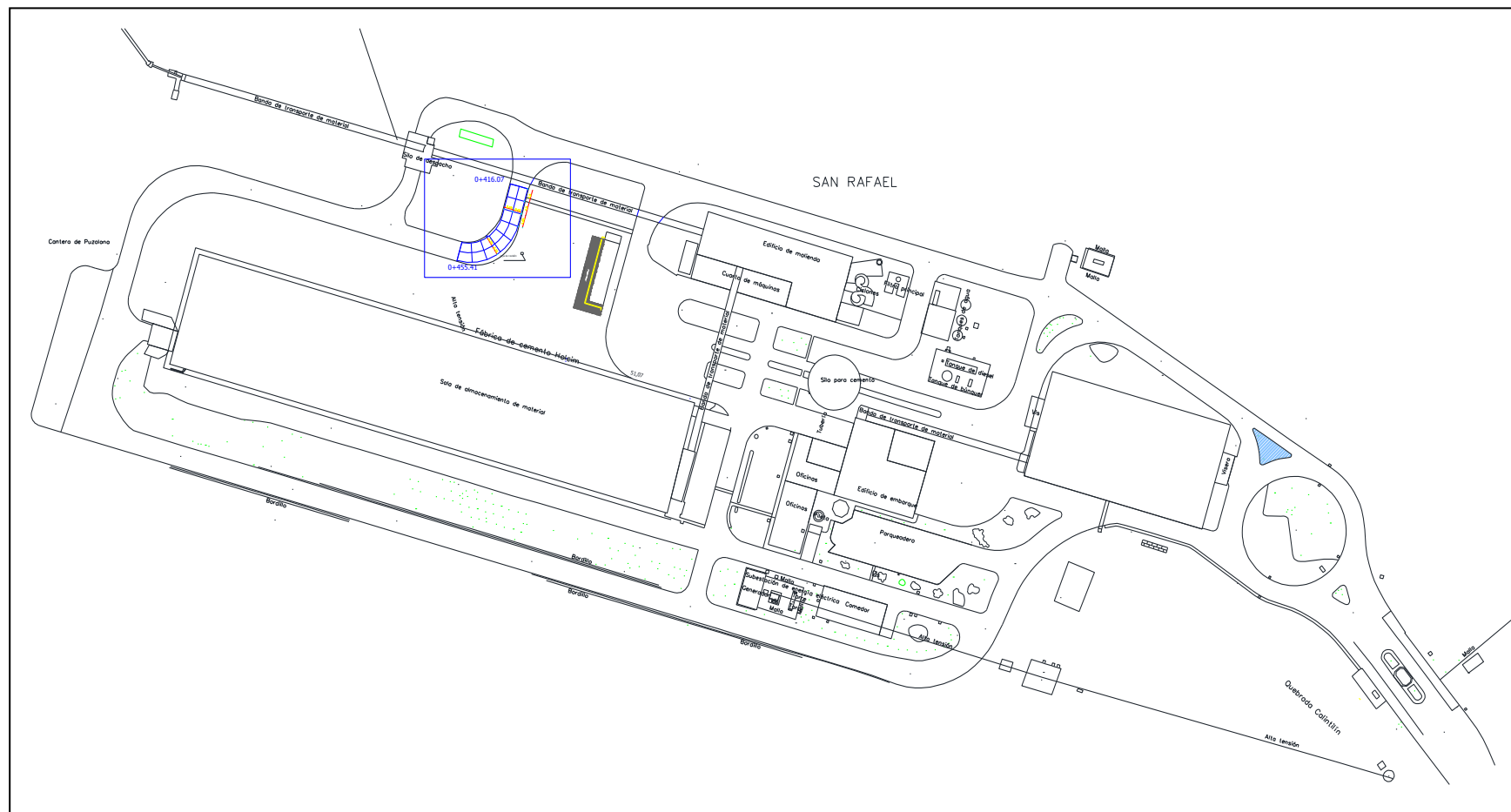
$$Espaciamiento = 21 * 0,24$$

$$Espaciamiento = 5,04$$

El espaciamiento máximo será de 5 m, pero como tenemos una longitud de tramo de 39.20 m, dividimos para un número de paños como se encuentra en el siguiente gráfico.

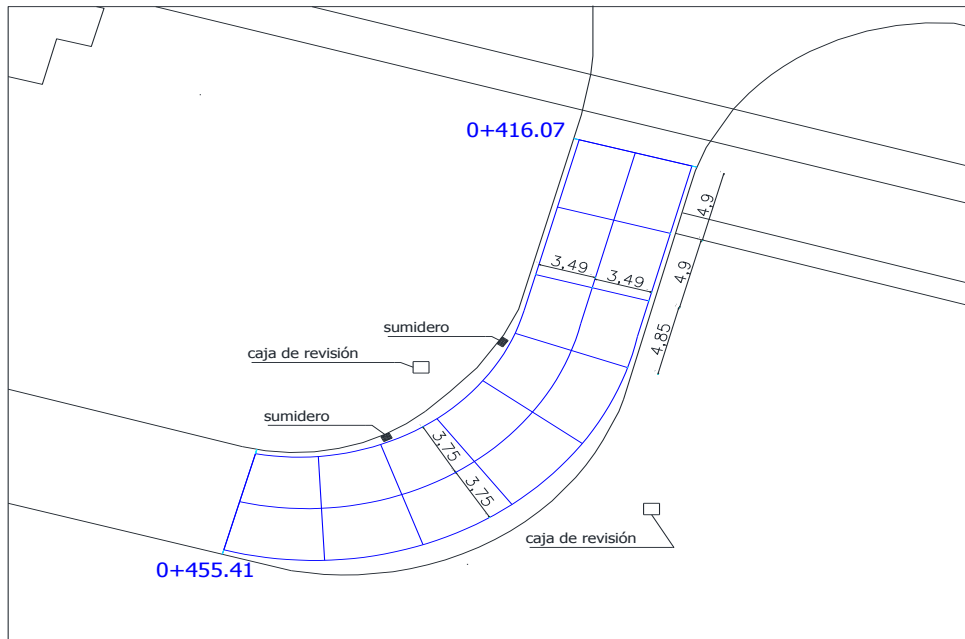


**Gráfico N°31: Ubicación de la unidad de muestra a reconstruir**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

**Gráfico N°32: Distribución de paños**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

#### **6.7.6. Análisis de precios unitarios**

En el análisis de precios unitarios se contemplarán todos los rubros pertinentes al diseño, entre los más destacados tenemos:

La remoción del hormigón macizo, que se pagará en metros cúbicos he incluye el desalojo.

La colocación de la base clase 1 cuyos parámetros se encuentran en la tabla N° 3, incluida bajo norma y que se pagará en metros cúbicos.

El pavimento de hormigón que será de 3,5 MPa, pagado en metros cúbicos, se pondrá pasadores o transmisores de carga en las losas, el cual se pagará en kg.

Y se colocará señalización vertical y horizontal a lo largo de todo el proyecto en las partes necesarias, el análisis se encuentra uno por uno en los anexos del presente trabajo y el presupuesto se lo detallará a continuación:

**Tabla N°63: Rubros, descripción, unidad, cantidad y precios**

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>					
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>					
<b>TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS</b>					
<b>RUBRO No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
1	REMOCIÓN HOR. MACIZO (INC. DESALOJO)	M3	172,59	\$ 41,68	\$ 7.193,55
2	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN (INC. DESALOJO)	M3	390,51	\$ 7,16	\$ 2.796,05
3	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN MANUAL (INC. DESALOJO)	M3	19,53	\$ 5,54	\$ 108,20
4	BASE CLASE I (INC. TRANSP)	M3	287,87	\$ 17,75	\$ 5.109,69
5	PAV. HORM. CEM. PÓRTLAND MOD. FLEX. 4.5 MPA/28D/	M3	211,55	\$ 245,09	\$ 51.848,79
6	ACERO DE REFUERZO PARA PAVIMENTO FY=4200 KG/CM2	KG	584,48	\$ 2,22	\$ 1.297,55
7	CORTE DE JUNTAS	ML	133,15	\$ 0,96	\$ 127,82
8	JUNTAS SIMULADAS DE CONSTRUCCIÓN (LIMPIEZA-SELLO ASF. AP-3)	ML	8.877,55	\$ 0,93	\$ 8.256,12
9	CINTA PLÁSTICA DE SEGURIDAD (COLOR REFLECTIVO)	ML	200,00	\$ 0,28	\$ 56,00
10	PARANTE VIAL DE POLIETILENO DE H=1,41M; D=0,74M (INC.BASE)	U	4,00	\$ 46,64	\$ 186,56
11	SUMINISTRO E INST. CONOS DEMARCADORES PARA TRABAJO DE VÍA (H=0,71M)	U	10,00	\$ 32,53	\$ 325,30
12	CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN/LET RERO-ALUMINIO/SEÑAL/ROMPEVELOCIDADES	M2	4,00	\$ 186,26	\$ 745,04
13	MARCA CON PINTURA DE TRÁFICO 12CM	ML	2.976,50	\$ 2,19	\$ 6.518,54
14	MARCA CON PINTURA DE TRÁFICO (FLECHAS, CHEVRON, LEYENDAS)	M2	117,90	\$ 7,69	\$ 906,65
15	CAJA/REGISTRO H.S. (0,8 X 0,95X1,0 )M. CON TAPA f'c=210KG/CM2	U	2,00	\$ 152,66	\$ 305,32
16	SUMIDERO DE ABERTURA DOBLE DE HORMIGÓN ARMADO (INC. REJ/EXC)	U	2,00	\$ 279,35	\$ 558,70
17	SUMINISTRO E INTALACIÖN. DE TUBERÍA DE H.S.D = 6"	ML	50,00	\$ 7,46	\$ 373,00
18	LET REROS DE SEÑALIZACIÓN PROVISIONAL (PARA OBRA)	U	3,00	\$ 108,33	\$ 324,99
19	CHARLAS DE CONCIENCIACIÓN	U	6,00	\$ 32,27	\$ 193,62
20	CONTROL Y MONITOREO DE RUIDO	EST.	1,00	\$ 49,88	\$ 49,88
<b>VALOR TOTAL DE OBRA</b>					<b>\$ 87.281,37</b>
NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					
SON: OCHENTA Y SIETE MIL DOS CIENTOS OCHENTA Y UNO CON 37/100 DOLARES MAS EL IVA 12%					
AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014					

*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

## 6.7.7. Cronograma de Construcción de Obra

**Tabla N°64: Cronograma Valorado de trabajo**

No.	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO EN SEMANAS						
						1	2	3	4	5	6	
1	REMOCIÓN HOR. MACIZO (INC. DESALOJO)	M3	172,59	\$ 41,68	\$ 7.193,55	\$ 3.596,8 50%	\$ 3.596,8 50%					
2	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN (INC. DESALOJO)	M3	390,51	\$ 7,16	\$ 2.796,05			\$ 2.796,05 100%				
3	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN MANUAL (INC. DESALOJO)	M3	19,53	\$ 5,54	\$ 108,20			\$ 108,20 100%				
4	BASE CLASE I (INC. TRANSP)	M3	287,87	\$ 17,75	\$ 5.109,69				\$ 5.109,69 100%			
5	PAV. HORM. CEM. PÓRTLAND MOD. FLEX. 4.5 MPA/28D/	M3	211,55	\$ 245,09	\$ 51.848,79					\$ 51.848,79 100%		
6	ACERO DE REFUERZO PARA PAVIMENTO FY= 4200 KGCM2	KG	584,48	\$ 2,22	\$ 1.297,55					\$ 1.297,55 100%		
7	CORTE DE JUNTAS	ML	133,15	\$ 0,71	\$ 94,54						\$ 94,54 100%	
8	JUNTAS SIMULADAS DE CONSTRUCCIÓN (LIMPIEZA-SELLO ASF. AP-3)	ML	8.877,55	\$ 0,93	\$ 8.256,12			\$ 3.302,45 40%	\$ 2.476,84 30%	\$ 1.651,22 20%	\$ 825,61 10%	
9	CINTA PLÁSTICA DE SEGURIDAD (COLOR REFLECTIVO)	ML	200,00	\$ 0,28	\$ 56,00	\$ 11,20	\$ 11,20 20%	\$ 11,20 20%	\$ 11,20 20%	\$ 11,20 20%		
10	PARANTE VIAL DE POLIETILENO DE H=1,41M; D=0,74M (INC.BASE)	U	4,00	\$ 46,64	\$ 186,56	\$ 186,56 100%						
11	SUMINISTRO E INST. CONOS DEMARCADORES PARA TRABAJO DE VÍA (H=0,71M)	U	10,00	\$ 32,53	\$ 325,30	\$ 325,30 100%						
12	CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN/LET RERO-ALUMINIO/SEÑAL/ROMPEVEL OCIDADES	M2	4,00	\$ 186,26	\$ 745,04						\$ 745,04 100%	
13	MARCA CON PINTURA DE TRÁFICO 12CM	ML	2.976,50	\$ 2,19	\$ 6.518,54						\$ 6.518,54 100%	
14	MARCA CON PINTURA DE TRÁFICO (FLECHAS, CHEVRON, LEYENDAS)	M2	117,90	\$ 7,69	\$ 906,65						\$ 906,65 100%	
15	CAJA/REGISTRO H.S. (0,8 X 0,95X1,0) M. CON TAPA f'c=210KG/CM2	U	2,00	\$ 152,66	\$ 305,32				\$ 305,32 100%			
16	SUMIDERO DE ABERTURA DOBLE DE HORMIGÓN ARMADO (INC. REJ/EXC)	U	2,00	\$ 279,35	\$ 558,70				\$ 558,70 100%			
17	SUMINISTRO E INSTALACIÓN. DE TUBERÍA DE H.S.D = 6"	ML	50,00	\$ 7,46	\$ 373,00				\$ 373,00 100%			
18	LET REROS DE SEÑALIZACIÓN PROVISIONAL (PARA OBRA)	U	3,00	\$ 108,33	\$ 324,99	\$ 324,99 100%						
19	CHARLAS DE CONCIENCIACIÓN	U	6,00	\$ 32,27	\$ 193,62	\$ 32,27 16,66%	\$ 32,27 16,66%	\$ 32,27 16,66%	\$ 32,27 16,66%	\$ 32,27 16,66%	\$ 32,27 16,66%	
20	CONTROL Y MONITOREO DE RUIDO	EST.	1,00	\$ 49,88	\$ 49,88	\$ 24,94 50%	\$ 24,94 50%					
<b>VALOR TOTAL DE OBRA</b>					<b>\$ 87.248,08</b>							
INVERSIÓN PARCIAL						\$ 4.502,0	\$ 3.665,2	\$ 6.250,2	\$ 8.867,0	\$ 54.841,0	\$ 9.122,6	
AVANCE PARCIAL EN %						5,16	4,20	7,16	10,16	62,86	10,46	
INVERSIÓN ACUMULADA						\$ 4.502,0	\$ 8.167,2	\$ 14.417,4	\$ 23.284,4	\$ 78.125,4	\$ 87.248,1	
AVANCE ACUMULADO EN %						5,16	9,36	16,52	26,69	89,54	100,00	

*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

## **6.8 ADMINISTRACIÓN**

### **6.8.1. Recursos Económicos**

La Planta Holcim Latacunga después de recibir el análisis del proyecto de estudio, deberá destinar un presupuesto para ejecutar el mejoramiento de las vías internas de la planta.

### **6.8.2. Recursos Técnicos**

Al respecto de la Planta Holcim Latacunga, es necesario que para llevar a cabo el proyecto y monitoreo del mismo deberá contar con las herramientas necesarias y la presencia de técnicos profesionales en tema para poder revisar que se cumplan las especificaciones técnicas, que se pongan buenos materiales y que se lo cumpla en el plazo previsto.

### **6.8.3 Recursos Administrativos**

La administración de los recursos se deberá hacer con personal calificado para manejo de recursos los mismos que deberán ser repartidos de forma óptima y segura a todo el personal técnico dentro del frente de trabajo.

## **6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

La previsión se lo hará con la secuencia adecuada del cronograma valorado de trabajos que son los siguientes parámetros a seguir:

En las primeras dos semanas de la obra se realizará la remoción del hormigón macizo en la sección # 8, al igual que el control y monitoreo de ruido, y colocación de los letreros provisionales que se pondrán en la primera semana.

En la tercera semana se realizará los trabajos de excavación y se empezará con los trabajos de sello de juntas y fisuras en todas las secciones, las cuales durarán hasta el fin del proyecto.

Las secciones con un PCI excelente, muy bueno, bueno y regular se realizarán sello de juntas, las que tiene PCI pobre y muy pobre se hará sello de juntas y fisuras.

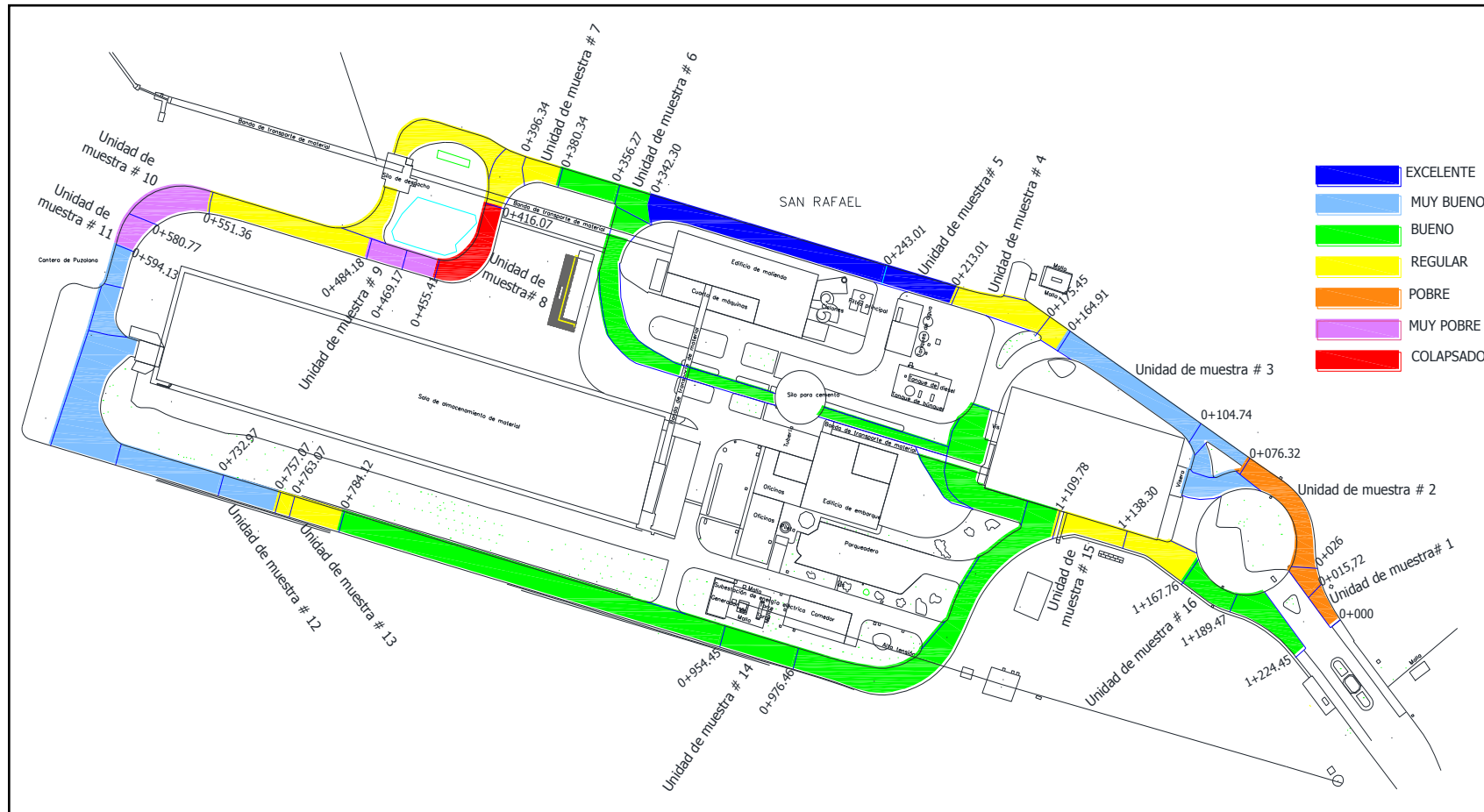
En la cuarta semana se realizará en mejoramiento del suelo en la sección # 8 que está colapsada, se construirá las cajas de registro y los sumideros.

En la quinta semana se hará la colocación del acero de pasajuntas y el tendido de hormigón de 24 centímetros de espesor.

Para concluir la obra en la sexta semana se hará la instalación la señalización vertical y pintura de la señalización horizontal.

Durante todo el proyecto se dará charlas a los trabajadores sobre seguridad y se tendrá cuidado en la realización de todos los trabajos a ejecutarse.

**Gráfico N° 33: Secciones a intervenir en la vía**



*Fuente: Egda. Viviana Higuera.*

## **BIBLIOGRAFÍA**

GAMBOA Chicchón, Karla Patricia (2009), Cálculo del índice de condición aplicado en el pavimento flexible en la Av. Las Palmeras de Piura.

RODRÍGUEZ Velásquez, Edgar Daniel. (2009), Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla, Piura .

ING. ALTAMIRANO Kauffmann, Luis F., Deterioro de pavimentos rígidos, metodología de medición, posibles causas de deterioro y reparaciones.

NORMA ASTM D 5340, (2005), Índice de Condición de Pavimentos en Aeropuertos (PCI).

BAÑÓN Blázquez Luis, Manual de Carreteras

CASTRO Arballo Dante Jesús. (2003), Propuesta de Gestión de Pavimentos para la ciudad de Piura.

VÁSQUEZ Varela, Luis Ricardo, Pavement condition index (pci), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.( 2002), Ing Civil. Especialista en Vías y Transporte, Manizales.

ING. NAVARRO, Hudiel Sergio. (2008), Clasificación Funcional de Carreteras UNI- NORTE – Esteli.

ING. MONTOYA H., Guisselle, (2005), Ingeniería de Tránsito.

FLORES Escoto, Ricardo Ernesto. (2008), Desarrollo de un Sistema de Gestión de Pavimentos para el Municipio de Santa Tecla, San Salvador.



VÁSQUEZ Varela, Luis Carlos, (2002), Los daños y los Índices de Condiciones Pavimentos. División de Investigación y Asesorías Universidad de Medellín.

ING. SÁNCHEZ, Sabogal Fernando, Evaluación de Pavimentos Módulo 18, [http://copernico.escuelaing.edu.co/vias/pagina\\_via/modulos/MODULO%2018.pdf](http://copernico.escuelaing.edu.co/vias/pagina_via/modulos/MODULO%2018.pdf)

ING. CORONADO Hurbide, Jorge, (2002), Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.

LEIVA, Fabricio, (2005), “Sistemas de soporte para la toma de decisiones en la administración de carreteras”.

Norma AASHTO 93

MOP 001-F

Señalización vial parte 2. Señalización vertical INEN RTE 004 – 2: 2011

THENOUX Z. Guillermo, HALLES A. Felipe, GONZÁLEZ V. Álvaro, (2002) Guía de Diseño Estructural de Pavimentos

## **FUENTES ELECTONICAS**

[www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

[www.carreteros.org/normativa/firmes/derogadas/secciones/oc10\\_02/apartados/4.html](http://www.carreteros.org/normativa/firmes/derogadas/secciones/oc10_02/apartados/4.html)

[www.itinerisglobal.com/es/evaluacion-de-pavimentos.html](http://www.itinerisglobal.com/es/evaluacion-de-pavimentos.html)

[www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20CIENCIAS%20MATEM%C3%81TICAS%20F%C3%8DSICAS%20Y%20QU%C3%8DMICAS/INGE](http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20CIENCIAS%20MATEM%C3%81TICAS%20F%C3%8DSICAS%20Y%20QU%C3%8DMICAS/INGE)

NIER%C3%8DA%20CIVIL/08/INGENIERIA%20DE%20TRANSITO%20Y%20TRANSPORTE/apuntes-ingenieria-de-transito.pdf

[www.toxement.com.co](http://www.toxement.com.co)

# ANEXOS

---

# ANEXO A



✓ HOJA DE INSPECCIÓN DEL MÉTODO  
PCI

✓ HOJA DE RECOLECCIÓN DE TRÁFICO  
VEHICULAR

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**PAVIMENTO DE HORMIGON**

**HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA**

**MÉTODO PCI**

Inspeccionado por: Viviana Higuera Bonilla					Fecha: 24 de Marzo del 2014				
Unidad de muestra: N° 1					Ubicación: Planta Holcim Latacunga				
Abscisa inicial: 0+000					Abscisa final: 0+015,72				
<b>Tipo de falla</b>					<b>Diagrama</b>				
1. Estallidos 2. Rotura de esquina 3. Fisuras longitudinales, transversales y diagonales 4. Fisura de durabilidad (D) 5. Daño en sello de juntas 6. Bacheos chicos 7. Bacheos grandes y corte para instalaciones 8. Pérdidas repentinas 9. Bombeo 10. Desprendimiento superficial, mapa de fisuras 11. Asentamientos o fallas 12. Losa fragmentada 13. Fisuras por contracción 14. Desprendimiento en junta 15. Desprendimiento en esquina					10 9 8 7 6 5 4 3 2 1				
<b>Tipo de falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Numero de losas</b>	<b>% Densidad</b>	<b>Valor de reduccion</b>					
3	B	1	20						
3	M	2	40						
3	A	2	40						

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**PAVIMENTO DE HORMIGON**

**HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA**

**MÉTODO PCI**

Inspeccionado por: Viviana Higuera Bonilla					Fecha: 24 de Marzo del 2014				
Unidad de muestra: N° 2					Ubicación: Planta Holcim Latacunga				
Abscisa inicial: 0+026					Abscisa final: 0+076,32				
1. Estallidos 2. Rotura de esquina 3. Fisuras longitudinales, transversales y diagonales 4. Fisura de durabilidad (D) 5. Daño en sello de juntas 6. Bacheos chicos 7. Bacheos grandes y corte para instalaciones 8. Pérdidas repentinas 9. Bombeo 10. Desprendimiento superficial, mapa de fisuras 11. Asentamientos o fallas 12. Losa fragmentada 13. Fisuras por contracción 14. Desprendimiento en junta 15. Desprendimiento en esquina									
Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reduccion					
2	M	1	6,25						
2	A	2	12,5						
3	A	4	25						
4	M	3	18,75						
4	A	2	12,5						
15	A	1	6,25						





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**PAVIMENTO DE HORMIGON**

**HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA**

**MÉTODO PCI**

Inspeccionado por: Viviana Higuera Bonilla					Fecha: 24 de Marzo del 2014				
Unidad de muestra: N° 4					Ubicación: Planta Holcim Latacunga				
Abscisa inicial: 0+175,45					Abscisa final: 0+213,01				
<i>Tipo de falla</i>					<i>Diagrama</i>				
1. Estallidos 2. Rotura de esquina 3. Fisuras longitudinales, transversales y diagonales 4. Fisura de durabilidad (D) 5. Daño en sello de juntas 6. Bacheos chicos 7. Bacheos grandes y corte para instalaciones 8. Pérdidas repentinas 9. Bombeo 10. Desprendimiento superficial, mapa de fisuras 11. Asentamientos o fallas 12. Losa fragmentada 13. Fisuras por contracción 14. Desprendimiento en junta 15. Desprendimiento en esquina									
Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reduccion					
2	M	1	5						
2	A	1	5						
3	A	2	10						
4	M	1	5						
5	B	5	25						
5	M	1	5						
7	B	4	20						
10	M	1	5						
14	M	3	15						
15	B	3	15						



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**PAVIMENTO DE HORMIGON**

**HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA**

**MÉTODO PCI**

Inspeccionado por: Viviana Higuera Bonilla					Fecha: 25 de Marzo del 2014																																
Unidad de muestra: N° 5					Ubicación: Planta Holcim Latacunga																																
Abscisa inicial: 0+213,01					Abscisa final: 0+243,01																																
<i>Tipo de falla</i>					<i>Diagrama</i>																																
1. Estallidos 2. Rotura de esquina 3. Fisuras longitudinales, transversales y diagonales 4. Fisura de durabilidad (D) 5. Daño en sello de juntas 6. Bacheos chicos 7. Bacheos grandes y corte para instalaciones 8. Pérdidas repentinas 9. Bombeo 10. Desprendimiento superficial, mapa de fisuras 11. Asentamientos o fallas 12. Losa fragmentada 13. Fisuras por contracción 14. Desprendimiento en junta 15. Desprendimiento en esquina					<table border="1"> <tr><td>5B</td><td>5B</td><td>10</td></tr> <tr><td>5B</td><td>5M</td><td>9</td></tr> <tr><td>5B</td><td>5M</td><td>8</td></tr> <tr><td>5M</td><td>5M</td><td>7</td></tr> <tr><td>5B</td><td>5B</td><td>6</td></tr> <tr><td>5M</td><td>5M</td><td>5</td></tr> <tr><td>5B</td><td>5M</td><td>4</td></tr> <tr><td>5B</td><td>5B</td><td>3</td></tr> <tr><td>5B</td><td>5M</td><td>2</td></tr> <tr><td>5M</td><td>5M</td><td>1</td></tr> </table>			5B	5B	10	5B	5M	9	5B	5M	8	5M	5M	7	5B	5B	6	5M	5M	5	5B	5M	4	5B	5B	3	5B	5M	2	5M	5M	1
5B	5B	10																																			
5B	5M	9																																			
5B	5M	8																																			
5M	5M	7																																			
5B	5B	6																																			
5M	5M	5																																			
5B	5M	4																																			
5B	5B	3																																			
5B	5M	2																																			
5M	5M	1																																			
Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reduccion																																	
5	B	10	50																																		
5	M	10	50																																		
					A	B	C																														



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

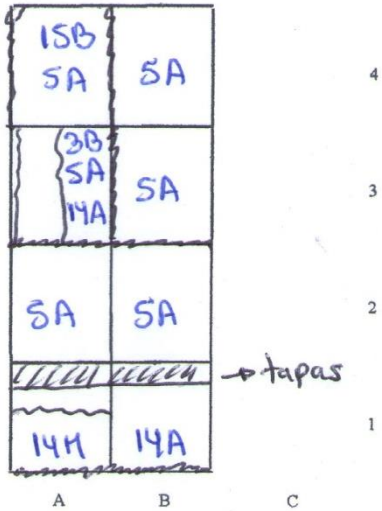
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**PAVIMENTO DE HORMIGON**

**HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA**

**MÉTODO PCI**

Inspeccionado por: Viviana Higuera Bonilla					Fecha: 25 de Marzo del 2014				
Unidad de muestra: N° 7					Ubicación: Planta Holcim Latacunga				
Abscisa inicial: 0+380,34					Abscisa final: 0+396,34				
<i>Tipo de falla</i>					<i>Diagrama</i>				
1. Estallidos					8. Pérdidas repentinas				
2. Rotura de esquina					9. Bombeo				
3. Fisuras longitudinales, transversales y diagonales					10. Desprendimiento superficial, mapa de fisuras				
4. Fisura de durabilidad (D)					11. Asentamientos o fallas				
5. Daño en sello de juntas					12. Losa fragmentada				
6. Bacheos chicos					13. Fisuras por contracción				
7. Bacheos grandes y corte para instalaciones					14. Desprendimiento en junta				
					15. Desprendimiento en esquina				
Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reduccion					
3	B	1	12,5						
5	A	6	75						
14	M	1	12,5						
14	A	2	25						
15	B	1	12,5						





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**PAVIMENTO DE HORMIGON**

**HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA**

**MÉTODO PCI**

Inspeccionado por: Viviana Higuera Bonilla					Fecha: 25 de Marzo del 2014				
Unidad de muestra: N° 8					Ubicación: Planta Holcim Latacunga				
Abscisa inicial: 0+416,07					Abscisa final: 0+455,41				
<i>Tipo de falla</i>					<i>Diagrama</i>				
1. Estallidos 2. Rotura de esquina 3. Fisuras longitudinales, transversales y diagonales 4. Fisura de durabilidad (D) 5. Daño en sello de juntas 6. Bacheos chicos 7. Bacheos grandes y corte para instalaciones 8. Pérdidas repentinas 9. Bombeo 10. Desprendimiento superficial, mapa de fisuras 11. Asentamientos o fallas 12. Losa fragmentada 13. Fisuras por contracción 14. Desprendimiento en junta 15. Desprendimiento en esquina									
Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reduccion					
3	M	2	12,5						
3	A	1	6,25						
5	A	5	31,25						
12	A	5	31,25						
14	M	5	31,25						
15	M	2	12,5						



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**PAVIMENTO DE HORMIGON**

**HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA**

**MÉTODO PCI**

Inspeccionado por: Viviana Higuera Bonilla					Fecha: 26 de Marzo del 2014				
Unidad de muestra: N° 10					Ubicación: Planta Holcim Latacunga				
Abscisa inicial: 0+551,36					Abscisa final: 0+580,77				
<i>Tipo de falla</i>					<i>Diagrama</i>				
1. Estallidos 2. Rotura de esquina 3. Fisuras longitudinales, transversales y diagonales 4. Fisura de durabilidad (D) 5. Daño en sello de juntas 6. Bacheos chicos 7. Bacheos grandes y corte para instalaciones 8. Pérdidas repentinas 9. Bombeo 10. Desprendimiento superficial, mapa de fisuras 11. Asentamientos o fallas 12. Losa fragmentada 13. Fisuras por contracción 14. Desprendimiento en junta 15. Desprendimiento en esquina									
Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reduccion					
3	B	4	20						
3	A	6	30						
5	M	5	25						
12	A	1	5						
14	M	1	5						
14	A	2	10						













**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**PAVIMENTO DE HORMIGON**

**HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA**

**MÉTODO PCI**

Inspeccionado por: Viviana Higuera Bonilla					Fecha: 27 de Marzo del 2014				
Unidad de muestra: N° 15					Ubicación: Planta Holcim Latacunga				
Abscisa inicial: 1+109,78					Abscisa final: 1+138,30				
<i>Tipo de falla</i>					<i>Diagrama</i>				
1. Estallidos 2. Rotura de esquina 3. Fisuras longitudinales, transversales y diagonales 4. Fisura de durabilidad (D) 5. Daño en sello de juntas 6. Bacheos chicos 7. Bacheos grandes y corte para instalaciones 8. Pérdidas repentinas 9. Bombeo 10. Desprendimiento superficial, mapa de fisuras 11. Asentamientos o fallas 12. Losa fragmentada 13. Fisuras por contracción 14. Desprendimiento en junta 15. Desprendimiento en esquina									
Tipo de falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de reduccion					
5	M	18	54,55						
14	B	2	6,06						
14	M	6	18,18						
14	A	5	15,15						
15	M	2	6,06						
15	A	1	3,03						





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CONTEO VEHICULAR

Ubicación:		Planta Holcim Latacunga					Día semana:		Lunes	
Fecha:		Marzo 2014								
Hora		Livianos	Camiones					Total	Acumulado por hora	
			2 ejes	3 ejes	4 ejes	5 ejes	6 ejes			
7:00	7:15	0	0	0	1	0	0	1		
7:15	7:30	0	0	0	0	0	0	0		
7:30	7:45	1	0	2	0	1	2	6		
7:45	8:00	3	0	0	0	1	2	6	13	
8:00	8:15	2	0	1	0	1	3	7	19	
8:15	8:30	2	1	0	0	0	2	5	24	
8:30	8:45	1	0	0	0	1	3	5	23	
8:45	9:00	2	0	1	1	0	1	5	22	
9:00	9:15	0	0	1	0	0	3	4	19	
9:15	9:30	1	0	1	0	0	2	4	18	
9:30	9:45	0	0	0	1	0	1	2	15	
9:45	10:00	0	0	0	0	0	2	2	12	
10:00	10:15	0	0	0	0	0	1	1	9	
10:15	10:30	0	0	0	0	1	5	6	11	
10:30	10:45	0	0	0	0	0	1	1	10	
10:45	11:00	0	0	1	0	1	0	2	10	
11:00	11:15	0	0	0	0	1	2	3	12	
11:15	11:30	0	0	1	0	0	3	4	10	
11:30	11:45	0	0	0	0	0	1	1	10	
11:45	12:00	1	0	1	0	0	1	3	11	
12:00	12:15	1	0	0	0	0	3	4	12	
12:15	12:30	0	0	1	0	0	1	2	10	
12:30	12:45	0	0	0	1	0	2	3	12	
12:45	13:00	1	0	0	0	0	2	3	12	
13:00	13:15	0	0	2	0	0	2	4	12	
13:15	13:30	0	0	0	0	0	3	3	13	
13:30	13:45	0	1	0	0	0	2	3	13	
13:45	14:00	0	0	0	0	0	1	1	11	
14:00	14:15	0	0	1	0	0	3	4	11	
14:15	14:30	0	0	1	0	0	2	3	11	
14:30	14:45	0	0	0	0	0	1	1	9	
14:45	15:00	0	0	0	0	0	1	1	9	
15:00	15:15	0	0	0	0	0	4	4	9	
15:15	15:30	0	0	0	0	0	2	2	8	
15:30	15:45	0	0	1	0	0	3	4	11	
15:45	16:00	0	1	0	0	0	1	2	12	
16:00	16:15	0	0	1	0	0	3	4	12	
16:15	16:30	0	0	0	0	0	2	2	12	
16:30	16:45	0	0	0	0	0	2	2	10	
16:45	17:00	0	0	0	0	0	2	2	10	
17:00	17:15	1	0	1	0	0	2	4	10	
17:15	17:30	0	1	0	0	0	1	2	10	
17:30	17:45	1	0	0	0	0	2	3	11	
17:45	18:00	0	0	1	0	0	1	2	11	
		17	4	18	4	7	83	133		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CONTEO VEHICULAR

Ubicación:		Planta Holcim Latacunga					Día semana:		Martes	
Fecha:		Marzo 2014								
Hora		Livianos	Camiones					Total	Acumulado por hora	
			2 ejes	3 ejes	4 ejes	5 ejes	6 ejes			
7:00	7:15	0	0	0	0	0	1	1		
7:15	7:30	0	0	0	0	0	1	1		
7:30	7:45	1	0	1	0	0	2	4		
7:45	8:00	1	0	1	0	0	2	4	10	
8:00	8:15	2	0	1	0	1	1	5	14	
8:15	8:30	2	0	2	0	0	2	6	19	
8:30	8:45	1	0	0	0	1	2	4	19	
8:45	9:00	2	0	1	1	0	1	5	20	
9:00	9:15	0	0	0	0	0	3	3	18	
9:15	9:30	1	0	0	0	0	1	2	14	
9:30	9:45	0	0	1	0	0	2	3	13	
9:45	10:00	0	1	0	0	0	1	2	10	
10:00	10:15	0	0	0	0	1	2	3	10	
10:15	10:30	0	0	0	0	0	3	3	11	
10:30	10:45	0	0	2	0	0	1	3	11	
10:45	11:00	0	0	0	0	0	1	1	10	
11:00	11:15	0	0	1	0	0	3	4	11	
11:15	11:30	0	0	0	0	0	2	2	10	
11:30	11:45	0	0	1	0	0	1	2	9	
11:45	12:00	0	0	0	0	0	1	1	9	
12:00	12:15	0	0	0	0	0	1	1	6	
12:15	12:30	0	0	0	0	1	2	3	7	
12:30	12:45	0	0	1	0	0	1	2	7	
12:45	13:00	1	0	0	0	0	1	2	8	
13:00	13:15	0	0	0	0	0	1	1	8	
13:15	13:30	0	0	0	0	0	2	2	7	
13:30	13:45	0	0	1	0	0	3	4	9	
13:45	14:00	0	0	0	0	0	0	0	7	
14:00	14:15	0	0	0	0	0	4	4	10	
14:15	14:30	0	0	0	0	0	1	1	9	
14:30	14:45	0	0	0	1	0	2	3	8	
14:45	15:00	0	0	1	0	0	1	2	10	
15:00	15:15	0	0	0	0	0	1	1	7	
15:15	15:30	1	0	0	0	0	3	4	10	
15:30	15:45	0	0	0	0	0	1	1	8	
15:45	16:00	0	0	0	0	0	2	2	8	
16:00	16:15	0	0	0	0	0	1	1	8	
16:15	16:30	0	0	1	0	0	1	2	6	
16:30	16:45	0	0	0	0	0	2	2	7	
16:45	17:00	0	0	0	0	0	2	2	7	
17:00	17:15	1	0	1	0	1	2	5	11	
17:15	17:30	0	0	0	0	0	1	1	10	
17:30	17:45	1	0	0	0	0	1	2	10	
17:45	18:00	1	0	0	0	0	1	2	10	
		15	1	16	2	5	70	109		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CONTEO VEHICULAR

Ubicación:		Planta Holcim Latacunga					Día semana:		Jueves	
Fecha:		Marzo 2014								
Hora		Livianos	Camiones					Total	Acumulado por hora	
			2 ejes	3 ejes	4 ejes	5 ejes	6 ejes			
7:00	7:15	0	0	0	0	0	1	1		
7:15	7:30	0	0	0	0	1	0	1		
7:30	7:45	1	0	0	0	0	1	2		
7:45	8:00	2	0	0	1	0	0	3	7	
8:00	8:15	1	0	0	0	0	1	2	8	
8:15	8:30	1	1	1	0	0	3	6	13	
8:30	8:45	3	2	0	0	0	2	7	18	
8:45	9:00	0	0	1	0	0	0	1	16	
9:00	9:15	1	1	1	0	0	2	5	19	
9:15	9:30	0	0	1	0	0	3	4	17	
9:30	9:45	0	0	0	0	0	1	1	11	
9:45	10:00	0	0	0	0	0	1	1	11	
10:00	10:15	0	0	0	0	0	4	4	10	
10:15	10:30	0	0	0	0	0	1	1	7	
10:30	10:45	0	0	1	0	0	2	3	9	
10:45	11:00	0	0	1	0	0	2	3	11	
11:00	11:15	0	0	0	0	0	0	0	7	
11:15	11:30	0	0	0	1	0	0	1	7	
11:30	11:45	1	0	1	0	0	2	4	8	
11:45	12:00	0	0	0	0	0	1	1	6	
12:00	12:15	0	0	0	0	0	1	1	7	
12:15	12:30	0	0	1	0	0	3	4	10	
12:30	12:45	0	0	0	0	1	3	4	10	
12:45	13:00	0	0	0	0	0	2	2	11	
13:00	13:15	0	1	1	0	0	3	5	15	
13:15	13:30	0	0	0	0	0	3	3	14	
13:30	13:45	0	0	0	0	0	2	2	12	
13:45	14:00	0	0	0	0	0	2	2	12	
14:00	14:15	0	0	1	0	0	2	3	10	
14:15	14:30	1	0	0	0	0	2	3	10	
14:30	14:45	0	0	0	0	1	1	2	10	
14:45	15:00	0	0	0	0	0	1	1	9	
15:00	15:15	0	0	0	0	0	2	2	8	
15:15	15:30	0	0	0	0	0	1	1	6	
15:30	15:45	1	0	1	0	0	1	3	7	
15:45	16:00	0	0	0	0	0	0	0	6	
16:00	16:15	0	0	0	0	0	1	1	5	
16:15	16:30	0	0	0	0	0	4	4	8	
16:30	16:45	0	0	0	0	0	0	0	5	
16:45	17:00	0	0	1	0	0	4	5	10	
17:00	17:15	0	0	1	0	0	1	2	11	
17:15	17:30	0	0	0	0	0	2	2	9	
17:30	17:45	0	0	0	0	0	3	3	12	
17:45	18:00	0	0	0	0	0	2	2	9	
		12	5	13	2	3	73	108		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO										
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA										
CONTEO VEHICULAR										
Ubicación:		Planta Holcim Latacunga					Día semana:		Sábado	
Fecha:		Marzo 2014								
Hora		Livianos	Camiones					Total	Acumulado por hora	
			2 ejes	3 ejes	4 ejes	5 ejes	6 ejes			
7:00	7:15	0	0	0	0	0	1	1		
7:15	7:30	0	0	0	0	0	0	0		
7:30	7:45	0	0	0	0	0	1	1		
7:45	8:00	1	0	0	0	0	0	1	3	
8:00	8:15	3	0	2	0	0	1	6	8	
8:15	8:30	1	0	2	0	0	1	4	12	
8:30	8:45	0	0	3	0	0	2	5	16	
8:45	9:00	0	0	2	0	0	3	5	20	
9:00	9:15	0	0	1	0	0	1	2	16	
9:15	9:30	0	0	0	0	0	3	3	15	
9:30	9:45	0	0	0	1	0	0	1	11	
9:45	10:00	0	0	0	1	0	0	1	7	
10:00	10:15	0	0	0	0	0	1	1	6	
10:15	10:30	0	0	0	0	0	1	1	4	
10:30	10:45	0	0	0	0	1	2	3	6	
10:45	11:00	0	0	0	0	0	0	0	5	
11:00	11:15	0	0	0	0	0	4	4	8	
11:15	11:30	1	0	1	0	0	0	2	9	
11:30	11:45	0	0	3	0	0	0	3	9	
11:45	12:00	0	0	1	0	1	1	3	12	
12:00	12:15	0	0	0	0	0	0	0	8	
12:15	12:30	0	0	0	0	0	0	0	6	
12:30	12:45	0	0	1	0	0	0	1	4	
12:45	13:00	0	0	1	0	0	2	3	4	
13:00	13:15	0	0	0	0	0	3	3	7	
13:15	13:30	0	0	1	0	0	1	2	9	
13:30	13:45	0	0	0	0	0	1	1	9	
13:45	14:00	0	0	0	0	0	1	1	7	
14:00	14:15	0	0	0	0	0	1	1	5	
14:15	14:30	0	0	0	0	0	0	0	3	
14:30	14:45	0	0	0	0	0	2	2	4	
14:45	15:00	0	0	1	0	0	1	2	5	
15:00	15:15	0	0	0	0	1	0	1	5	
15:15	15:30	1	0	2	0	0	2	5	10	
15:30	15:45	0	0	0	0	0	2	2	10	
15:45	16:00	0	0	2	0	1	1	4	12	
16:00	16:15	0	0	1	0	0	1	2	13	
16:15	16:30	0	0	1	0	0	3	4	12	
16:30	16:45	0	0	0	0	0	4	4	14	
16:45	17:00	0	0	0	0	0	1	1	11	
17:00	17:15	0	0	0	0	0	2	2	11	
17:15	17:30	0	0	0	0	0	0	0	7	
17:30	17:45	0	0	0	0	0	0	0	3	
17:45	18:00	0	0	0	0	0	0	0	2	
		7	0	25	2	4	50	88		



# ANEXO B

---

## ❖ ESTUDIOS DE SUELO.

- ✓ CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL.
- ✓ GRANULOMETRÍA
- ✓ PRÓCTOR MODIFICADO.
- ✓ CBR PUNTUAL.
- ✓ CBR DE DISEÑO.

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

### OBTENCIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL</b>		
<b>Ubicación: Holcim Ecuador Planta Latacunga</b>		
<b>Ensayado por: Viviana Elizabeth Higuera Bonilla</b>		
<b>Muestra N° 1</b>		
<b>Abscisa 0+100</b>		
<b>Profundidad 0.50 m</b>		
<b>TARRO #</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>TARRO + SUELO HÚMEDO (GR)</b>	79,0	79,0
<b>TARRO + SUELO SECO (GR)</b>	71,2	70,9
<b>PESO AGUA (GR)</b>	7,8	8,1
<b>PESO TARRO (GR)</b>	31,7	30,8
<b>PESO SUELO SECO (GR)</b>	39,5	40,1
<b>CONTENIDO DE AGUA %</b>	19,75	20,20
<b>CONTENIDO PROM. DE AGUA %</b>	19,97	

**CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL**

**Ubicación: Holcim Ecuador Planta Latacunga**

**Ensayado por: Viviana Elizabeth Higuera Bonilla**

**Muestra N° 2**

**Abscisa 0+ 650**

**Profundidad 0.50 m**

TARRO #	3	4
TARRO + SUELO HÚMEDO (GR)	85,8	84,9
TARRO + SUELO SECO (GR)	78,4	77,00
PESO AGUA (GR)	7,4	7,9
PESO TARRO (GR)	31	30,8
PESO SUELO SECO (GR)	47,4	46,2
CONTENIDO DE AGUA %	15,61	17,10
CONTENIDO PROM. DE AGUA %	16,36	

**CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL**

**Ubicación: Holcim Ecuador Planta Latacunga**

**Ensayado por: Viviana Elizabeth Higuera Bonilla**

**Muestra N° 3**

**Abscisa 1+000**

**Profundidad 0.50 m**

TARRO #	5	6
TARRO + SUELO HÚMEDO (GR)	86,5	86,8
TARRO + SUELO SECO (GR)	80,5	80,4
PESO AGUA (GR)	6,0	6,4
PESO TARRO (GR)	31	31,3
PESO SUELO SECO (GR)	49,5	49,1
CONTENIDO DE AGUA %	12,12	13,03
CONTENIDO PROM. DE AGUA %	12,58	

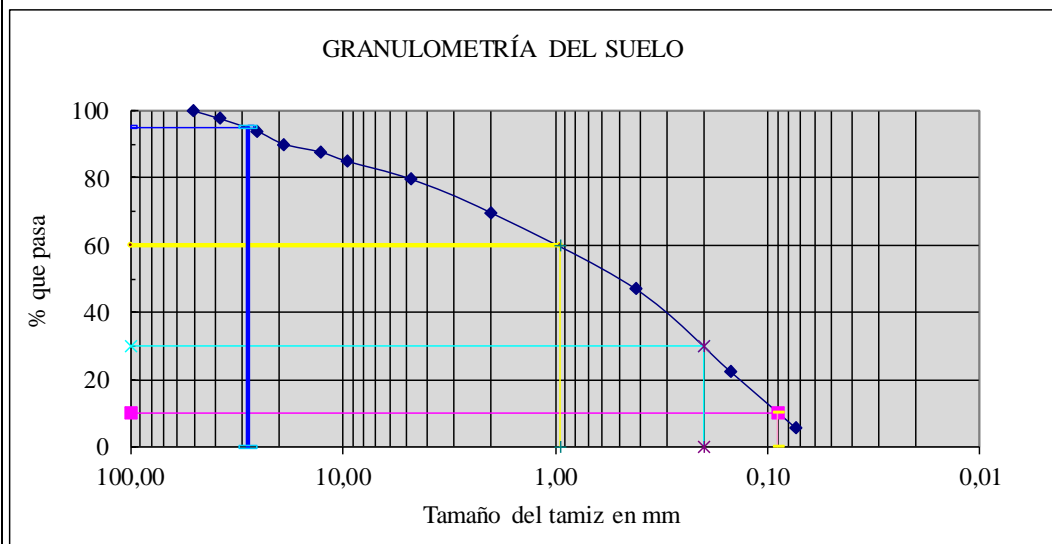
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**NORMAS:** ASTM: D 421-58 Y D 422-63  
AASHTO: T-87-70 Y T-88-70  
**UBICACIÓN:** HOLCIM ECUADOR PLANTA LATACUNGA  
**ABSCISA:** 0+100  
**MUESTRA:** # 1  
**RESPONSABLE:** VIVIANA HIGUERA

**GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS**

TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50,800	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	116,00	2,32	97,68
1"	25,400	302,80	6,06	93,94
3/4"	19,050	493,90	9,88	90,12
1/2"	12,700	615,60	12,31	87,69
3/8"	9,530	751,80	15,04	84,96
N 4	4,760	1019,90	20,40	79,60
PASA N 4		3980,10	79,60	
N 10	2,000	500,80	10,02	69,59
N 40	0,420	1629	32,58	47,02
N100	0,149	2869	57,38	22,22
N200	0,074	3698,80	73,98	5,63
PASA N200		281,30	5,63	
TOTAL ARENAS		3980,10		
PESO TOTAL	5000,00	Peso cuarteo antes del lavado		3980,10
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		3698,80
Total - diferencia		Diferencia o pasa tamiz 200		281,30

**GRÁFICO DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**



**COEFICIENTES DEL SUELO**

D10 en mm	0,09	Cu	D60 / D10	11
D30 en mm	0,20	Cc	$D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	0,5
D60 en mm	0,95	TNM	en mm	28,00



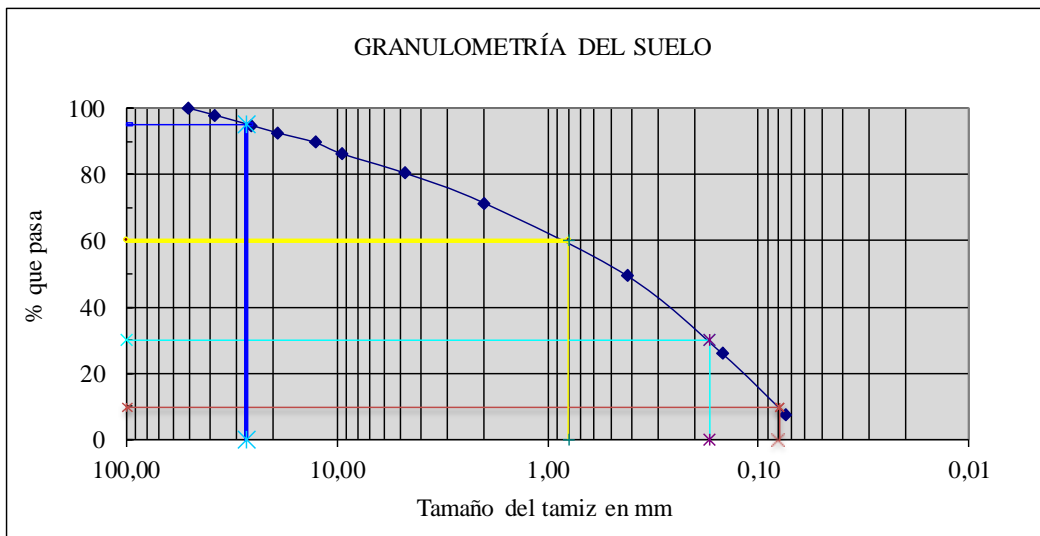
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Normas:	ASTM:	D 421-58 Y D 422-63
	AASHTO:	T-87-70 Y T-88-70
<b>UBICACIÓN:</b>	HOLCIM ECUADOR PLANTA LATACUNGA	
<b>ABSCISA:</b>	1+000	
<b>MUESTRA:</b>	# 3	
<b>RESPONSABLE:</b>	VIVIANA HIGUERA	

**GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS**

TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50,800	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	105,20	2,10	97,90
1"	25,400	262,00	5,24	94,76
3/4"	19,050	375,10	7,50	92,50
1/2"	12,700	518,60	10,37	89,63
3/8"	9,530	687,20	13,74	86,26
N 4	4,760	981,50	19,63	80,37
PASA N 4		4018,50	80,37	
N 10	2,000	452,10	9,04	71,33
N 40	0,420	1546,80	30,94	49,43
N100	0,149	2716,00	54,32	26,05
N200	0,074	3640,10	72,80	7,57
PASA N200		378,40	7,57	
TOTAL ARENAS		4018,50		
PESO TOTAL	5000,00	Peso cuarteo antes del lavado		4018,50
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		3640,10
Total - diferencia		Diferencia o pasa tamiz 200		378,40

**GRÁFICO DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**



**COEFICIENTES DEL SUELO**

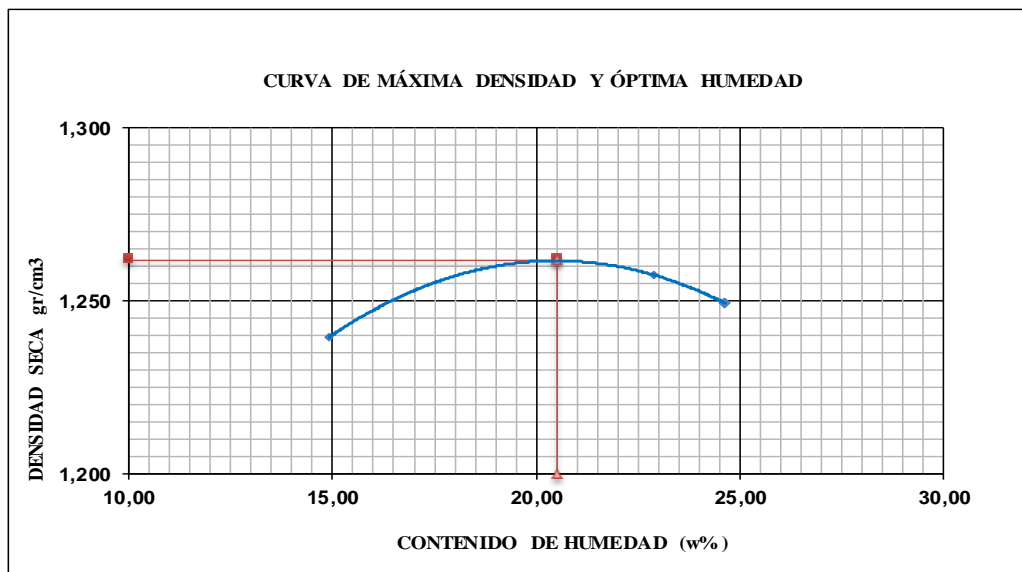
D10 en mm	0,08	Cu	D60 / D10	10
D30 en mm	0,17	Cc	$D30^2 / (D60 * D10)$	0,5
D60 en mm	0,80	TNM	en mm	27,00

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**  
**COMPACTACIÓN METODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO T 180**

**UBICACIÓN:** HOLCIM ECUADOR PLANTA LATACUNGA  
**ABSCISA:** 0+100  
**MUESTRA:** # 1  
**RESPONSABLE:** VIVIANA HIGUERA

CAPAS: 5	GOLPES POR CAPA: 56	PESO MARTILLO: 10 LBS.	ALTURA CAIDA: 18 PLG.	
MUESTRA	A	B	C	D
HUMEDAD AÑADIDA %	2,5%	5%	7,5%	10%
AGUA AUMENTADA (cc)	150	300	450	600
MOLDE #	6	6	6	6
MOLDE +SUELO HUMEDO (gr)	17035	17313	17340	17500
PESO MOLDE (gr)	13762	13762	13762	13762
PESO SUELO HUMEDO (gr)	3273	3551	3578	3738
CONT. PROM. AGUA %	14,91	22,89	24,62	28,13
CONSTANTE MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2297,82	2297,82	2297,82	2297,82
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,424	1,545	1,557	1,627
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,240	1,258	1,249	1,270

CONTENIDO DE HUMEDAD								
CONTENIDO DE AGUA	A		B		C		D	
TARRO #	1	2	3	4	5	6	7	8
TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	89	105,1	100,8	90,80	101,9	97,20	103,5	116,1
TARRO + SUELO SECO (gr)	80,0	97,50	89,0	78,6	89,2	82,9	87,0	98,2
PESO AGUA (gr)	9	7,6	11,8	12,2	12,7	14,3	16,5	17,9
PESO TARRO (gr)	31,2	30,7	30,9	30,7	30,8	30,9	31,3	31,0
PESO SUELO SECO (gr)	48,8	66,8	58,1	47,9	58,4	52	55,7	67,2
CONTENIDO DE A GUA %	18,44	11,38	20,31	25,47	21,75	27,50	29,62	26,64
CONTENIDO PROM AGUA %	14,91		22,89		24,62		28,13	



**HUMEDAD ÓPTIMA**                      20,50 %  
**DENSIDAD MÁXIMA**                    1,262 gr/cc

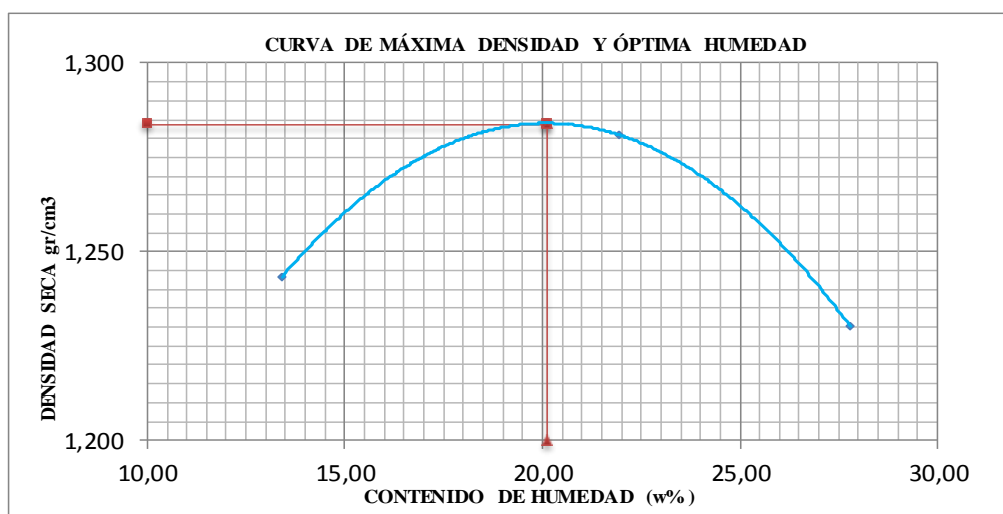
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**COMPACTACIÓN METODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO T 180**

<b>UBICACIÓN:</b>	HOLCIM ECUADOR PLANTA LATACUNGA
<b>ABSCISA:</b>	0+650
<b>MUESTRA:</b>	# 2
<b>RESPONSABLE:</b>	VIVIANA HIGUERA

CAPAS: 5	GOLPES POR CAPA: 56	PESO MARTILLO: 10 LBS.	ALTURA CAIDA: 18 PLG.	
MUESTRA	A	B	C	D
HUMEDAD AÑADIDA %	2,5%	5%	7,5%	10%
AGUA AUMENTADA (cc)	150	300	450	600
MOLDE #	6	6	6	6
MOLDE+SUELO HUMEDO (gr)	16945	17245	17315	17400
PESO MOLDE (gr)	13728	13728	13728	13728
PESO SUELO HUMEDO (gr)	3217	3517	3587	3672
CONT. PROM. AGUA %	13,41	21,94	27,79	31,65
CONSTANTE MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2281,58	2251,58	2281,58	2251,58
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,410	1,562	1,572	1,631
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,243	1,281	1,230	1,239

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
CONTENIDO DE AGUA	A		B		C		D		
TARRO #	1	2	3	4	5	6	7	8	
TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	90	104,6	100,1	90,10	102,9	99,60	108,9	110,8	
TARRO + SUELO SECO (gr)	82,4	96,70	87,9	79,2	89,2	82,9	89,5	92,4	
PESO AGUA (gr)	7,6	7,9	12,2	10,9	13,7	16,7	19,4	18,4	
PESO TARRO (gr)	31,2	30,7	30,9	30,7	30,8	30,9	31,3	31,0	
PESO SUELO SECO (gr)	51,2	66	57	48,5	58,4	52	58,2	61,4	
CONTENIDO DE AGUA %	14,84	11,97	21,40	22,47	23,46	32,12	33,33	29,97	
CONTENIDO PROM AGUA %	13,41		21,94		27,79		31,65		



**HUMEDAD ÓPTIMA**                      20,10 %  
**DENSIDAD MÁXIMA**                    1,284 gr/cc



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**  
**COMPACTACIÓN METODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO T 180**

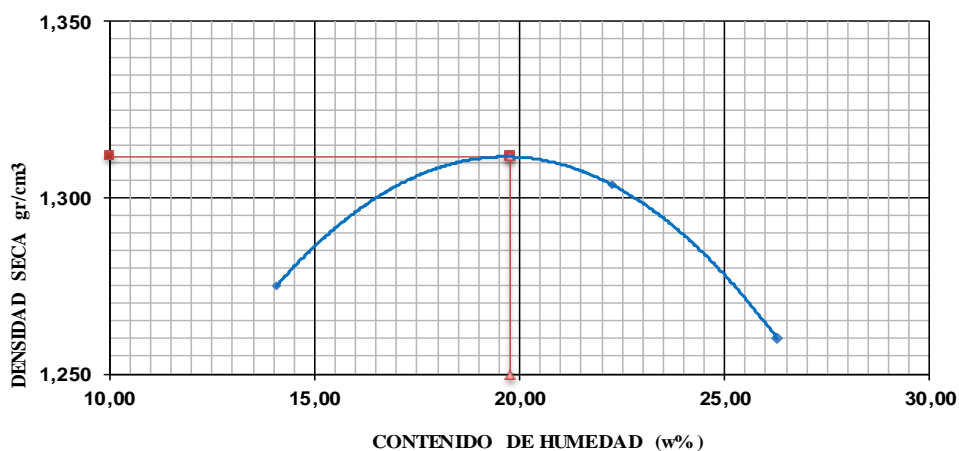
**UBICACIÓN:** HOLCIM ECUADOR PLANTA LATACUNGA  
**ABSCISA:** 1+000  
**MUESTRA:** # 3  
**RESPONSABLE:** VIVIANA HIGUERA

CAPAS: 5	GOLPES POR CAPA: 56	PESO MARTILLO: 10 LBS.	ALTURA CAIDA: 18 PLG.	
MUESTRA	A	B	C	D
HUMEDAD AÑADIDA %	2,5%	5%	7,5%	10%
AGUA AUMENTADA (cc)	150	300	450	600
MOLDE #	6	6	6	6
MOLDE +SUELO HUMEDO (gr)	16986	17248	17290	17350
PESO MOLDE (gr)	13755	13755	13755	13755
PESO SUELO HUMEDO (gr)	3231	3493	3535	3595
CONT. PROM. AGUA %	14,07	22,25	26,28	32,69
CONSTANTE MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2221,58	2191,58	2221,58	2191,58
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,454	1,594	1,591	1,640
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,275	1,304	1,260	1,236

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

CONTENIDO DE AGUA	A		B		C		D	
TARRO #	1	2	3	4	5	6	7	8
TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	88,9	104,8	101,1	91,10	100,8	98,80	107,5	111,4
TARRO + SUELO SECO (gr)	81,0	96,70	88,8	79,7	85,7	85,2	89,1	91,2
PESO AGUA (gr)	7,9	8,1	12,3	11,4	15,1	13,6	18,4	20,2
PESO TARRO (gr)	31,2	30,7	30,9	30,7	30,8	30,9	31,3	31,0
PESO SUELO SECO (gr)	49,8	66	57,9	49	54,9	54,3	57,8	60,2
CONTENIDO DE AGUA %	15,86	12,27	21,24	23,27	27,50	25,05	31,83	33,55
CONTENIDO PROM AGUA %	14,07		22,25		26,28		32,69	

**CURVA DE MÁXIMA DENSIDAD Y ÓPTIMA HUMEDAD**



**HUMEDAD ÓPTIMA** 19,75 %  
**DENSIDAD MÁXIMA** 1,312 gr/cc

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE**  
**CBR CALIFORNIA BEARINGRATIO**

**UBICACIÓN:** HOLCIM ECUADOR PLANTA LATACUNGA  
**ABSCISA:** 0+100  
**MUESTRA:** # 1  
**RESPONSABLE:** VIVIANA HIGUERA  
**PROFUNDIDAD BAJO LA RASANTE:** 80 cm.

**1.- MOLDES PARA SATURACIÓN**

MOLDE #	1-C		2-C		3-C	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE CAPA POR CADA GOLPE	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
W <sub>m</sub> +MOLDE	17152	17380	18250	18450	19054	19445
PESO MOLDE (gr)	13750	13750	14848	14848	16043	16043
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr)	3402	3630	3402	3602	3011	3402
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cc)	2291,19	2291,19	2306,34	2306,34	2298,48	2298,48
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,485	1,584	1,475	1,562	1,310	1,480
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1,217		1,194		1,120
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm <sup>3</sup> )						

**2.- DETERMINACIÓN DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD**

TARRO #	1	2	3	4	5	6
W <sub>m</sub> +TARRO	90,2	97,8	104,5	94,2	101,2	101,9
TARRO + SUELO SECO (gr)	75,9	83,2	87,0	79,40	84,4	84,3
PESO AGUA (gr)	14,3	14,6	17,5	14,8	16,8	17,6
PESO TARRO (gr)	31,5	31,3	31,0	30,7	31,0	30,9
PESO SUELO SECO (gr)	44,4	51,9	56	48,7	53,4	53,4
CONTENIDO DE HUMEDAD %	32,21	28,13	31,25	30,39	31,46	32,96
AGUA ABSORBIDA	30,17		30,82		32,21	

**OBSERVACIONES:**

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE**  
**CBR CALIFORNIA BEARINGRATIO**

**UBICACIÓN:** HOLCIM ECUADOR PLANTA LATACUNGA  
**ABSCISA:** 0+650  
**MUESTRA:** # 1  
**RESPONSABLE:** VIVIANA HIGUERA  
**PROFUNDIDAD BAJO LA RASANTE:** 80 cm.

<b>1.- MOLDES PARA SATURACIÓN</b>						
MOLDE #	1-C		2-C		3-C	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE CAPA POR CADA GOLPE	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE	17162	17394	18440	18490	19154	19554
PESO MOLDE (gr)	13750	13750	14848	14848	16043	16043
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr)	3412	3644	3592	3642	3111	3511
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cc)	2291,19	2291,19	2306,34	2306,34	2298,48	2298,48
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,489	1,590	1,557	1,579	1,354	1,528
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1,242		1,211		1,168
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm <sup>3</sup> )						

<b>2.- DETERMINACIÓN DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>						
TARRO #	1	2	3	4	5	6
Wm+TARRO	91,1	100,8	104,5	101,1	101,6	102,1
TARRO + SUELO SECO (gr)	77,6	86,1	86,0	86,10	83,5	86,9
PESO AGUA (gr)	13,5	14,7	18,5	15	18,1	15,2
PESO TARRO (gr)	31,5	31,3	31,0	30,7	31,0	30,9
PESO SUELO SECO (gr)	46,1	54,8	55	55,4	52,5	56
CONTENIDO DE HUMEDAD %	29,28	26,82	33,64	27,08	34,48	27,14
AGUA ABSORBIDA	28,05		30,36		30,81	

**OBSERVACIONES:**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE**  
**CBR CALIFORNIA BEARINGRATIO**

**UBICACIÓN:** HOLCIM ECUADOR PLANTA LATACUNGA  
**ABSCISA:** 1+000  
**MUESTRA:** # 1  
**RESPONSABLE:** VIVIANA HIGUERA  
**PROFUNDIDAD BAJO LA RASANTE:** 80 cm.

**1.- MOLDES PARA SATURACIÓN**

MOLDE #	1-C		2-C		3-C	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE CAPA POR CADA GOLPE	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
W <sub>m</sub> +MOLDE	17194	17378	18424	18478	190115	19525
PESO MOLDE (gr)	13750	13750	14848	14848	16043	16043
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr)	3444	3628	3576	3630	174072	3482
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cc)	2291,19	2291,19	2306,34	2306,34	2298,48	2298,48
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,503	1,583	1,551	1,574	75,734	1,515
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1,271		1,219		1,180
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm <sup>3</sup> )						

**2.- DETERMINACIÓN DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD**

TARRO #	1	2	3	4	5	6
W <sub>m</sub> +TARRO	87,5	94,1	99,7	91,4	99,4	98,9
TARRO + SUELO SECO (gr)	76,1	82,1	83,0	78,80	84,1	84
PESO AGUA (gr)	11,4	12	16,7	12,6	15,3	14,9
PESO TARRO (gr)	31,5	31,3	31,0	30,7	31,0	30,9
PESO SUELO SECO (gr)	44,6	50,8	52	48,1	53,1	53,1
CONTENIDO DE HUMEDAD %	25,56	23,62	32,12	26,20	28,81	28,06
AGUA ABSORBIDA	24,59		29,16		28,44	

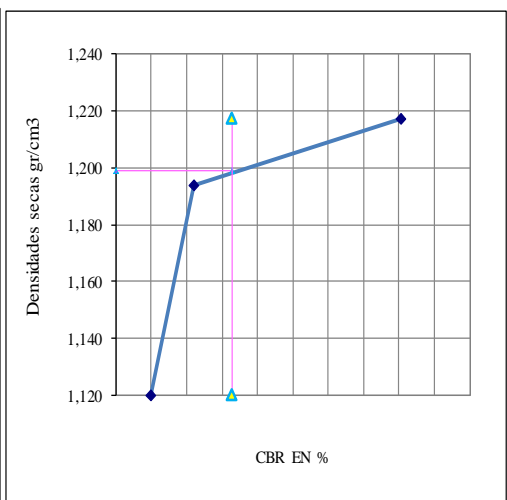
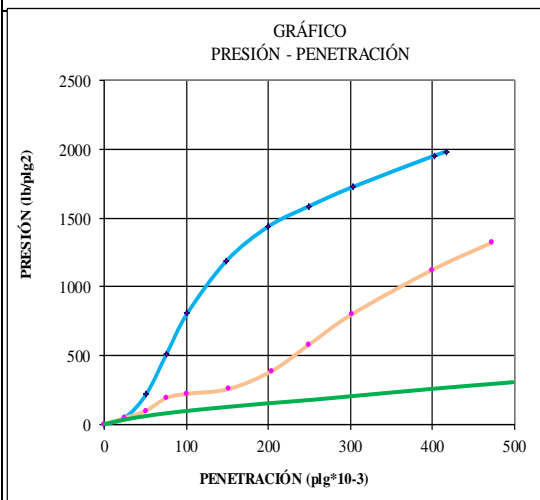
**OBSERVACIONES:**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**  
**CBR PUNTUAL**

**UBICACIÓN:** HOLCIM ECUADOR PLANTA LATACUNGA  
**ABSCISA:** 0+100  
**MUESTRA:** # 1  
**RESPONSABLE:** VIVIANA HIGUERA Area del pistón 3 pulg2

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

N° de Golpes	56				27				11					
	PENETRACIÓN	Q	PRESIONES		CBR	PENETRACIÓN	Q	PRESIONES		CBR	PENETRACIÓN	Q	PRESIONES	
LECT			LEIDA	CORR				LECT	LEIDA				CORR	LECT
" 10 <sup>-3</sup>	Kg	lb/plg <sup>2</sup>		%	" 10 <sup>-3</sup>	Kg	lb/plg <sup>2</sup>		%	" 10 <sup>-3</sup>	Kg	lb/plg <sup>2</sup>		%
0	0	0,0			0	0	0,0			0	0	0,0		
25	64,5	47,4			24	59,6	43,8			27	48,7	35,8		
51	298,0	219,0			50	130,2	95,7			53	83,4	61,3		
76	699,5	514,0			76	260,8	191,7			74	106,5	78,3		
101	1096,8	806,0		<b>80,6</b>	101	299,8	220,3		<b>22,0</b>	104	134,5	98,8		<b>9,88</b>
149	1618,4	1189,3			152	349,1	256,5			153	173,1	127,2		
200	1957,6	1438,6			204	525,4	386,1			200	206,9	152,0		
249	2155,8	1584,2			250	790,3	580,8			254	241,7	177,6		
303	2349	1726,2			302	1088,9	800,2			302	277,5	203,9		
403	2660,5	1955,1			400	1527,8	1122,7			403	351,9	258,6		
417	2697,1	1982,0			472	1795,7	1319,6			498	415,1	305,0		



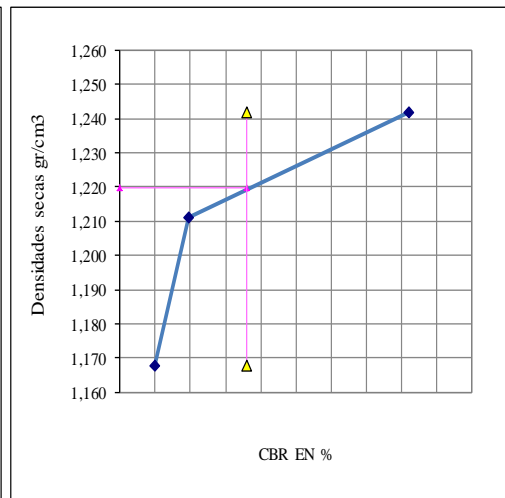
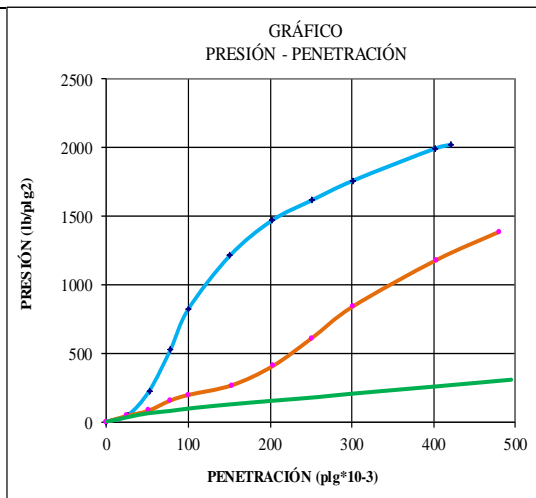
Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	1,262 gr/cm <sup>3</sup>			
gr/cm <sup>3</sup>	1,217	80,60 %	95% de DM	1,199	1,199	1,120	1,217
gr/cm <sup>3</sup>	1,194	22,03 %		0,00	33,00	33,00	33,00
gr/cm <sup>3</sup>	1,120	9,88 %	CBR PUNTUAL			33,00	33,00 %

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**  
**CBR PUNTUAL**

**UBICACIÓN:** HOLCIM ECUADOR PLANTA LATACUNGA  
**ABSCISA:** 0+650  
**MUESTRA:** # 2  
**RESPONSABLE:** VIVIANA HIGUERA Area del piston 3 pulg2

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

N° de Golpes	56				27				11						
	PENETRACIÓN	Q LECT	PRESIONES		CBR	PENETRACIÓN	Q LECT	PRESIONES		CBR	PENETRACIÓN	Q LECT	PRESIONES		CBR
			LEIDA	CORR				LEIDA	CORR				LEIDA	CORR	
" 10 <sup>-3</sup>	Kg	lb/plg <sup>2</sup>		%	" 10 <sup>-3</sup>	Kg	lb/plg <sup>2</sup>		%	" 10 <sup>-3</sup>	Kg	lb/plg <sup>2</sup>		%	
0	0	0,0			0	0	0,0			0	0	0,0			
26	65,8	48,4			25	57,3	42,1			28	49,5	36,4			
52	304	223,4			51	109,1	80,2			51	84,4	62,0			
78	713,5	524,3			78	210,7	154,8			78	107,4	78,9			
100	1118,7	822,1		<b>82,2</b>	100	265,9	195,4		<b>19,5</b>	106	136,5	100,3		<b>10,0</b>	
151	1650,8	1213,1			153	361,6	265,7			155	175,1	128,7			
202	1996,8	1467,4			203	551,7	405,4			204	208,9	153,5			
251	2198,9	1615,9			251	829,8	609,8			258	244,7	179,8			
302	2396,0	1760,7			301	1143,3	840,2			300	278,5	204,7			
402	2713,7	1994,2			403	1604,2	1178,9			406	352,9	259,3			
421	2751,0	2021,6			480	1885,5	1385,6			495	417,4	306,7			



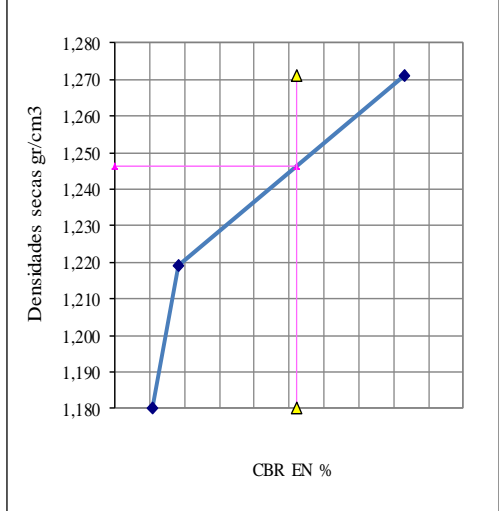
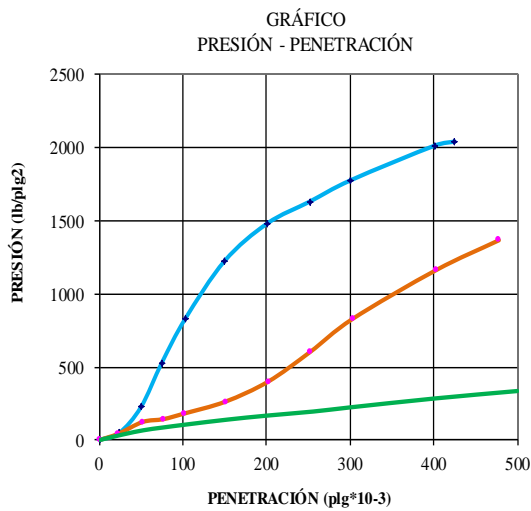
Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	1,284	gr/cm <sup>3</sup>	
gr/cm <sup>3</sup>	1,242	82,21 %	95% de DM	1,220	1,220	1,168 1,242
gr/cm <sup>3</sup>	1,211	19,54 %		0,00	36,00	36,00 36,00
gr/cm <sup>3</sup>	1,168	10,03 %	CBR PUNTUAL			<b>36,00 %</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**  
**CBR PUNTUAL**

**UBICACIÓN:** HOLCIM ECUADOR PLANTA LATACUNGA  
**ABSCISA:** 1+000  
**MUESTRA:** # 3  
**RESPONSABLE:** VIVIANA HIGUERA Area del piston 3 pulg2

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

N° de Golpes	56				27				11					
	PENETRACIÓN	Q LECT	PRESIONES		CBR	PENETRACIÓN	Q LECT	PRESIONES		PENETRACIÓN	Q LECT	PRESIONES		CBR
LEIDA			CORR	LEIDA				CORR	LEIDA			CORR		
" 10 <sup>-3</sup>	Kg	lb/plg <sup>2</sup>		%	" 10 <sup>-3</sup>	Kg	lb/plg <sup>2</sup>		%	" 10 <sup>-3</sup>	Kg	lb/plg <sup>2</sup>		%
0	0	0,0			0	0	0,0			0	0	0,0		
24	66,4	48,8			23	59,1	43,4			29	53,6	39,4		
50	306,6	225,3			52	168,7	124,0			53	91,7	67,4		
75	719,8	529,0			77	195,4	143,6			76	117,2	86,1		
103	1128,6	829,4		<b>82,9</b>	102	247,8	182,1		<b>18,2</b>	107	148,0	108,7		<b>10,87</b>
150	1665,3	1223,8			151	357,8	262,9			153	190,4	139,9		
201	2014,4	1480,3			202	543,8	399,6			200	227,6	167,2		
252	2218,3	1630,2			252	818	601,1			256	265,9	195,4		
301	2417,1	1776,2			303	1127	828,2			301	305,3	224,3		
401	2737,7	2011,8			403	1581,3	1162,0			401	387,1	284,5		
425	2775,3	2039,5			478	1858,5	1365,7			500	456,6	335,5		



Densidades	vs	Resistencias		Densidad Máx	1,312	gr/cm <sup>3</sup>	
gr/cm <sup>3</sup>	1,271	82,94 %		95% de DM	1,246	1,246	1,180 1,271
gr/cm <sup>3</sup>	1,219	18,21 %			0,00	52,00	52,00 52,00
gr/cm <sup>3</sup>	1,180	10,87 %		<b>CBR PUNTUAL</b>			<b>52,00 %</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

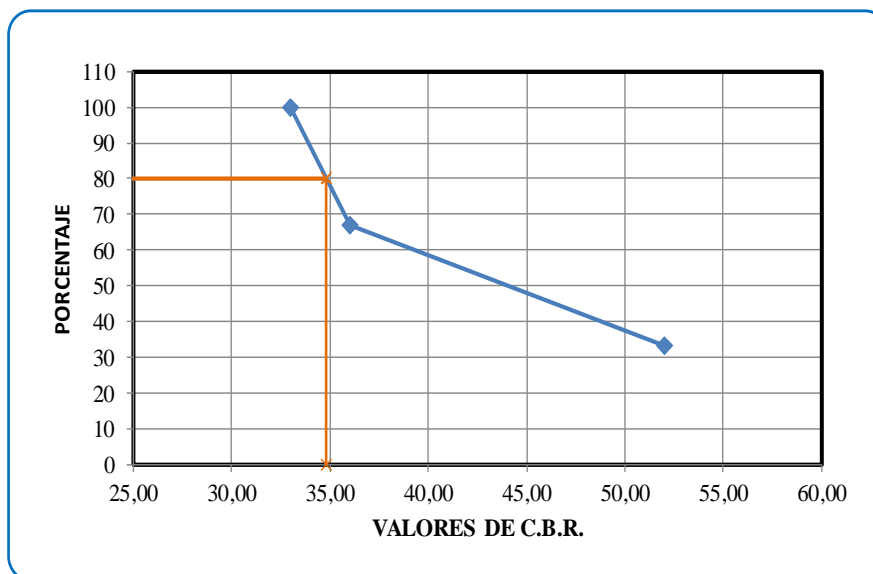
**UBICACIÓN:** PRÓCTOR MODIFICADO      **NORMA:** AASHTO T-180  
**RESPONSABLE:** VIVIANA HIGUERA

**DETERMINACIÓN CBR DE DISEÑO**

ENSAYO	ABSCISAS	CBR	# CBR	ENSAYO	ABSCISAS	CBR	# CBR
número	Km	Laboratorio	Igual/Mayor	número	Km	Laboratorio	Igual/Mayor
1	0+100	33,00					
2	0+650	36,00					
3	1+000	52,00					

**DISTRIBUCIÓN DE CBR**

A	B	C	A	Valores de CBR obtenidos de ensayos			
<b>33,00</b>	3	<b>100</b>	<b>B</b>	Número de CBR iguales o Mayores			
<b>36,00</b>	2	<b>67</b>	<b>C</b>	Porcentaje de CBR iguales o mayores			
<b>52,00</b>	1	<b>33</b>	<b>OBSERVACIONES:</b>				
			El valor correspondiente a toda la información de la base de datos es de 12,95% y servirá como CBR de diseño				
			<b>Serie</b>				
			x	0,00	34,80	34,80	34,80
			y	80,00	80,00	0,00	80,00



CBR DE DISEÑO = **34,80 %**

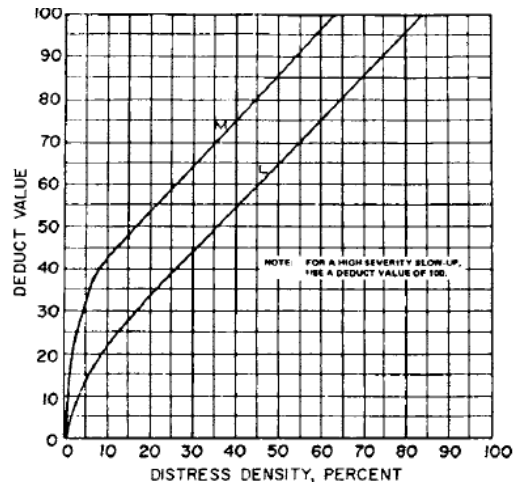


# ANEXO C

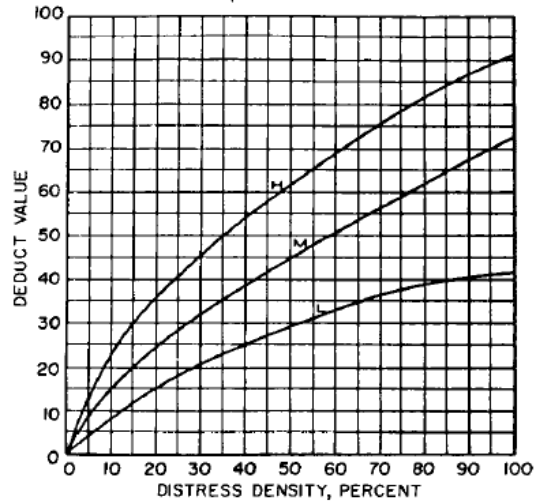


✓ GRÁFICAS PARA OBTENCIÓN DEL PCI  
EN PAVIMENTOS DE CONCRETO

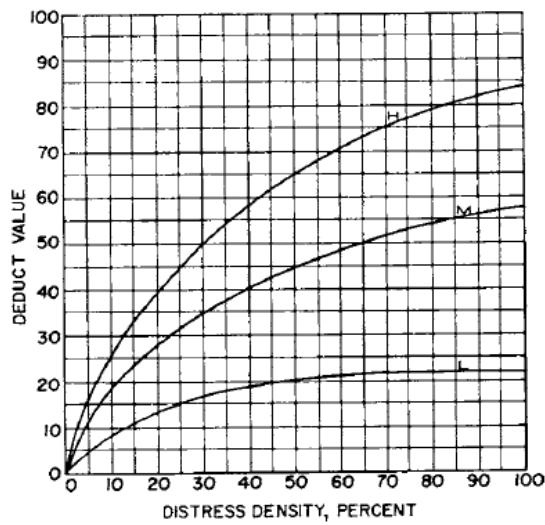
## 1 Estallidos



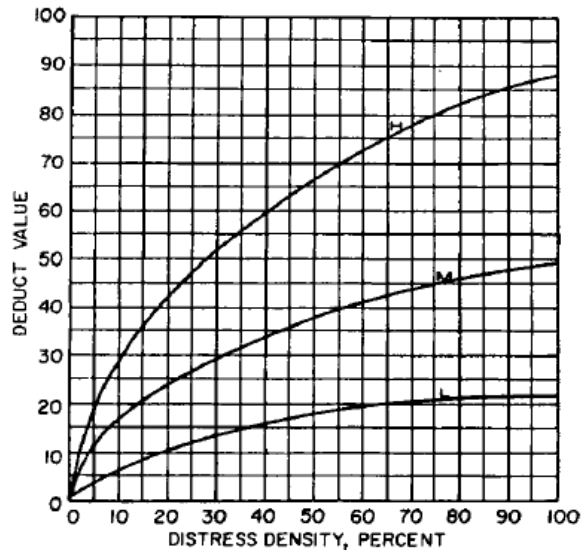
## 2 Rotura de esquina



## 3 Fisuras longitudinales, transversales y diagonales



#### 4 Fisuras de durabilidad



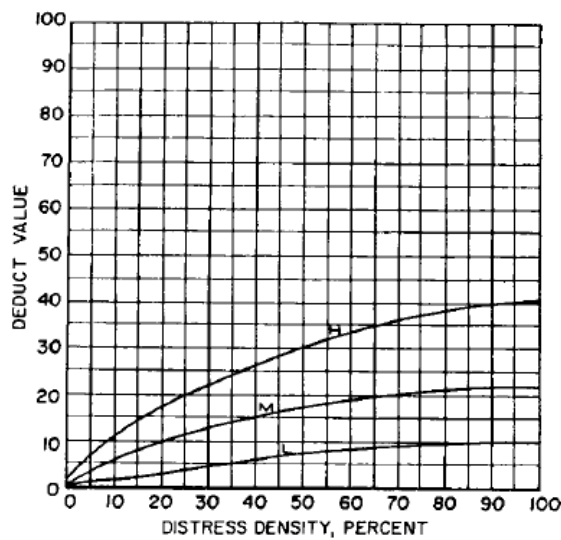
#### 5 Daño de sello de juntas

Los daños dados en la junta no ha sido calificado con densidad, la gravedad de los está determinada por la condición de eficacia general del sellador para una sección particular.

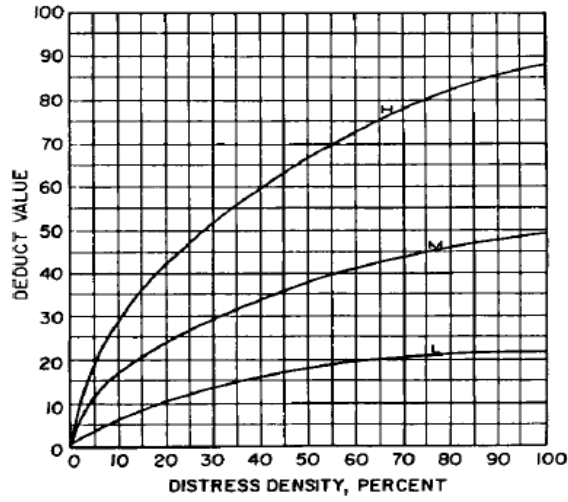
Los valores son deducidos por los tres niveles de severidad que son los siguientes:

1. Severidad alta - 12 puntos
2. Severidad media - 7 puntos
3. Severidad baja - 2 puntos

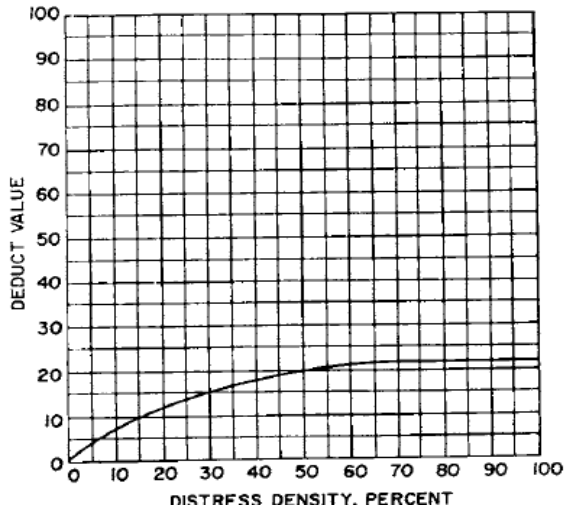
#### 6 Bacheos menores



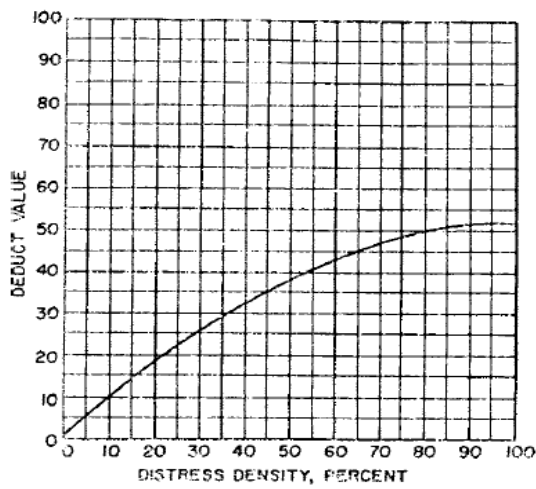
### 7 Baches mayores y corte para instalaciones



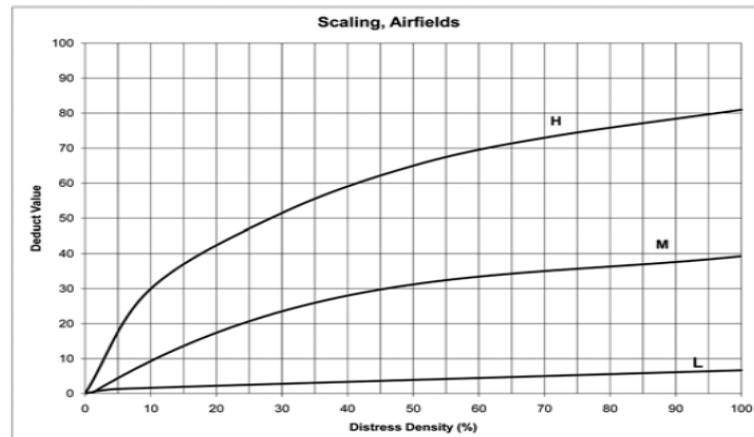
### 8 Pérdidas repentinas



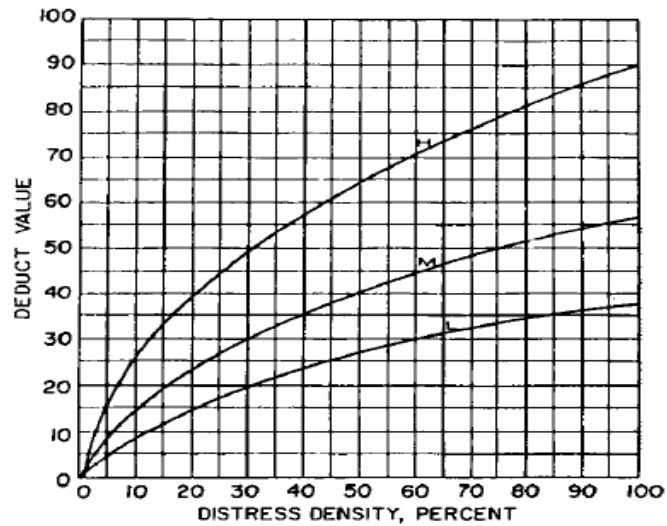
### 9 Bombeo



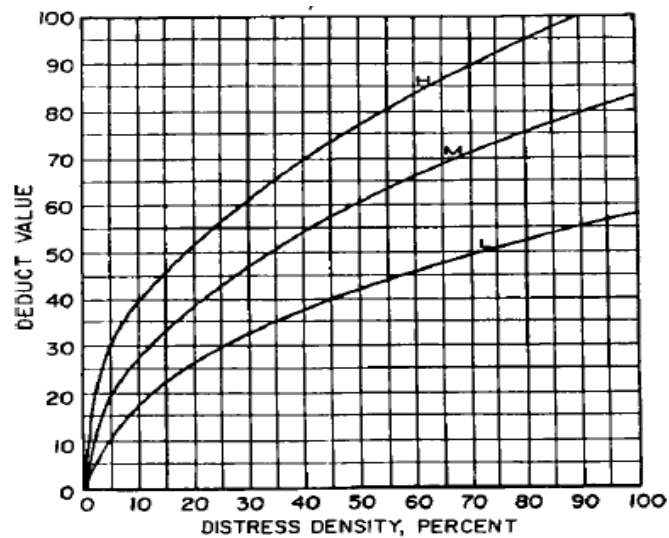
## 10 Desprendimiento superficial, mapa de fisuras



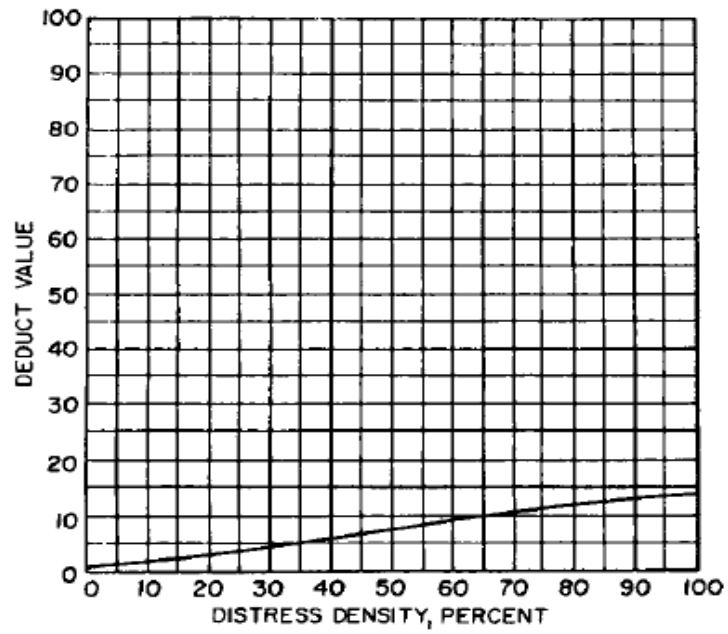
## 11 Asentamientos o fallas



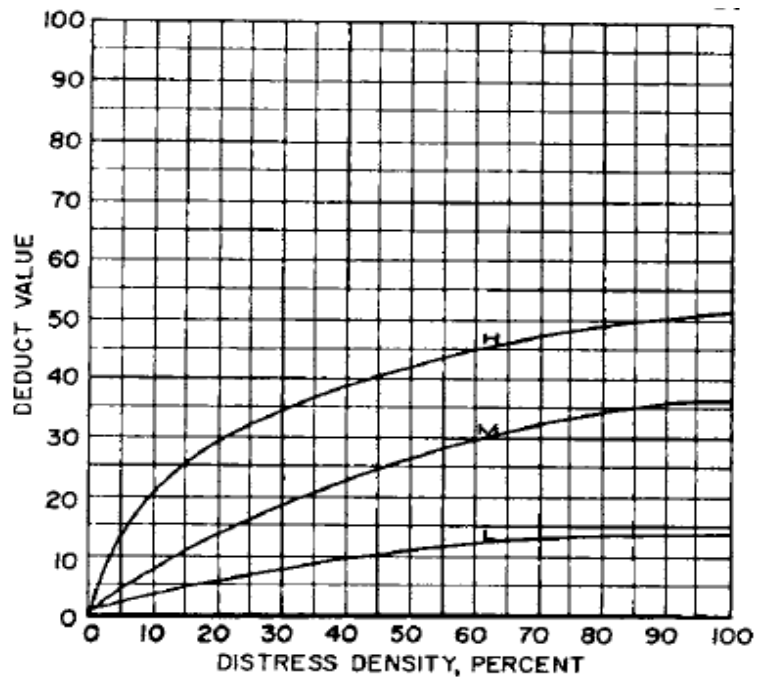
## 12 Losa fragmentada



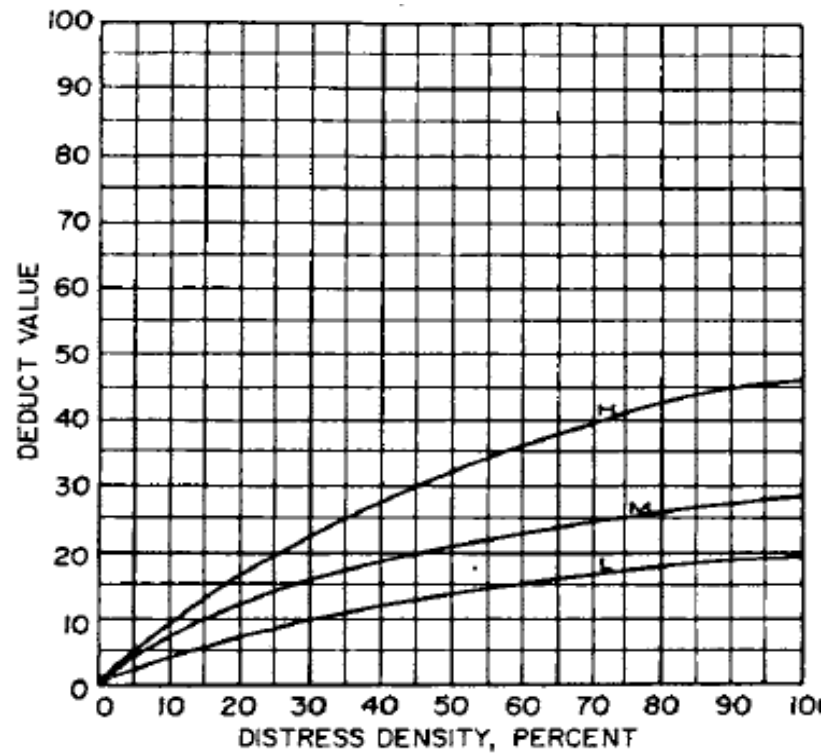
### 13 Fisuras por contracción



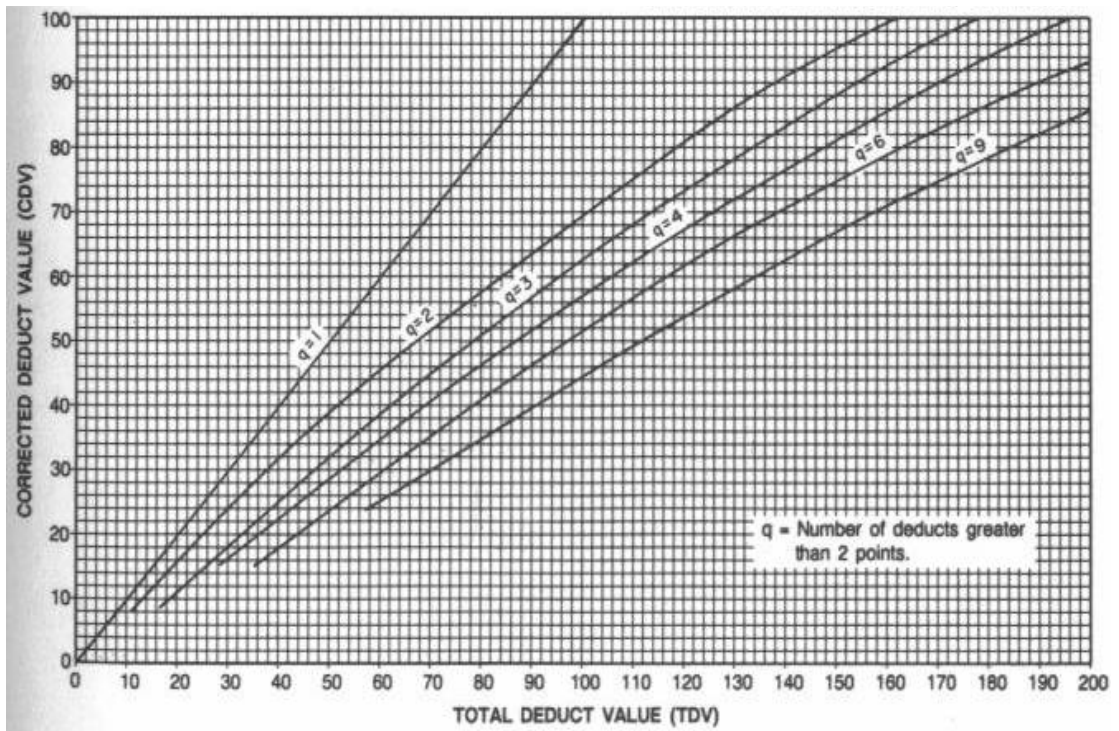
### 14 Desprendimiento en junta



### 15 Desprendimiento de esquina



### Determinación del valor de reducción máximo



# ANEXO D

---

- ✓ PRECIOS UNITARIOS.



<b>NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA</b>					
<b>PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA</b>					
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
RUBRO:	REMOCIÓN HOR. MACIZO (INC. DESALOJO)			HOJA:	1 DE 20
DETALLE:	1			UNIDAD:	M3
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Volqueta	1,00	\$ 20,00	\$ 20,00	0,33	\$ 6,60
Compresor Portatil 185 CFM con martillo hidráulico	2,00	\$ 27,00	\$ 54,00	0,33	\$ 17,82
Máquina de Cortar Pavimento	1,00	\$ 6,00	\$ 6,00	0,33	\$ 1,98
SUBTOTAL M					\$ 26,40
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Chofer Tipo E	1,00	\$ 3,74	\$ 3,74	0,33	\$ 1,23
Peón	4,00	\$ 3,01	\$ 12,04	0,33	\$ 3,97
Albañil	2,00	\$ 3,05	\$ 6,10	0,33	\$ 2,01
Maestro de Obra	1,00	\$ 3,38	\$ 3,38	0,33	\$ 1,12
SUBTOTAL N					\$ 8,34
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
SUBTOTAL O				\$ 0,00	
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
SUBTOTAL P				\$ 0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 34,74
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 20,00					\$ 6,95
OTROS INDIRECTOS %					\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 41,68
VALOR OFERTADO					\$ 41,68
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014					

<b>NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA</b>					
<b>PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA</b>					
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
RUBRO:	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN (INC. DESALOJO)			HOJA:	2 DE 20
DETALLE:	2			UNIDAD:	M3
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Volqueta	1,00	\$ 20,00	\$ 25,00	0,10	\$ 2,50
Retroexcavadora de Llantas	1,00	\$ 28,00	\$ 28,00	0,10	\$ 2,80
SUBTOTAL M					\$ 5,30
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Chofer Tipo E	1,00	\$ 3,74	\$ 3,74	0,10	\$ 0,37
Operador Sección A Grupo 1	1,00	\$ 2,96	\$ 2,96	0,10	\$ 0,30
SUBTOTAL N					\$ 0,67
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
SUBTOTAL O					\$ 0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
SUBTOTAL P					\$ 0,00
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 5,97
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 20,00					\$ 1,19
OTROS INDIRECTOS %					\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 7,16
VALOR OFERTADO					\$ 7,16
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014					

<b>NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA</b>					
<b>PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA</b>					
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
RUBRO:	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN MANUAL (INC. DESALOJO)			HOJA:	3 DE 20
DETALLE:	3			UNIDAD:	M3
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Volqueta	1,00	\$ 20,00	\$ 20,00	0,13	\$ 2,50
Herramienta manual		5% M.O.			\$ 0,10
SUBTOTAL M					\$ 2,60
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Chofer Tipo E	1,00	\$ 3,74	\$ 3,74	0,13	\$ 0,47
Peón	3,00	\$ 3,01	\$ 9,03	0,13	\$ 1,13
Maestro de Obra	1,00	\$ 3,38	\$ 3,38	0,13	\$ 0,42
SUBTOTAL N					\$ 2,02
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
SUBTOTAL O					\$ 0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
SUBTOTAL P					\$ 0,00
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 4,62
INDIRECTOS Y UTILIDADES				% 20,00	\$ 0,92
OTROS INDIRECTOS				%	\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 5,54
VALOR OFERTADO					\$ 5,54
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014					

<b>NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA</b>					
<b>PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA</b>					
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
RUBRO:	BASE CLASE I (INC. TRANSP)			HOJA:	4 DE 20
DETALLE:	4			UNIDAD:	M3
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Rodillo Liso Vibratorio	1,00	\$ 36,00	\$ 36,00	0,02	\$ 0,72
Retroexcavadora de Llantas	1,00	\$ 28,00	\$ 28,00	0,02	\$ 0,56
Tanquero de Agua 6 m3	1,00	\$ 22,00	\$ 22,00	0,02	\$ 0,44
Herramienta manual		5% M.O.			\$ 0,01
SUBTOTAL M					\$ 1,73
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Operador Sección A Grupo 1	2,00	\$ 2,96	\$ 5,92	0,02	\$ 0,12
Chofer Tipo E	1,00	\$ 3,74	\$ 3,74	0,02	\$ 0,07
SUBTOTAL N					\$ 0,19
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Material de base clase I	m3	1,05	\$ 12,25	\$ 12,86	
agua	m3	0,01	\$ 1,00	\$ 0,01	
SUBTOTAL O					\$ 12,87
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
SUBTOTAL P					\$ 0,00
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 14,80
INDIRECTOS Y UTILIDADES				% 20,00	\$ 2,96
OTROS INDIRECTOS				%	\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 17,75
VALOR OFERTADO					\$ 17,75
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014					

<b>NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA</b>					
<b>PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA</b>					
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
RUBRO:	PAV. HORM. CEM. PÓRTLAND MOD. FLEX. 3.5 MPA			HOJA:	5 DE 20
DETALLE:	5			UNIDAD:	M3
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Vibrador de aguja	1,00	\$ 2,90	\$ 2,90	0,45	\$ 1,31
Maquina de Cortar Pavimento	1,00	\$ 6,00	\$ 6,00	0,45	\$ 2,70
Herramienta menor		5% M.O.			\$ 0,55
SUBTOTAL M					\$ 4,56
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Albañil	2,00	\$ 3,05	\$ 6,10	0,45	\$ 2,75
Peón	3,00	\$ 3,01	\$ 9,03	0,45	\$ 4,06
Carpintero	2,00	\$ 3,01	\$ 6,02	0,45	\$ 2,71
Maestro de Obra	1,00	\$ 3,38	\$ 3,38	0,45	\$ 1,52
SUBTOTAL N					\$ 11,04
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Hormigón premezclado 4.5 Mpa (vaciado directo)	m3	1,00	\$ 183,00	\$ 183,00	
Curinsol	Kg	1,75	\$ 1,55	\$ 2,71	
Encofrado metalico	u	1,000	\$ 2,65	\$ 2,65	
Arena fina	m3	0,01	\$ 10,50	\$ 0,08	
Diesel	gl	0,09	\$ 1,11	\$ 0,10	
Asfalto AP3	gl	0,15	\$ 0,65	\$ 0,10	
SUBTOTAL O				\$ 188,64	
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
SUBTOTAL P				\$ 0,00	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					\$ 204,24
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES % 20,00</b>					\$ 40,85
<b>OTROS INDIRECTOS %</b>					\$ 0,00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 245,09
<b>VALOR OFERTADO</b>					\$ 245,09
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014					

<b>NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA</b>					
<b>PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA</b>					
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
RUBRO:	ACERO DE REFUERZO PARA PAVIMENTO FY= 4200 KG/C HOJA:				6 DE 20
DETALLE:	6	UNIDAD:			KG
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Dobladora y cortadora de hierro	1,00	\$ 2,50	\$ 2,50	0,02	\$ 0,05
SUBTOTAL M					\$ 0,05
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Fierrero	2,00	\$ 3,05	\$ 6,10	0,02	\$ 0,12
Maestro de Obra	1,00	\$ 3,38	\$ 3,38	0,02	\$ 0,07
Peón	1,00	\$ 3,01	\$ 3,01	0,02	\$ 0,06
SUBTOTAL N					\$ 0,25
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Alambre recocido #18	kg	0,04	\$ 1,35	\$ 0,05	
Hierro	Kg	1,00	\$ 1,50	\$ 1,50	
SUBTOTAL O					\$ 1,55
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
SUBTOTAL P					\$ 0,00
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 1,85
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 20,00					\$ 0,37
OTROS INDIRECTOS %					\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 2,22
VALOR OFERTADO					\$ 2,22
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014					

<b>NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA</b>					
<b>PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA</b>					
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
RUBRO:	CORTE DE JUNTAS			HOJA:	7 DE 20
DETALLE:	7			UNIDAD:	ML
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Cortadora de pavimento	1,00	5,00	5,00	0,07	0,335
SUBTOTAL M					\$ 0,34
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	2,00	\$ 3,01	\$ 6,02	0,07	\$ 0,40
SUBTOTAL N					\$ 0,40
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Agua	m3	0,007	\$ 0,80	\$ 0,01	
Diesel	gl	0,05	\$ 1,11	\$ 0,06	
SUBTOTAL O					\$ 0,06
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 0,80
INDIRECTOS Y UTILIDADES				% 20,00	\$ 0,16
OTROS INDIRECTOS %					\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 0,96
VALOR OFERTADO					\$ 0,96
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014					

<b>NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA</b>					
<b>PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA</b>					
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
RUBRO:	JUNTAS SIMULADAS DE CONSTRUCCIÓN (LIMPIEZA-SELLO ASF. AP-3)			HOJA:	8 DE 20
DETALLE:	8			UNIDAD:	ML
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Caldero	1,00	3,00	3,00	0,05	0,15
Heramienta manual		5% M.O.			\$ 0,02
SUBTOTAL M					\$ 0,17
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	2,00	\$ 3,01	\$ 6,02	0,05	\$ 0,28
Albañil	1,00	\$ 3,05	\$ 3,05	0,05	\$ 0,14
SUBTOTAL N					\$ 0,42
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Arena fina	m3	0,004	\$ 10,50	\$ 0,04	
Diesel	gl	0,05	\$ 1,11	\$ 0,06	
Asfalto AP3	gl	0,15	\$ 0,65	\$ 0,09	
SUBTOTAL O				\$ 0,19	
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
SUBTOTAL P				\$ 0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 0,78
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 20,00					\$ 0,16
OTROS INDIRECTOS %					\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 0,93
VALOR OFERTADO					\$ 0,93
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014					



**NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA**

**PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: CINTA PLÁSTICA DE SEGURIDAD (COLOR REFLECTIVO) HOJA: 9 DE 20

DETALLE: 9 UNIDAD: ML

**EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL M					\$ 0,00

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	2,00	\$ 3,01	\$ 6,02	0,01	\$ 0,07
SUBTOTAL N					\$ 0,07

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cinta Plástica Demarcatoria	ml	1,00	\$ 0,16	\$ 0,16
SUBTOTAL O				\$ 0,16

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
SUBTOTAL P				\$ 0,00

TOTAL COSTO DIRECTO	\$ 0,23
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 20,00	\$ 0,05
OTROS INDIRECTOS %	\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 0,28
VALOR OFERTADO	\$ 0,28

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014

<b>NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA</b>					
<b>PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA</b>					
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
RUBRO:	PARANTE VIAL DE POLIETILENO DE H=1,41M; D=0,74M (INC.BASE)			HOJA:	10 DE 20
DETALLE:	10			UNIDAD:	U
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL M					\$ 0,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	\$ 3,01	\$ 3,01	0,62	\$ 1,86
SUBTOTAL N					\$ 1,86
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Parante Vial de Polietileno Enroscable de H=1.41m D=0,74m	u	1,00	\$ 37,00	\$ 37,00	
SUBTOTAL O					\$ 37,00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
SUBTOTAL P					\$ 0,00
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 38,86
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 20,00					\$ 7,77
OTROS INDIRECTOS %					\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 46,64
VALOR OFERTADO					\$ 46,64
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014					

**NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA**

**PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: SUMINISTRO E INST. CONOS DEMARCADORES PARA TRABAJO DE VÍA (H=0,71M) HOJA: 11 DE 20

DETALLE: 11 UNIDAD: U

**EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL M					\$ 0,00

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	\$ 3,01	\$ 3,01	0,04	\$ 0,11
SUBTOTAL N					\$ 0,11

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Conos Demarcadores H=71cm	u	1,00	\$ 27,00	\$ 27,00
SUBTOTAL O				\$ 27,00

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
SUBTOTAL P				\$ 0,00

TOTAL COSTO DIRECTO	\$ 27,11
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 20,00	\$ 5,42
OTROS INDIRECTOS %	\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 32,53
VALOR OFERTADO	\$ 32,53

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014

**NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA**

**PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN/LETRERO-ALUMINIO/  
SEÑAL/REGLAMENTA

HOJA: 12 DE 20

DETALLE: 12

UNIDAD: M2

**EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Dobladora y cortadora de hierro	1,00	\$ 0,50	\$ 0,50	0,59	\$ 0,30
<b>SUBTOTAL M</b>					\$ 0,30

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Ayudante de maestro	2,00	\$ 3,05	\$ 6,10	0,59	\$ 3,61
Pintor	1,00	\$ 3,05	\$ 3,05	0,59	\$ 1,80
Soldador	1,00	\$ 3,05	\$ 3,05	0,59	\$ 1,80
Maestro de Obra	1,00	\$ 3,38	\$ 3,38	0,59	\$ 2,00
<b>SUBTOTAL N</b>					\$ 9,22

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Letrero Aluminio 2 mm. inc Fondo.Lamina	m2	1,00	\$ 145,00	\$ 145,00
Reflecti.Pint.Epox.Etc				
Elementos de Fijación	u	0,70	\$ 1,00	\$ 0,70
<b>SUBTOTAL O</b>				\$ 145,70

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<b>SUBTOTAL P</b>				\$ 0,00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>			\$ 155,22
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			% 20,00 \$ 31,04
<b>OTROS INDIRECTOS</b>			% \$ 0,00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			\$ 186,26
<b>VALOR OFERTADO</b>			\$ 186,26

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014

**NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA**

**PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: MARCA CON PINTURA DE TRÁFICO 12CM (INCLUYE MICROESFERAS) HOJA: 13 DE 20

DETALLE: 13 UNIDAD: ML

**EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Camioneta delineadora	1,00	\$ 37,00	\$ 37,00	0,01	\$ 0,52
Equipo de seguridad y protección	2,00	\$ 0,70	\$ 1,40	0,01	\$ 0,02
Herramienta manual		5% M.O.			\$ 0,01
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>\$ 0,55</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Chofer Tipo B	1,00	\$ 3,74	\$ 3,74	0,01	\$ 0,05
Peón	2,00	\$ 3,05	\$ 6,10	0,01	\$ 0,09
Maestro de Obra	1,00	\$ 3,38	\$ 3,38	0,01	\$ 0,05
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>\$ 0,19</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Pintura de tráfico solvente agua	galon	0,025	\$ 35,00	\$ 0,88
Microesferas de Vidrio	Kg	0,070	\$ 3,15	\$ 0,22
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>\$ 1,10</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>\$ 0,00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>\$ 1,83</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES % 20,00</b>	<b>\$ 0,37</b>
<b>OTROS INDIRECTOS %</b>	<b>\$ 0,00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 2,19</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 2,19</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014

<b>NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA</b>					
<b>PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA</b>					
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
RUBRO:	MARCA CON PINTURA DE TRÁFICO (FLECHAS, CHEVRON, LEYENDAS)			HOJA:	14 DE 20
DETALLE:	14			UNIDAD:	M2
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Equipo de pintura	1,00	\$ 30,00	\$ 30,00	0,10	\$ 3,00
Equipo de seguridad y protección	2,00	\$ 0,70	\$ 1,40	0,10	\$ 0,14
Herramienta manual		5% M.O.			\$ 0,10
SUBTOTAL M					\$ 3,24
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Chofer Tipo B	1,00	\$ 3,74	\$ 3,74	0,10	\$ 0,37
Peón	2,00	\$ 3,01	\$ 6,02	0,10	\$ 0,60
Albañil	2,00	\$ 3,05	\$ 6,10	0,10	\$ 0,61
Maestro de Obra	1,00	\$ 3,38	\$ 3,38	0,10	\$ 0,34
SUBTOTAL N					\$ 1,92
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Pintura de tráfico diluyente agua	galon	0,029	\$ 35,00	\$ 1,00	
Microesferas de Vidrio	Kg	0,072	\$ 3,50	\$ 0,25	
SUBTOTAL O					\$ 1,25
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
SUBTOTAL P					\$ 0,00
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 6,41
INDIRECTOS Y UTILIDADES				% 20,00	\$ 1,28
OTROS INDIRECTOS				%	\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 7,69
VALOR OFERTADO					\$ 7,69
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014					

<b>NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA</b>					
<b>PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA</b>					
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
RUBRO:	CAJA/REGISTRO H.S. (0,8 X 0,95X1,0 )M. CON TAPA f'c=210KG/CM2			HOJA:	15 DE 20
DETALLE:	15			UNIDAD:	U
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual	A	B 5% M.O.	C=A*B	R	D=C*R \$ 1,62
SUBTOTAL M					\$ 1,62
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil	A 2,00	B \$ 3,05	C=A*B \$ 6,10	R 1,50	D=C*R \$ 9,15
Peón	2,00	\$ 3,01	\$ 6,02	1,50	\$ 9,03
Carpintero	2,00	\$ 3,05	\$ 6,10	1,50	\$ 9,15
Maestro de Obra	1,00	\$ 3,38	\$ 3,38	1,50	\$ 5,07
SUBTOTAL N					\$ 32,40
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
Hormigón Premezclado Fc=210 Kg/cm²	m3	A 0,50	B \$ 115,00	C=A*B \$ 48,00	
Hierro	Kg	11,00	\$ 1,20	\$ 13,20	
Marco y contramarco metalico	kg	10,00	\$ 2,50	\$ 25,00	
Encofrado de madera	u	0,18	\$ 40,00	\$ 7,00	
SUBTOTAL O					\$ 93,20
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A 0,00	B \$ 0,00	C=A*B \$ 0,00	
SUBTOTAL P					\$ 0,00
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 127,22
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 20,00					\$ 25,44
OTROS INDIRECTOS %					\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 152,66
VALOR OFERTADO					\$ 152,66
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA GUAYAQUIL, 15 DE JULIO DE 2011					

<b>NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA</b>					
<b>PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA</b>					
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
RUBRO:	SUMIDERO DE ABERTURA DOBLE DE HORMIGÓN ARMADO (INC. REJ/EXC)			HOJA:	16 DE 20
DETALLE:	16			UNIDAD:	U
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual	A	B 5% M.O.	C=A*B	R	D=C*R \$ 2,48
SUBTOTAL M					\$ 2,48
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil	A 2,00	B \$ 3,05	C=A*B \$ 6,10	R 2,29	D=C*R \$ 13,98
Peón	2,00	\$ 3,01	\$ 6,02	2,29	\$ 13,80
Carpintero	2,00	\$ 3,05	\$ 6,10	2,29	\$ 13,98
Maestro de Obra	1,00	\$ 3,38	\$ 3,38	2,29	\$ 7,75
SUBTOTAL N					\$ 49,52
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
Hormigón Premezclado Fc=210 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	A 0,00	B \$ 115,00	C=A*B \$ 0,00	
Encofrado de madera	u	0,10	\$ 40,00	\$ 4,00	
Hierro	Kg	84,00	\$ 1,20	\$ 100,80	
Rejilla / Sumidero (0.55 * 0.40) ml D=1"	u	2,00	\$ 38,00	\$ 76,00	
SUBTOTAL O					\$ 180,80
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A 0,00	B \$ 0,00	C=A*B \$ 0,00	
SUBTOTAL P					\$ 0,00
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 232,79
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 20,00					\$ 46,56
OTROS INDIRECTOS %					\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 279,35
VALOR OFERTADO					\$ 279,35
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014					



**NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA**

**PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: SUMINISTRO E INT. DE TUBERÍA DE H.S D = 6"

HOJA: 17 DE 20

DETALLE: 17

UNIDAD: ML

**EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta manual		5% M.O.			\$ 0,12
Compactador de placa	1,00	2,60	2,60	0,20	\$ 0,52
Nivel	1,00	0,40	0,40	0,20	\$ 0,08
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>\$ 0,72</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra	1,00	\$ 3,38	\$ 3,38	0,20	\$ 0,68
Albañil	1,00	3,05	\$ 3,05	0,20	\$ 0,61
Peón	2,00	3,01	\$ 6,02	0,20	\$ 1,20
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>\$ 2,49</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Tubería PVC corrugada	ml	1,00	\$ 2,00	\$ 2,00
Junta de Neopreno D = 6"	ml	1,00	\$ 1,00	\$ 1,00
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>\$ 3,00</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>\$ 0,00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>\$ 6,21</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES % 20,00</b>	<b>\$ 1,24</b>
<b>OTROS INDIRECTOS %</b>	<b>\$ 0,00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 7,46</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 7,46</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014

**NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA**

**PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: LETREROS DE SEÑALIZACIÓN PROVISIONAL (PARA OBRA) HOJA: 18 DE 20

DETALLE: 18 UNIDAD: U

**EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL M					\$ 0,00

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	2,00	\$ 3,01	\$ 6,02	1,71	\$ 10,28
SUBTOTAL N					\$ 10,28

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Señales informativas (120x80)cm	u	1,00	\$ 47,00	\$ 47,00
Letrero de precaución- aviso, etc de 60x60 cm	u	1,00	\$ 33,00	\$ 33,00
SUBTOTAL O				\$ 80,00

**TRANSPORTE**

	A	B	C=A*B
SUBTOTAL P	0,00	\$ 0,00	\$ 0,00

TOTAL COSTO DIRECTO	\$ 90,28
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 20,00	\$ 18,06
OTROS INDIRECTOS %	\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 108,33
VALOR OFERTADO	\$ 108,33

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014

**NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA**

**PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: CHARLAS DE CONCIENCIACIÓN

HOJA: 19 DE 20

DETALLE: 19

UNIDAD: U

**EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL M					\$ 0,00

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de Obra	A 1,00	B \$ 5,12	C=A*B \$ 5,12	R 2,32	D=C*R \$ 11,89
SUBTOTAL N					\$ 11,89

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
Afiches e Instructivos	u	A 1,00	B \$ 15,00	C=A*B \$ 15,00
SUBTOTAL O				\$ 15,00

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A 0,00	B \$ 0,00	C=A*B \$ 0,00
SUBTOTAL P				\$ 0,00

TOTAL COSTO DIRECTO	\$ 26,89
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 20,00	\$ 5,38
OTROS INDIRECTOS %	\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 32,27
VALOR OFERTADO	\$ 32,27

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014

**NOMBRE DEL OFERENTE: VIVIANA HIGUERA**

**PROYECTO: VIAS PLANTA HOLCIM LATACUNGA**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: CONTROL Y MONITOREO DE RUIDO

HOJA: 20 DE 20

DETALLE: 20

UNIDAD: EST.

**EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL M					\$ 0,00

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Ingeniero Ambiental	1,00	\$ 5,56	\$ 5,56	2,08	\$ 11,56
SUBTOTAL N					\$ 11,56

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Mediciones de ruido	estacion	1,00	\$ 30,00	\$ 30,00
SUBTOTAL O				\$ 30,00

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
		0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
SUBTOTAL P				\$ 0,00

TOTAL COSTO DIRECTO	\$ 41,56
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 20,00	\$ 8,31
OTROS INDIRECTOS %	\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 49,88
VALOR OFERTADO	\$ 49,88

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
AMBATO, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014

# ANEXO E

---

## FOTOGRAFÍAS

- ✓ FALLAS ENCONTRADAS EN LAS VÍAS
- ✓ TOMA DE MUESTRAS
- ✓ ENSAYOS REALIZADOS

## FOTOGRAFÍAS DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA

### Fallas encontradas en las vías



Fisura longitudinal abscisa: 0+021



Rotura de esquina abscisa: 0+036



Fisura longitudinal abscisa: 0+038



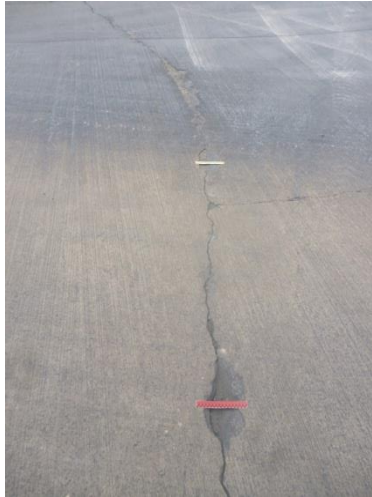
Rotura de esquina abscisa: 0+068,87



Asentamiento abscisa: 0+165



Daño de sello de juntas abscisa: 0+165



Fisura longitudinal abscisa: 0+170



Fisura longitudinal abscisa: 0+170



Fisura diagonal abscisa: 0+350



Fisura transv. y long. abscisa: 0+416







Daño de sello de juntas y losa fragmentada tramo desde la abscisa: 0+425 hasta la abscisa 0+455,41



Daño de sello de juntas y losa fragmentada tramo desde la abscisa: 0+470 hasta la abscisa 0+480

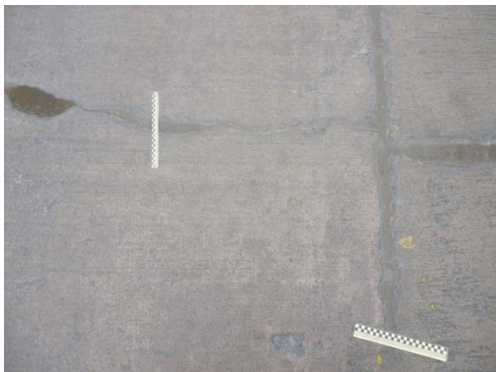




Fisuras longitudinales y daño de sello de juntas tramo desde la abscisa: 0+551 hasta la abscisa 0+580



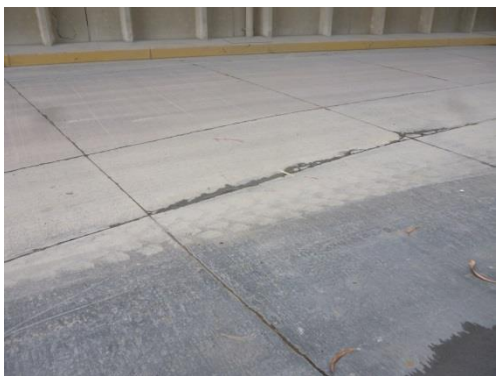
Fisuras longitudinales y daño de sello de juntas tramo desde la abscisa: 0+590 hasta la abscisa 0+609



Fisura transversales y daño de sello de junta abscisa: 0+745



Fisura longitudinales, transversales y daño de sello de junta abscisa: 0+763



Fisura longitudinales, transversales, daño de sello de junta desprendimiento de junta abscisa: 1+110



Fisura longitudinales, transversales, daño de sello de junta abscisa: 1+167



Toma de muestra en sitio



Toma de muestra en sitio



Ensayo de CBR



## Ensayo de CBR

