

## 1.1. INTRODUCCIÓN

Las técnicas de reposición de fallas, son alternativas de procedimientos que se deben seguir para la conservación o mantenimiento de una carretera (urbana o rural) pavimentada, con el fin de mejorar la calidad de la carretera para una mejor circulación. Las técnicas normalizadas son procedimientos o métodos que ya se usaron en la reposición de fallas en las carreteras pavimentadas de otros países.

Una de las condiciones para plantear técnicas de reposición, es que el pavimento rígido en estudio, presente irregularidades a simple vista en su superficie y además que el estado del pavimento presente una condición de uso diferente a la que tuvo cuando se puso en funcionamiento.

Las carreteras urbanas de pavimento rígido llamadas también calles se construyen para que estén en servicio un determinado número de años a lo que comúnmente se denomina periodo de vida útil de la obra, durante el funcionamiento y operación de la carretera se pretende mejorar la calidad de vida del usuario, sean éstos peatones o vehículos.

Estas calles al estar en servicio u operación se van deteriorando, presentando diferentes condiciones de circulación a través de los años. Este comportamiento se ve reflejado en fallas o deterioros en el pavimento, pudiendo ser éstos pequeños al principio, pero si no se realiza un mantenimiento adecuado y a tiempo afectaría considerablemente en la vida útil del mismo.

Existen diferentes técnicas de reposición de fallas para pavimentos rígidos, pero no todas pueden ser recomendables debido a varios factores que se presentan durante la evaluación y reposición de las fallas, pudiendo ser estos factores la disponibilidad de equipo y condiciones de la zona principalmente.

En el Continente Americano, ya existen varios países que tienen experiencia en la construcción de carreteras rurales y urbanas de pavimento rígido.

En Colombia la degradación de las estructuras de pavimentos rígidos de su red vial, parece estar asociada al aumento de cargas de los vehículos comerciales que superan las de diseño y a la ausencia de actividades de mantenimiento. Esta situación provoca graves problemas

económicos a las empresas de transporte y a las instituciones gubernamentales responsables del buen funcionamiento de las vías.

En San Salvador, el Instituto Salvadoreño de Cemento y del Concreto realiza cursos conferencias sobre estructuras de concreto en las que se incluye los cursos sobre “Evaluación y Tratamientos de Fallas en Pavimentos de Concreto”.

En otros países como Perú y Nicaragua ya se realizan estudios de evaluación de sus redes viales construidas de pavimento rígido y se plantean las técnicas de conservación o mantenimiento de las mismas para ampliar su vida útil.

En Bolivia, hace varios años empezó el interés en este tipo de pavimento, comenzando en las ciudades capitales como La Paz, Cochabamba y Santa Cruz para la construcción de sus aeropuertos y algunas carreteras principales como la autopista La Paz – El Alto. Posteriormente con la buena experiencia que se tuvo se empezó a utilizar pavimentos rígidos en carreteras urbanas en ciudades y pueblos dentro del País.

Dentro del departamento de Tarija en las ciudades como Yacuiba, Villamontes y Bermejo la gran mayoría de sus calles pavimentadas son de pavimento rígido, pero no se realizan los mantenimientos respectivos a las mismas provocando un deterioro mas rápido de sus calles. Lo cual puede llevar en un futuro no lejano a tener que realizar una rehabilitación en forma total de las calles, lo que nos llevaría a un gasto mayor de lo previsto en los proyectos de pavimentación.

En el presente proyecto se realizará el planteamiento de las técnicas de reposición de fallas de los pavimentos rígidos de la calle Chuquisaca y la Av. 21 de Diciembre de la ciudad de Bermejo considerando técnicas normalizadas y planteadas en otros países, el cual consiste primero en obtener información que nos ayuden a realizar un diagnóstico actual en que se encuentran las calles pudiendo ser esta información obtenida o elaborada como la evaluación superficial del pavimento, el volumen de tráfico que circulan por las calles. Posteriormente se hará la identificación y evaluación de las fallas que presenten las losas en las calles sujetas a estudio y se plantearan las técnicas de reposición, tomando en cuenta la disponibilidad de recursos con las que se cuentan y las características de la zona.

Teóricamente se utilizarán prácticas y técnicas utilizadas en otros países y en el nuestro, se pretende brindar alternativas de mantenimiento económico a las instituciones encargadas de la conservación de las calles en la ciudad de Bermejo. Tal es el caso de la Alcaldía y del Corregimiento.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

El grado de desarrollo de un pueblo está basado fundamentalmente en sus vías de comunicación, para facilitar el transporte de la producción y de las personas, lo que contribuirá al desarrollo y crecimiento económico, mejorando el tránsito vehicular y peatonal, optimizando así la calidad de vida de los usuarios a través de sus calles en buen estado.

En la ciudad de Bermejo existe una importante cantidad de vías urbanas que se han ejecutado con pavimento rígido, pero éstas presentan deterioros o fallas en la superficie de rodadura. A pesar que en los últimos años el corregimiento de Bermejo cuenta con más recursos económicos debidos a los ingresos que tiene la prefectura de Tarija por los hidrocarburos, estos recursos no son renovables así que es necesario que éstos lleguen y beneficien a todos los habitantes.

De ahí, la necesidad de plantear técnicas de reposición de fallas en pavimentos rígidos para poder prolongar la vida útil de las calles pavimentadas y disminuir los costos de mantenimiento para utilizarlos en otros proyectos. Además de mostrar que algunas de estas técnicas pueden usarse como medidas preventivas de conservación, para evitar inversiones de largo plazo e interrupción en las vías urbanas.

## **1.3. SITUACIÓN PROBLÉMICA**

La mayoría de las calles pavimentadas con concreto hidráulico en la ciudad de bermejo han demostrado tener un bajo tiempo de vida útil. Este fenómeno se ve reflejado en la capacidad estructural o funcional del pavimento rígido, ambos medibles desde el punto de vista de la ingeniería, la vida útil futura de un pavimento se ve reflejada principalmente en las fallas visibles que se presentan en la superficie de rodadura.

### **1.3.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA**

Deterioro del pavimento rígido en la calle Chuquisaca y la Av. 21 de Diciembre de la ciudad de Bermejo.

### **1.3.2. OBJETO DE ESTUDIO**

Técnicas de Reposición de Fallas en Pavimentos Rígidos.

### **1.3.3. CAMPO DE ACCIÓN**

Técnicas de reposición de fallas en el pavimento rígido de la calle Chuquisaca y la Av. 21 de diciembre de la ciudad de Bermejo.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Plantear Técnicas de Reposición de Fallas en Pavimentos Rígidos, considerando metodologías normalizadas y que sean aplicables al pavimento rígido de la calle Chuquisaca y la Av. 21 de diciembre de la ciudad de Bermejo, con el fin de dar mejor vialidad a los vehículos que transitan.

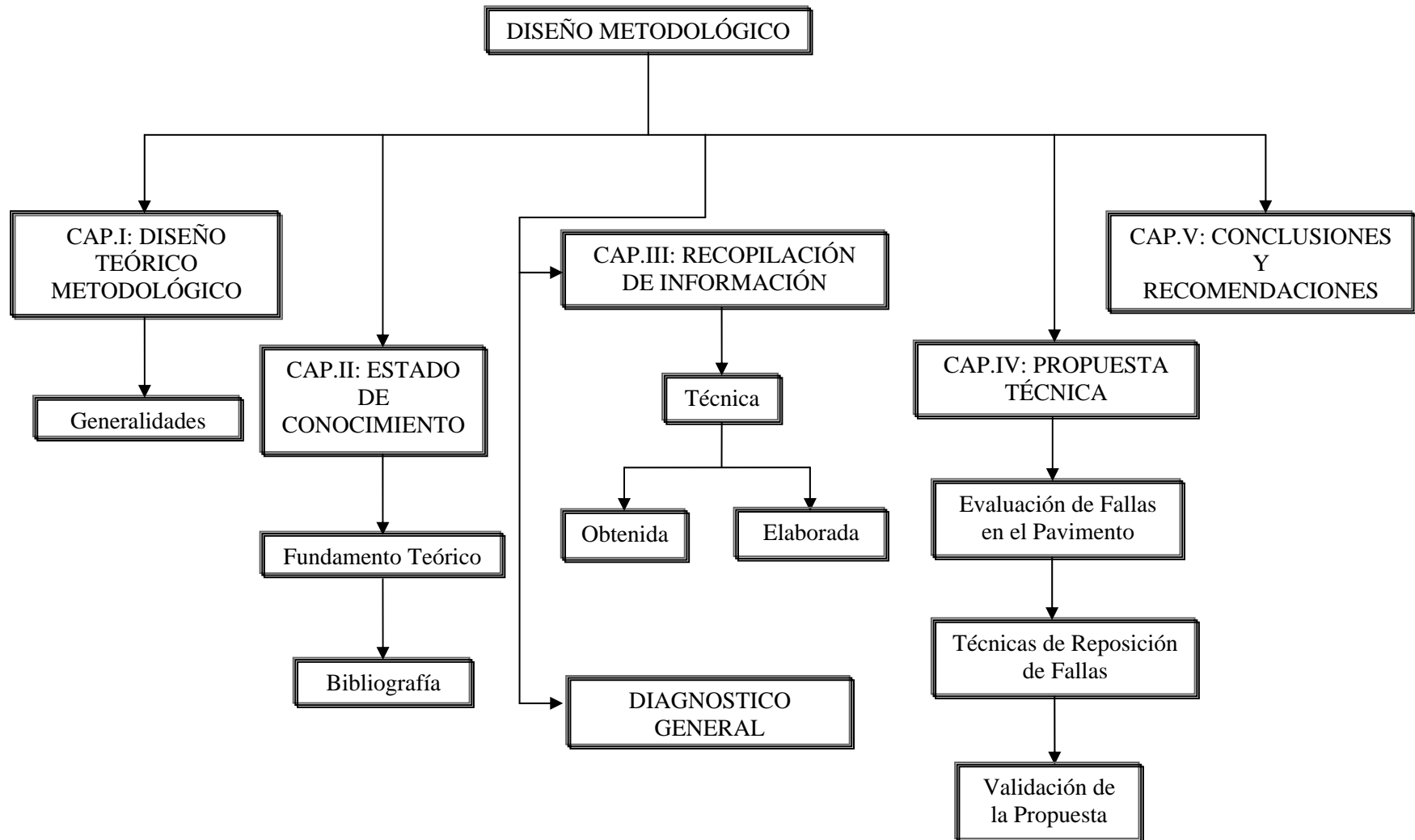
### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Obtener información técnica y característica del área de estudio.
- Recopilar información realizando estudios adicionales al proyecto para tener un mayor respaldo en dar las soluciones posibles al problema.
- Elaborar un diagnóstico actual de la situación en que se encuentra el pavimento rígido de la calle Chuquisaca y la Av. 21 de diciembre.
- Identificar y cuantificar las fallas que se presentan en la calle Chuquisaca y la Av. 21 de diciembre.
- Evaluar las fallas que se presentan en el pavimento y plantear las posibles técnicas de reposición de las mismas.
- Recomendar la técnica o alternativa de mantenimiento que este de acuerdo a las características de la zona y con la tecnología que se tenga disponible en el medio.
- Mencionar los procesos constructivos que se deben seguir para la reposición de las fallas.

## **1.5. METODOLOGÍA, TÉCNICAS Y MEDIOS**

### 1.5.1. METODOLOGÍA

Fig. 1.1 Esquema Lógico Estructural (Diseño Metodológico)



La metodología que se utilizará es una secuencia de manera lógica que parte desde las generalidades, las cuales identifican el planteamiento que se está realizando, posteriormente se hace una revisión del estado de conocimiento basándose de forma principal en el fundamento teórico que nos brindan las diferentes bibliografías con respecto al tema que se está estudiando. El paso siguiente es la recopilación de información técnica que nos ayude a realizar un diagnóstico del estado actual del pavimento de las dos calles en estudio.

Entrando ya a la elaboración de la propuesta técnica planteada para la solución al problema que embarga este proyecto se procede a la evaluación y planteamiento de técnicas de reposición de fallas, las cuales deben estar respaldadas con una validación de los procesos seguidos durante el desglose y la construcción de la propuesta. Por último se hace mención de los resultados que se obtuvieron y se recomienda de acuerdo a las observaciones o resultados que no se lograron durante la elaboración de este proyecto.

### **1.5.2. TÉCNICAS**

Se realizará una inspección visual inicial con la cual se pretende obtener una información general del proyecto y definir los límites, en las que se tengan tipos y niveles similares de deterioro.

Para poder realizar un diagnóstico actual del estado del pavimento de las calles se utilizarán técnicas establecidas y conocidas como son las del IRI (Índice de Rugosidad Internacional), PSI (Índice de Servicio Presente) y el método de aforos de volúmenes de vehículos.

La inspección visual detallada, consiste en inspeccionar la vía caminando sobre ella, tomando todas las medidas de seguridad necesaria. El trabajo es realizado sobre cada losa, se toma nota detallada de las fallas encontradas en la superficie y se anotan observaciones adicionales como: carril más deteriorado, exudaciones y situación de accesos, la existencia o no de cordones cunetas o situación de los desagües (zanjas, entubamientos).

Los diferentes tipos de fallas se describen en función de su severidad, frecuencia y localización, de esta forma se tendrá una herramienta importante a la hora de fijar la estrategia de prevención y conservación.

### **1.5.3. MEDIOS**

Se utilizarán medios visuales, como ser fotografías de los diferentes tipos de fallas encontradas a lo largo de la inspección detallada.

Se utilizará un nivel de ingeniero y mira para realizar un levantamiento longitudinal para determinar el IRI.

También se utilizarán programas como el Excel, otros, que ayuden con el cálculo, verificación y gráficas de los resultados.

### **1.6. ALCANCE**

Se hace mención de la situación problemática, dentro de la cual se identifica el problema que se quiere resolver o simplemente hacer un aporte. Además se da a conocer la justificación o necesidad que se tiene de hacer el presente proyecto, siendo ésta del orden académico y de aporte al medio social involucrado o contemplado de forma directa e indirectamente.

Se considera los medios, la metodología y las técnicas que nos llevarán a plantear las técnicas de reposición de fallas de pavimentos rígidos que se presentan en la calle Chuquisaca y Av. 21 de diciembre de la ciudad de Bermejo.

Se hablará sobre los pavimentos rígidos en carreteras urbanas, sus fallas y los tipos de fallas que se presentan; la necesidad que se tiene de realizar una inspección, clasificación y evaluación de las fallas que se presentan en forma superficial como también en toda la estructura del concreto hidráulico.

Se hará mención también de las técnicas de conservación de Pavimentos Rígidos más usuales y recomendables que sean utilizado en otros lugares, este fundamento teórico nos servirá como base en la solución del problema.

En el fundamento teórico no se hará mención de varios métodos o metodologías que nos ayudarán a llegar a nuestra meta, sino más bien a la metodología que será usada durante la elaboración de este proyecto. No se quita la importancia que puedan tener las otras metodologías.

Se mencionará la ubicación y la descripción del área en estudio.

Se obtendrá información de las características específicas que tiene el pavimento rígido de la calle Chuquisaca y Av. 21 de diciembre, pudiendo ser ésta mediante las entidades involucradas en la ejecución o también de la entidad beneficiada siendo en este caso el municipio de Bermejo.

También se tomará en cuenta información característica del área en estudio, siendo ésta la topografía del área y el clima de la zona.

No todos los datos que se obtengan con referencia a las calles se utilizarán para la elaboración y el proceso de inspección, clasificación o evaluación; pero sí se utilizarán para poder diagnosticar una situación actual de las calles sujetas a estudio.

El diagnóstico nos ayudará a buscar las técnicas más recomendables para el área en estudio, además nos servirá como respaldo en el porque del proyecto.

Se realizará la recolección de todas las fallas que presenten las losas de las calles sin importar que éstas pertenezcan al mismo grupo de falla ya que puede ocurrir que se encuentren las mismas fallas, pero éstas tendrán diferente área de influencia en las losas y un grado de deterioro diferente.

En el planteamiento de técnicas de reposición de las fallas tanto superficiales como también en toda la estructura de concreto se planteará técnicas para cada tipo de falla y no para cada una de las fallas ya que este proyecto no implica hacer un análisis de costo de reposición de dichas fallas.

Se hará mención de los procesos constructivos que se deben seguir para la reposición de cada tipo de falla y finalmente se hará una validación de estos métodos constructivos.

En el capítulo de conclusiones y recomendaciones se contempla un análisis entre lo que se planteó y lo que se consiguió al finalizar este proyecto. Además también se mencionará los puntos que son necesarios mejorar para un posterior proyecto que tenga el mismo objetivo.

## 2.1. GENERALIDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS

El pavimento rígido llamado también pavimento de concreto hidráulico es una estructura formada por el agrupamiento de capas de distintos materiales destinados a distribuir y transmitir las cargas aplicadas por el tránsito al cuerpo de la subrasante.

En un pavimento rígido, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante.



**Fig. 2.1 Estructura de un Pavimento Rígido**

Las ventajas de un pavimento de concreto hidráulico radican en:

- Velocidad en su construcción.
- Mayor vida útil con alto índice de servicio.
- Mantenimiento mínimo.
- No se deforma ni deteriora con el tiempo.
- Requiere menor estructura de soporte.

“Para la elaboración de un pavimento de concreto hidráulico es primordial contar con materiales de la más alta calidad que garanticen su durabilidad y perfecto funcionamiento”

### 2.1.1. PAVIMENTOS RÍGIDOS EN CARRETERAS URBANAS

Al hablar de pavimentos rígidos en carreteras urbanas (calles), éstos cuya función es la misma que de los otros pavimentos, pero éstos se ven limitados en su construcción debido a los diferentes anchos que se presentan en las calles de las zonas urbanas y a su tránsito que a comparación de las carreteras rurales son menores.

## **2.1.2. ELEMENTOS QUE INTEGRAN UN PAVIMENTO RÍGIDO**

### **2.1.2.1. SUB-RASANTE**

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño.

El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante.

### **2.1.2.2. SUB-BASE**

Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento.

Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una subrasante o subbase adecuada. Esta capa de material se coloca entre la subrasante y la capa de base, sirviendo como material de transición, en los pavimentos flexibles.

### **2.1.2.3. SUPERFICIE DE RODADURA**

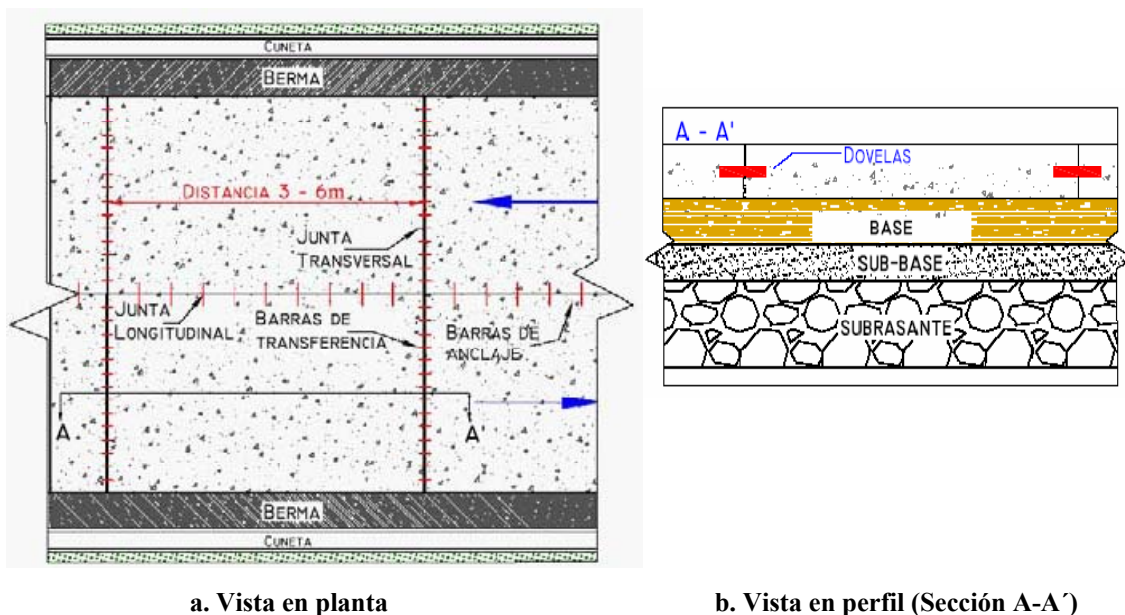
Es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo que debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la subrasante, dado que no usan capa de base. En general, se puede indicar que el concreto hidráulico distribuye mejor las cargas hacia la estructura de pavimento.

### 2.1.3. TIPOS DE PAVIMENTO RÍGIDO

#### 2.1.3.1. CONCRETO HIDRÁULICO SIMPLE

No contiene armadura en la losa y el espaciamiento entre juntas es pequeño (entre 3.0 a 6.0 metros). Las juntas pueden o no tener dispositivos de transferencia de cargas (dovelas).

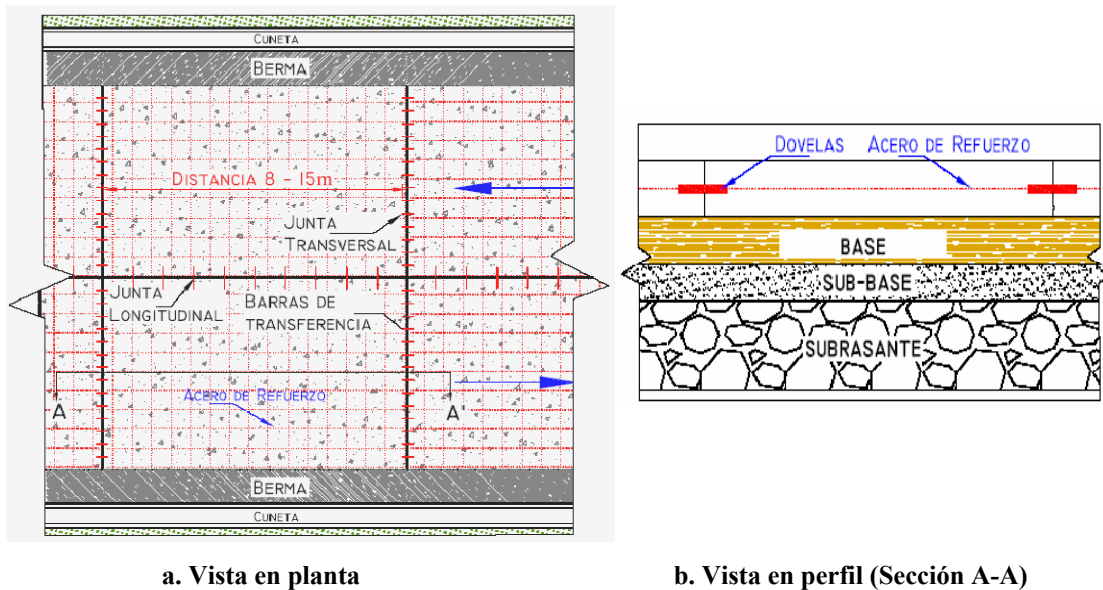
**Fig. 2.1.3.1 Concreto Hidráulico Simple**



#### 2.1.3.2. CONCRETO HIDRÁULICO REFORZADO

Tienen espaciamientos mayores entre juntas (entre 6.10 y 36.60 metros ó 20 a 120 pies) y llevan armadura distribuida en la losa a efecto de controlar y mantener cerradas las fisuras de contracción.

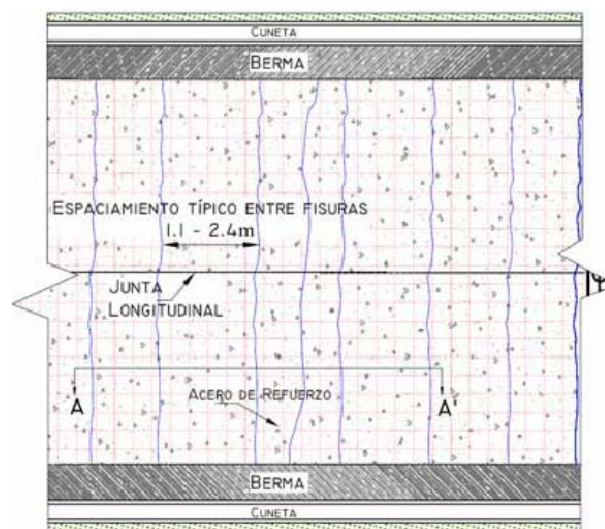
**Fig. 2.1.3.2 Concreto Hidráulico Reforzado**



### 2.1.3.3. CONCRETO HIDRÁULICO CON REFUERZO CONTINUO

Tiene armadura continua longitudinal y no tiene juntas transversales, excepto juntas de construcción. La armadura transversal es opcional en este caso. Estos pavimentos tienen más armadura que las juntas armadas y el objetivo de esta armadura es mantener un espaciamiento adecuado entre fisuras y que éstas permanezcan cerradas.

**Fig. 2.1.3.3 Concreto Hidráulico con Refuerzo Continuo**



## 2.1.4. MATERIALES QUE COMPONEN LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS

### 2.1.4.1. CEMENTO

El cemento es un conglomerado hidráulico, o sea son materiales artificiales de naturaleza inorgánica y mineral que finamente molidos y convenientemente amasados con agua forman pastas que fraguan y endurecen tanto en el aire como bajo el agua.

Los cementos son materiales granulares muy finos y homogéneos, siendo aceptable su grado de uniformidad de propiedades y de su comportamiento, sólo se puede conseguir mediante procesos continuos de fabricación (selección, dosificación, homogeneización de materias primas y productos intermedios, clinkerización de crudos), así como de realizaciones periódicas y frecuentes controles en cuanto a su calidad.

La siguiente tabla establece las definiciones particulares de cada tipo de cemento.

**Tabla 2.1.4.1 Clasificación y Composición de los Cementos**

TIPOS DE CEMENTO			PROPORCIÓN EN MASA			
			Componentes Principales			Componentes Adicionales
Denominación	Designación	Tipo	Clinker	Puzolana Natural	Filler Calizo	
CEMENTO PORTLAND	Cemento Portland	I	95-100			0-5
	C. P. con Puzolana	IP	70-94	6-30		0-5
	C. P. con Filler Calizo	IF	80-94			0-5
Cemento Puzolanico		P	60	4		0-5

Fuente: Norma Boliviana IBNORCA

El cemento en sacos se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo, en acopios de no más de siete metros (7 m) de altura. Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en sitios aislados de la humedad. La capacidad mínima de almacenamiento deberá ser la suficiente para el consumo de un día o una jornada de producción normal. Todo cemento que tenga más de dos (2) meses de almacenamiento en sacos o tres (3) en silos, deberá ser examinado por el Supervisor del proyecto, para verificar si aún es susceptible de utilización.

### 2.1.4.2. MATERIALES PÉTREOS

Los agregados que se vayan a utilizar deberán cumplir con las normas de elaboración del concreto: agregado grueso y agregado fino.

Estos materiales se sujetarán al tratamiento o tratamientos necesarios para cumplir con los requisitos de calidad que se indican en cada caso, debiendo el contratista proveer las características en el almacén y los tratamientos necesarios para su ulterior utilización. El manejo y/o almacenamiento subsecuente de los agregados, deberá hacerse de tal manera que se eviten segregaciones o contaminaciones con sustancias u otros materiales perjudiciales y de que se mantenga una condición de humedad uniforme, antes de ser utilizados en la mezcla.

Para controlar la calidad de los agregados, es conveniente realizar visitas a los bancos de préstamo para conocer la disposición de los agregados antes de que sean transportados a los lugares de almacenamiento o a la obra.

Los agregados necesarios para la elaboración del hormigón (arena y grava), deberán cumplir los requisitos de las normas bolivianas CBH-87. Las características indicadas a continuación para los agregados, son las más comunes y de mayor utilización dentro del campo de la construcción de pavimentos rígidos.

#### ✓ GRAVA

El agregado grueso será grava triturada totalmente con tamaño máximo de treinta y ocho (38) milímetros, resistencia superior a la resistencia del concreto señalada en el proyecto, y con la secuencia granulométrica que se indica a continuación:

**Tabla 2.1.4.2a Especificaciones - Materiales – Granulometría de la Grava**

MALLA		% QUE PASA
2"	50.00 mm	100
1 1/2"	37.50 mm	95-100
3/4"	19.00 mm	35-70
3/8"	9.50 mm	10-30
Nº4	4.75 mm	0-5

Referencia: CEMEX

#### ✓ ARENA

El agregado fino o arena deberá tener un tamaño máximo de nueve punto cincuenta y un milímetros (9.51 mm) con la secuencia granulométrica que se indica a continuación:

**Tabla 2.1.4.2b Especificaciones – Materiales – Granulometría de la Arena**

MALLA		% QUE PASA
3/8"	9.50 mm	100
Nº 4	4.75 mm	95-100
Nº 8	2.36 mm	80-100
Nº 16	1.18 mm	50-85
Nº 30	600 µm	25-60
Nº 50	300 µm	10-30
Nº 100	150 µm	2-10
Nº 200	75 µm	4 máximo

**Referencia: CEMEX**

La arena deberá estar dentro de la zona que establece esta tabla excepto en los siguientes casos:

- Cuando se tengan antecedentes de comportamientos aceptables, en el concreto elaborado con ellos, o bien, que los resultados de las pruebas realizados a estos concretos sean satisfactorios; en este caso, los agregados se pueden usar siempre que se haga el ajuste apropiado al proporciónamiento del concreto, para compensar las deficiencias en la granulometría.
- El porcentaje de material que pasa la malla #200 está modificado según los límites de consistencia.

### **2.1.4.3. AGUA**

El agua en el hormigón tiene tres funciones principales como ser:

- Hacer posible las reacciones químicas en el cemento, reaccionar con él e hidratarlo.
- Actuar como lubricante para contribuir en la trabajabilidad del hormigón y lograr una correcta puesta en obra.
- Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

El agua que se utilice en la elaboración del concreto debe estar libre de impurezas, aceite, etc., siempre que sea posible deberá usarse agua potable, con un pH entre 4 y 7. El grado de pureza del agua para el preparado del hormigón deberá ser de buena calidad, no contener

sustancias corrosivas, ni que contaminen al cemento, ni influyan en ningún proceso para la obtención de un buen hormigón.

La cantidad de agua deberá ser medida cuidadosamente para el hormigón fresco, bastante como para obtener hormigones trabajables y mínima para la obtención de hormigones compactos. Para hormigones ya endurecidos, el agua debe ser abundante y de buena calidad por su acción prolongada.

#### **2.1.4.4. ADITIVOS**

Los aditivos que se utilicen deben ser de fabricación reciente y antes de su empleo deben ser sometidos a pruebas de laboratorio que permitan una verificación cualitativa del comportamiento del concreto que se utilice. Los aditivos deben cumplir con las normas para la elaboración del concreto.

#### **2.1.4.5. CONCRETO**

El diseño de la mezcla, utilizando los agregados provenientes de los bancos ya tratados, será responsabilidad del productor de concreto quien tiene la obligación de obtener la resistencia y todas las demás características para el concreto fresco y endurecido, así como las características adecuadas para lograr los acabados del pavimento. Durante la construcción, la dosificación de la mezcla de concreto hidráulico se hará en peso y su control durante la elaboración se hará bajo la responsabilidad exclusiva del Proveedor, es conveniente que el suministro se realice por proveedores profesionales de concreto.

##### **✓ Resistencia**

La resistencia de diseño especificada a la tensión por flexión ( $S'c$ ) o Módulo de Ruptura (MR) a los 28 días, se verificará en especímenes moldeados durante el colado del concreto, correspondientes a vigas estándar de quince por quince por cincuenta (15 x 15 x 50) centímetros, compactando el concreto por vibro compresión y una vez curados adecuadamente, se ensayarán a los 3, 7 y 28 días aplicando las cargas en los tercios del claro.

Se deberán tomar muestras de concreto para hacer especímenes de prueba para determinar la resistencia a la flexión durante el colado del concreto.

### ✓ **Trabajabilidad**

El revenimiento promedio de la mezcla de concreto deberá especificarse de acuerdo con el procedimiento de colocación a utilizar:

- Para Tendido con Cimbra Deslizante deberá ser de cinco centímetros (5 cm) más – menos uno punto cinco centímetros (1.5 cm) al momento de su colocación.
- Para Colados con Cimbra Fija deberá ser de diez centímetros (10 cm) más – menos dos centímetros (2 cm) al momento de su colocación.

Las mezclas que no cumplan con este requisito deberán ser destinadas a otras obras de concreto como cunetas y drenajes, y no se permitirá su colocación para la losa de concreto.

El concreto deberá de ser uniformemente plástico, cohesivo y manejable. El concreto trabajable es definido como aquel que puede ser colocado sin que se produzcan demasiados vacíos en su interior y en la superficie del pavimento, así como el que no presente una apariencia pastosa. Cuando aparezca agua en la superficie del concreto en cantidades excesivas después del acabado se deberá efectuar inmediatamente una corrección por medio de una o más de las siguientes medidas:

- Rediseño de la mezcla
- Adición de relleno mineral o de agregados finos
- Incremento del contenido de cemento
- Uso de un aditivo inclusor de aire o equivalente, previamente aprobado.

#### **2.1.4.6. CURADO**

Es una de las operaciones más importantes en la ejecución del hormigón por la influencia decisiva que tiene en la resistencia.

Durante el proceso de fraguado y primeros días de endurecimiento, se producen pérdidas de agua evaporación, creándose una serie de huecos o capilares en el hormigón que disminuyen su resistencia. Para compensar estas pérdidas y permitir que se desarrollen nuevos procesos de hidratación con aumento de resistencias, el hormigón debe curarse con abundante agua.

En el caso de los pavimentos por tener grandes superficies, el curado por aportación de humedad se sustituye a menudo por el empleo de productos de curado que protegen la superficie del hormigón e impiden la evaporación del agua interna del mismo.

#### **2.1.4.7. ACERO DE REFUERZO**

El acero de refuerzo necesario para la construcción del pavimento se utiliza en las juntas, ya sea como pasadores de cortante o pasajuntas o como barras de amarre para mantener los cuerpos del pavimento unidos.

##### **✓ Barras de amarre**

En las juntas que muestre el proyecto y/o en los sitios que indique el Especificador del proyecto, se colocarán barras de amarre con el propósito de evitar el corrimiento o desplazamiento de las losas en el sentido perpendicular al de circulación. Las barras de amarre serán de varilla corrugada, de acero estructural, con límite de fluencia ( $f_y$ ) de cuatro mil doscientos kilogramos por centímetro cuadrado (4,200 kg/cm<sup>2</sup>), debiendo quedar ahogadas en las losas, con las dimensiones y en la posición indicada en el proyecto. Estas barras siempre deberán estar colocadas a la mitad del espesor del pavimento.

##### **✓ Barras Pasajuntas**

En las juntas transversales de contracción, en las juntas de construcción, en las juntas de emergencia y/o en los sitios que indique el Supervisor del proyecto se colocarán barras pasajuntas como mecanismos para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes. Las barras serán de acero redondo liso y deberán quedar ahogadas en las losas en la posición y con las dimensiones indicadas por el proyecto.

Estas barras deberán estar perfectamente alineadas con el sentido longitudinal del pavimento y con su plano horizontal, colocándose a la mitad del espesor de la losa. Ambos extremos de las pasajuntas deberán ser lisos y estar libres de rebabas cortantes. El acero deberá cumplir con la norma ASTM A 615 Grado 60 ( $f_y=4,200$  kg/cm<sup>2</sup>), y deberá ser recubierta con asfalto, parafina, grasa o cualquier otro medio que impida efectivamente la adherencia del acero con el concreto y que sea aprobado por el Especificador del proyecto.

Las pasajuntas podrán ser instaladas en la posición indicada en el proyecto por medios mecánicos, o bien por medio de la instalación de canastas metálicas de sujeción. Las

canastas de sujeción deberán asegurar las pasajuntas en la posición correcta como se indica en el proyecto durante el colado y acabado del concreto, más no deberán impedir el movimiento longitudinal de la misma.

#### **2.1.4.8. SELLADOR PARA JUNTAS**

El material sellante para las juntas transversales y longitudinales deberá ser elástico, resistente a los efectos de combustibles y aceites automotrices, con propiedades adherentes con el concreto y que permita las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas de concreto sin degradarse, debiéndose emplear productos a base de silicona, poliuretano - asfalto o similares, los cuales deberán ser autonivelantes, de un solo componente y solidificarse a temperatura ambiente.

A menos de que se especifique lo contrario, el material para el sellado de juntas deberá de cumplir con los requerimientos aquí indicados. El material se deberá adherir a los lados de la junta o grieta con el concreto y deberá formar un sello efectivo contra la filtración de agua o incrustación de materiales incompresibles. En ningún caso se podrá emplear algún material sellador no autorizado por el Especificador.

Para todas las juntas de la losa de concreto se deberá emplear un sellador de silicón o similar de bajo módulo autonivelable. Este sellador deberá ser un compuesto de un solo componente sin requerir la adición de un catalizador para su curado. El sellador deberá presentar fluidez suficiente para auto nivelarse y no requerir de formado adicional, adicionalmente se deberá colocar respetando el factor de forma (altura de silicón / ancho del silicón en el depósito) mismo que deberá proporcionar o recomendar el fabricante del sellador.

La tirilla de respaldo a emplear deberá impedir efectivamente la adhesión del sellador a la superficie inferior de la junta. La tirilla de respaldo deberá ser de espuma de polietileno y de las dimensiones indicadas en los documentos de construcción. La tirilla de respaldo deberá ser compatible con el sellador de silicón a emplear y no se deberá presentar adhesión alguna entre el silicón y la tirilla de respaldo. Se denomina Pasajuntas, a una barra de acero redondo liso  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$  la cual no se debe de adherir al concreto permitiendo el libre movimiento de losas longitudinalmente, pero si debe de transferir verticalmente parte de la carga aplicada en una losa a la adyacente. Se colocan

perfectamente alineadas a la mitad del espesor de la losa. El diámetro, longitud y separación de las pasajuntas está en función del espesor de las losas principalmente. Algunas recomendaciones prácticas para la selección de la Barra son las siguientes:

**Tabla 2.1.4.8. Barras Pasajuntas**

ESPESOR DE LOSA		BARRAS PASAJUNTAS					
		Diámetro		Longitud		Separación	
cm	in	mm	in	cm	in	cm	in
13 a 15	5 a 6	19	$\frac{3}{4}$	41	16	30	12
15 a 20	6 a 8	25	1	46	18	30	12
20 a 30	8 a 12	32	$1 \frac{1}{4}$	46	18	30	12
30 a 43	12 a 17	38	$1 \frac{1}{2}$	51	20	38	15
43 a 50	17 a 20	45	$1 \frac{3}{4}$	56	22	46	18

### 2.1.5. COMPORTAMIENTO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

El comportamiento de un pavimento puede definirse como la capacidad estructural o funcional medible a lo largo de su periodo de diseño. El público usuario le asigna valores subjetivos de acuerdo a su calidad de rodadura, seguridad, aspecto y conveniencia.

La capacidad funcional comprende:

- Calidad aceptable de rodadura
- Adecuada fricción superficial
- Geometría apropiada para seguridad
- Aspecto estético

La capacidad estructural del pavimento implica soportar las cargas impuestas por el tránsito y las condiciones ambientales.

La capacidad estructural y funcional están íntimamente relacionadas. En efecto, un deterioro estructural de un pavimento se manifiesta por una disminución de su capacidad funcional ya que hay un incremento en rugosidad, ruido, y es un riesgo para los vehículos y ocupantes que lo transiten. No obstante hay otros tipos de fallas estructurales que pueden progresar sin que los usuarios lo noten hasta etapas muy avanzadas. También puede haber una pérdida de capacidad funcional sin que ésto implique pérdida de capacidad estructural.

#### 2.1.5.1. INDICADORES DE COMPORTAMIENTO

Hay características del pavimento que pueden medirse cuantitativamente y correlacionarse con las consideraciones subjetivas de los usuarios. Estas características se llaman indicadores de comportamiento y son:

- ✓ Fallas Visibles
- ✓ Capacidad Estructural
- ✓ Fricción Superficial
- ✓ Rugosidad / Serviciabilidad

#### **2.1.5.1.1. FALLAS VISIBLES**

Las fallas tienen lugar en los pavimentos como resultado de interacciones complejas de diseño, construcción, materiales, tránsito, medio ambiente y procedimientos de mantenimiento. Las fallas visibles deben ser cuantificadas de acuerdo a estos parámetros:

- Tipo
- Severidad
- Cantidad

Más adelante se describirán algunos tipos de fallas. De acuerdo a la severidad de una falla, ésta puede ser de baja severidad, de severidad media o de alta severidad. La cantidad se mide de distintas formas de acuerdo al tipo de falla:

- Magnitud promedio en longitud en todo el tramo a estudiar (por ejemplo para desplazamientos verticales, ahuellamiento, etc.).
- Cantidad total por longitud (para fisuras transversales).
- Cantidad total por área (para fisuras en bloque).
- Porcentaje de área afectado (para piel de cocodrilo).
- Número de veces (para hinchamientos y asentamientos).

#### **2.1.5.1.2. CAPACIDAD ESTRUCTURAL**

El diseño estructural de un pavimento comienza con la previsión de los tipos y volúmenes de vehículos que pasarán sobre éste durante su vida útil. Se eligen los materiales que formarán el pavimento y finalmente se determinan los espesores de cada una de las capas que forman el paquete estructural que soportará las cargas previstas sin que se produzcan

fallas. Se puede definir la capacidad estructural como la capacidad del pavimento para soportar las cargas de tránsito durante el periodo de vida útil.

#### **2.1.5.1.3. FRICCIÓN SUPERFICIAL**

La fricción superficial de un pavimento es la fuerza desarrollada en la interface rueda-pavimento que resiste el deslizamiento cuando se aplican las fuerzas de frenado.

En los pavimentos secos hay, en general, buena fricción superficial, pero en los mojados el agua actúa como lubricante y reduce el contacto entre rueda y pavimento. Si la película de agua es gruesa y el vehículo circula a gran velocidad, las ruedas pierden contacto con el pavimento, creando el peligroso fenómeno de hidroplaneo.

Los tres factores que influyen en la fricción superficial son: microtextura, macrotextura, pendiente transversal de calzada. La microtextura se refiere a la rugosidad de las superficies de las partículas gruesas tomadas en forma individual de la superficie de rodamiento y del ligante de esta superficie. La microtextura contribuye a la fricción por adhesión con las ruedas del vehículo. La macrotextura se refiere a la textura global del pavimento, la cual está controlada por el tipo y tamaño del agregado grueso en pavimentos flexibles y por la terminación superficial en pavimentos rígidos. Una buena macrotextura ayuda a mejorar la fricción superficial proveyendo canales de escape para el agua superficial en la interface rueda-pavimento. La pendiente transversal contribuye a la fricción superficial facilitando la salida del agua hacia los bordes. Por lo menos se recomienda una pendiente transversal del 1%, siendo más común adoptar 2%.

#### **2.1.5.1.4. RUGOSIDAD / SERVICIABILIDAD**

Mientras que las fallas, la condición estructural y la fricción superficial son importantes indicadores ingenieriles de las condiciones de un pavimento, los usuarios juzgan el estado de un pavimento en términos de calidad para circular sobre ellos. La serviciabilidad se define como la capacidad del pavimento para brindar un uso confortable y seguro a los usuarios. En el procedimiento de diseño AASHTO, la serviciabilidad está calificada en términos de Clasificación de Serviciabilidad Presente (PSR=Present Serviceability Rating). Para determinar la PSR un grupo de individuos circula sobre el pavimento y lo califica de 0 a 5. En la tabla están indicados los niveles de serviciabilidad.

**Tabla 2.1.5.1.4 Niveles de Serviabilidad**

<b>PSR</b>	<b>CONDICIÓN</b>
0-1	Muy Pobre
1-2	Pobre
2-3	Regular
3-4	Buena
4-5	Muy buena

Fuente: AASHTO - 97

Mediante un análisis por regresión se dedujeron ecuaciones para determinar el Índice Presente de Serviabilidad (PSI=Present Serviceability Index), el cual es una estimación del PSR basada en rugosidad y fallas.

## **2.2. FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS**

Las fallas en la superficie de rodadura de un pavimento rígido son aquellas irregularidades que se dan como resultado de algunas interacciones complejas debido al tránsito, materiales, construcción, medio ambiente y procedimientos de mantenimiento.

### **2.2.1. INSPECCIÓN VISUAL DE FALLAS**

Este procedimiento implica la visualización de aquellas irregularidades (fallas) que se presentan en la superficie del pavimento, éstas que a simple vista dan la sensación de incomodidad. Además visualizar las irregularidades en el pavimento también nos llevan a un análisis de las circunstancias de ubicación o localización que estas se presentan con mayor frecuencia.

### **2.2.2. INVENTARIACIÓN DE FALLAS**

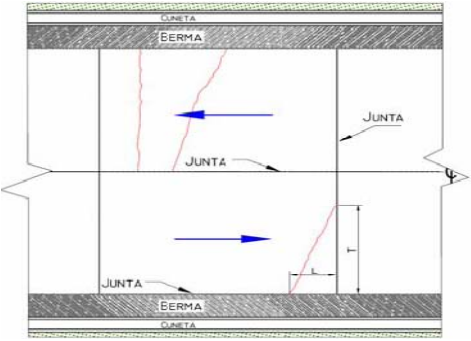
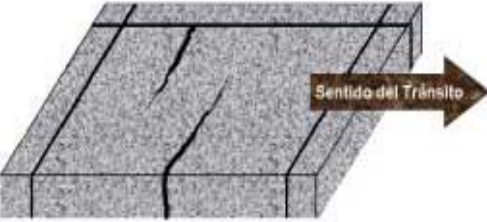

Es un proceso de caracterización de las fallas haciendo el uso de instrumentos de medición y fotografías para su posterior clasificación de acuerdo al tipo de falla. Todos los datos recabados y recolectados deben ser anotados en planillas, las cuales deben tener nombrados los parámetros más característicos de cada tipo de falla.

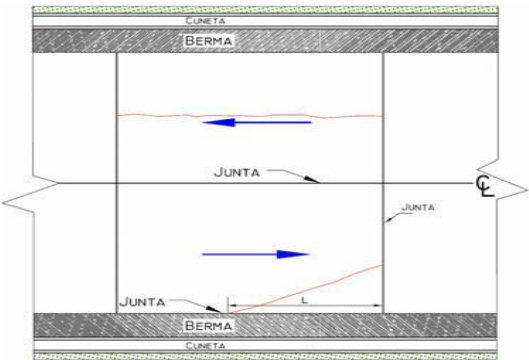
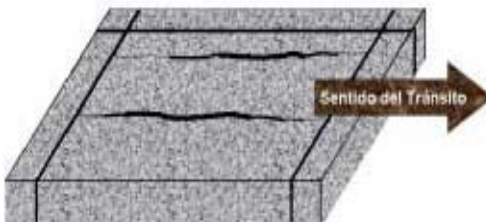

### **2.2.3. EVALUACIÓN DE FALLAS**

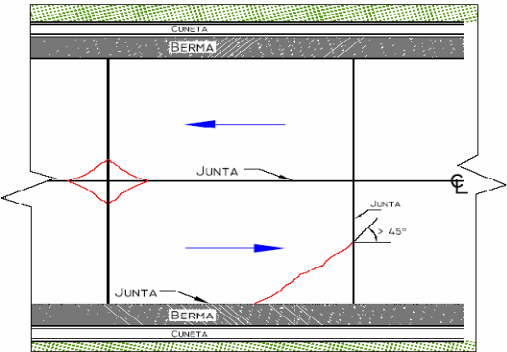
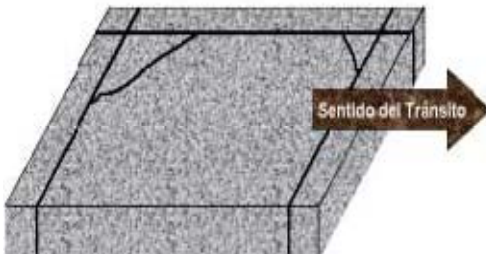

Teniendo como base la inventariación de las fallas, el proceso de evaluación implica tomar todos los parámetros medidos y observados anteriormente para así poder determinar o dar conocer los niveles de severidad que presentan cada tipo de falla.

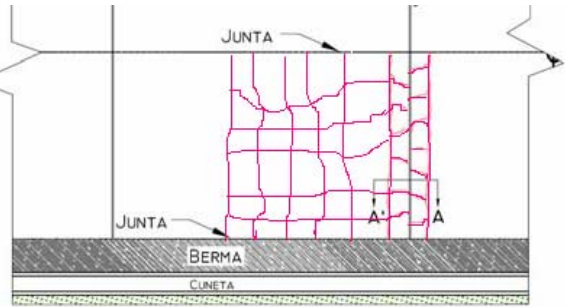
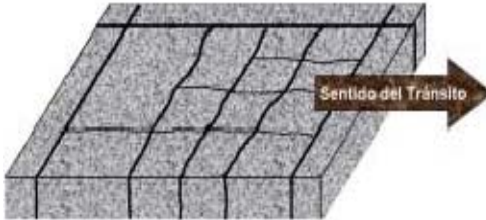
## 2.3. TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS

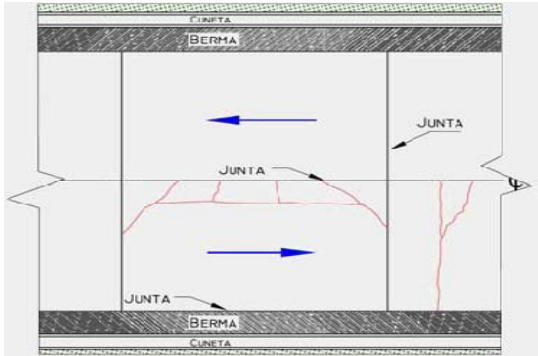
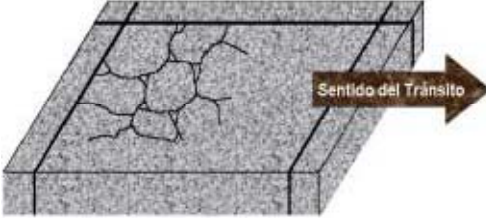

### 2.3.1. FISURAS

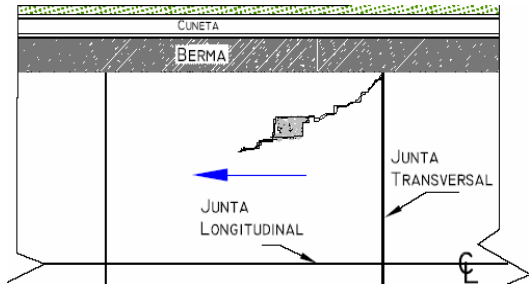
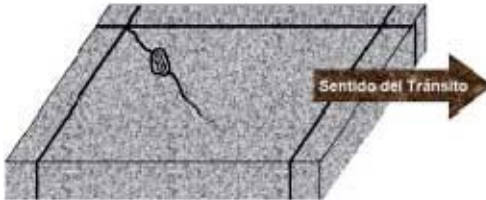

2.3.1.1. FISURA TRANSVERSAL O DIAGONAL	
	<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente perpendicular al eje del pavimento, o en forma oblicua a éste, dividiendo la misma en dos planos.</p> <p><b>POSIBLES CAUSAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Excesivas repeticiones de cargas pesadas.</li> <li>- Deficiente apoyo de las losas.</li> <li>- Asentamientos de la fundación.</li> <li>- Ausencia de juntas transversales, o bien excesiva relación: longitud / ancho de la losa.</li> <li>- Variaciones en el espesor de las losas.</li> </ul>
<p><b>MEDICIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En metros lineales, totalizando metros lineales en sección o muestra.</li> <li>- Registrándola por losa, totalizando el número de losas afectadas por fisuras transversales.</li> <li>- Si existen dos fisuras en una misma losa, se adopta el nivel de severidad de la fisura predominante.</li> </ul>	 <p><b>REPARACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- “B” No hacer nada</li> <li>- “M” Realizar sellado</li> <li>- “A” Sellado; parcheo profundo; reemplazo de la losa.</li> </ul>
<p><b>NIVEL DE SEVERIDAD</b></p>	
<p><b>B</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisuras finas, no activas, de ancho promedio menor de 3 mm.</li> <li>- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello en condición satisfactoria; no hay signos visibles de despostillamiento o dislocamiento menor de 10 mm.</li> </ul>
<p><b>M</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisuras activas, de ancho promedio entre 3 y 10 mm.</li> <li>- Fisuras de 10 mm de ancho con despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.</li> <li>- Fisuras selladas de cualquier ancho, con material de sello en condición insatisfactoria y/o despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.</li> </ul>
<p><b>A</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisuras activas de ancho promedio mayor de 10 mm.</li> <li>- Fisuras selladas, con despostillamientos severos y/o dislocamiento mayor de 10 mm.</li> </ul>

2.3.1.2. FISURA LONGITUDINAL			
		<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente paralela al eje de la carretera.</p>	
		<p><b>POSIBLES CAUSAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Excesivas repeticiones de cargas pesadas.</li> <li>- Pérdida de soporte de la fundación.</li> <li>- Cambios de temperatura y humedad.</li> <li>- Ausencia de juntas longitudinales y losas; relación de ancho / longitud excesivas.</li> <li>- Deficiencias en la ejecución de éstas y/o sus juntas longitudinales.</li> </ul>	
<p><b>MEDICIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En metros lineales, totalizando metros lineales en la sección o muestra.</li> <li>- En términos de número de losas afectadas, totalizando el número de éstas que evidencien fisuras longitudinales.</li> <li>- Si existen dos fisuras en una misma losa, se adopta el nivel de severidad de la fisura predominante.</li> </ul>			<p><b>REPARACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- “B” No hacer nada</li> <li>- “M” Realizar sellado de fisuras con asfalto líquido.</li> <li>- “A” Sellado de fisuras con mortero asfáltico.</li> </ul>
<p><b>NIVEL DE SEVERIDAD</b></p>			
<p><b>B</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisuras finas, no activas, de ancho promedio menor de 3 mm.</li> <li>- Fisuras selladas de cualquier ancho, con el material de sello en condición satisfactoria; no hay signos visibles de despostillamiento y/o dislocamiento.</li> </ul>		
<p><b>M</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisuras activas, de ancho promedio entre 3 y 10 mm.</li> <li>- Fisuras de 10 mm de ancho con despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.</li> <li>- Fisuras selladas de cualquier ancho, con material de sello en condición insatisfactoria y/o despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.</li> </ul>		
<p><b>A</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisuras activas de ancho promedio mayor de 10 mm.</li> <li>- Fisuras selladas, con despostillamientos severos y/o dislocamiento mayor de 10 mm.</li> </ul>		

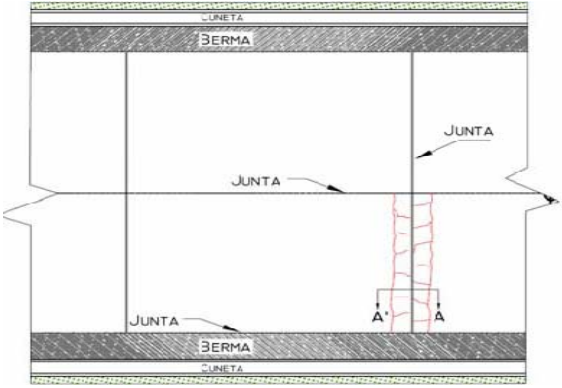
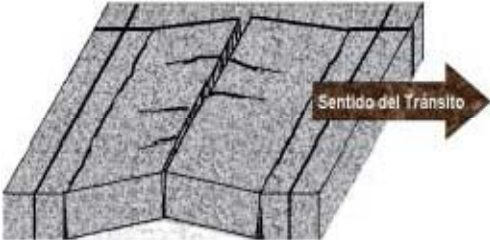

<b>2.3.1.3. FISURA DE ESQUINA</b>			
		<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Es una fisura que intersecta la junta o borde que delimita la losa a una distancia menor de 1.30 m a cada lado medida desde la esquina.</p> <p><b>POSIBLES CAUSAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Repetición de cargas pesadas (fatiga de concreto) combinadas con la acción drenante, que debilita y erosiona el apoyo de la fundación.</li> <li>- Por una deficiente transferencia de cargas a través de la junta.</li> <li>- Sobrecarga en las esquinas.</li> </ul>	
<p><b>MEDICIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las fisuras de esquina son medidas contando el número total que existe en una sección o muestra, generalmente en término de número de losas afectadas por una o más fisuras de esquina.</li> <li>- También puede medirse en metros lineales, totalizando metros lineales en la sección o muestra evaluada.</li> </ul>		 <p><b>REPARACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- “B” No hacer nada</li> <li>- “M” Realizar sellado de fisuras.</li> <li>- “A” Realizar subsellado y nivelación de losas; Parchado profundo.</li> </ul>	
<p><b>NIVEL DE SEVERIDAD</b></p>			
<p><b>B</b></p>	<p>- El fracturamiento es definido por una fisura de severidad baja y el área entre ésta y las juntas no se encuentra fisurado o bien hay alguna pequeña fisura.</p>		
<p><b>M</b></p>	<p>- El fracturamiento es definido por una fisura de severidad moderada y el área entre ésta y las juntas se encuentra medianamente fisurada.</p>		
<p><b>A</b></p>	<p>- El fracturamiento es definido por una fisura de severidad alta y el área entre ésta y las juntas se encuentra muy fisurada o presenta hundimientos.</p>		

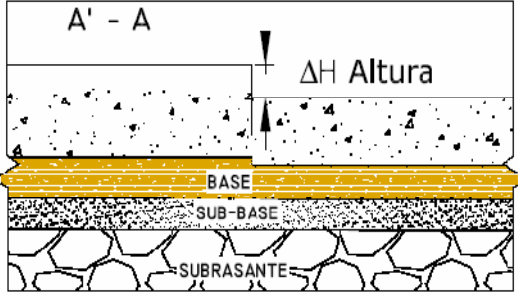


2.3.1.4. LOSAS SUBDIVIDIDAS			
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<p>Fracturamiento de la losa de concreto conformando una malla amplia, combinando fisuras longitudinales, transversales o diagonales, subdividiendo la losa en cuatro o más planos.</p>	
	<b>POSIBLES CAUSAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repetición de elevadas cargas de tránsito.</li> <li>- Deficiente soporte de la fundación.</li> <li>- Capacidad de soporte deficiente de la losa.</li> </ul>	
<b>MEDICIÓN</b>		<b>REPARACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “B” No hacer nada</li> <li>- “M” Realizar sellado de fisuras con asfalto líquido; Colocar parche de espesor delgado.</li> <li>- “A” Sellado de fisuras; Parchado delgado; Reemplazo de losa.</li> </ul>
<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>			
<b>B</b>	- Si el número de paños en que se divide una losa es de 4 ó 5.		
<b>M</b>	- Si el número de paños en que se divide una losa es de 6 a 8.		
<b>A</b>	- Si el número de paños en que se divide una losa es mayor a 8.		

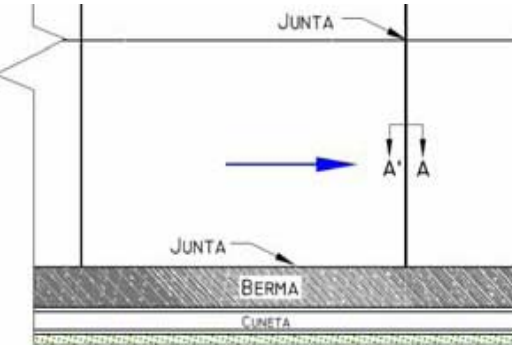
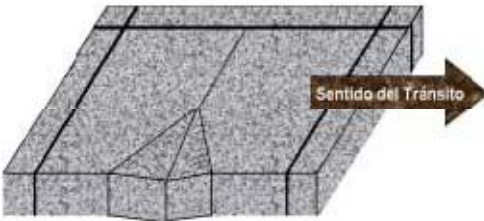

2.3.1.5. FISURAS EN BLOQUE			
	<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p>	<p>Fracturamiento que subdividen generalmente una porción de la losa en planos o bloque pequeños de área inferior a 1 metro cuadrado.</p>	
	<p><b>POSIBLES CAUSAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repetición de cargas pesadas.</li> <li>- El equivocado diseño estructural.</li> <li>- Las condiciones de soporte deficiente.</li> <li>- Es la evolución final del proceso de fisuración.</li> </ul>	
<p><b>MEDICIÓN</b></p>		<p><b>REPARACIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “B” No hacer nada</li> <li>- “M” Parchado de recubrimiento delgado; Parchado en todo el espesor con concreto o mezcla asfáltica más base granular.</li> <li>- “A” Subsellado con parchado delgado; Parchado profundo con losa de concreto o con mezcla asfáltica más base granular.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- En metros cuadrados, totalizando metros cuadrados en la sección o muestra.</li> <li>- En términos de cantidad de losas afectadas, totalizando el número en la sección o muestra; de existir en una misma losa dos manifestaciones se adopta el nivel de severidad de la fisura predominante. En ambos casos se registran separadamente las fallas según su severidad.</li> </ul>			
<p><b>NIVEL DE SEVERIDAD</b></p>			
<p><b>B</b></p>	<p>- Bloques definidos por fisuras de severidad baja; los planos relativamente amplios y se mantienen ligados.</p>		
<p><b>M</b></p>	<p>- Bloques definidos por fisuras de severidad moderada; los planos son más pequeños evidenciándose un moderado despostillamiento de los bordes de las fisuras.</p>		
<p><b>A</b></p>	<p>- Bloques definidos por fisuras de severidad alta; los planos son más pequeños evidenciándose un severo despostillamiento de los bordes de las fisuras, con tendencia a formar bache.</p>		

2.3.1.6. FISURAS INDUCIDAS		
	<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Son un conjunto de fisuras de forma errática cuyo desarrollo en el pavimento es indicado por factores relativos a una inadecuada distribución de juntas o inapropiada inserción de estructuras u otros elementos dentro de las losas.</p> <p><b>POSIBLES CAUSAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando el arreglo de juntas en un carril no es respetado en el carril contiguo.</li> <li>- Cuando se ejecutan parchados y el diseño de sus bordes o juntas, sus dimensionamientos o inclusive distancias mínimas o juntas existentes, no son respetadas.</li> <li>- Fisuras alrededor de estructuras pueden inducirse cuando no se proveen elementos de aislamiento que eviten restricción en el movimiento de las losas.</li> </ul>	
<p><b>MEDICIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En metros lineales, totalizando metros lineales en la sección o muestra.</li> <li>- Registrándola por losa, totalizando el número de losas afectadas por "Fisuras Inducidas".</li> </ul>	 <p><b>REPARACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "B" No hacer nada</li> <li>- "M" Realizar sellado de fisuras con asfalto líquido.</li> <li>- "A" Realizar sellado de fisuras con mortero asfáltico; Parchado en todo el espesor con concreto.</li> </ul>	
<p><b>NIVEL DE SEVERIDAD</b></p>		
<p><b>B</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisuras finas, no activas, de ancho promedio menor de 3 mm.</li> <li>- Fisuras selladas de cualquier ancho, con el material de sello en condición satisfactoria.</li> <li>- No hay signos visibles de despostillamiento o dislocamiento</li> </ul>	
<p><b>M</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisuras de ancho promedio entre 3 y 10 mm.</li> <li>- Fisuras selladas, de cualquier ancho, con sello en condición satisfactoria.</li> <li>- No hay signos visibles de despostillamiento o dislocamiento menor de 10 mm.</li> </ul>	
<p><b>A</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisuras de ancho promedio mayor de 10 mm.</li> <li>- Fisuras selladas o no, con despostillamiento severo o dislocamiento mayor de 10 mm.</li> </ul>	

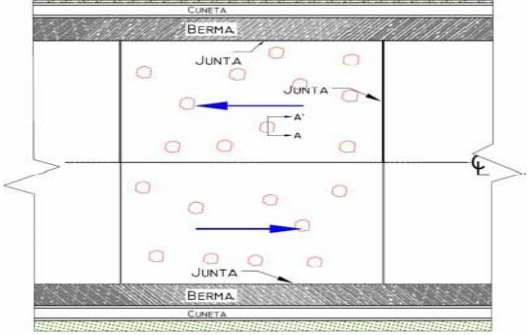
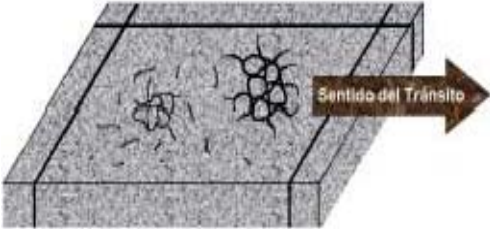

**2.3.2. DEFORMACIONES**


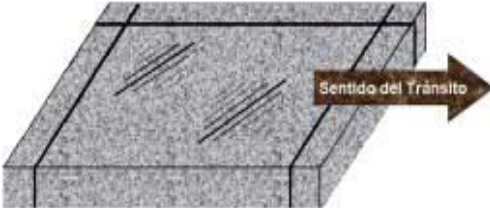
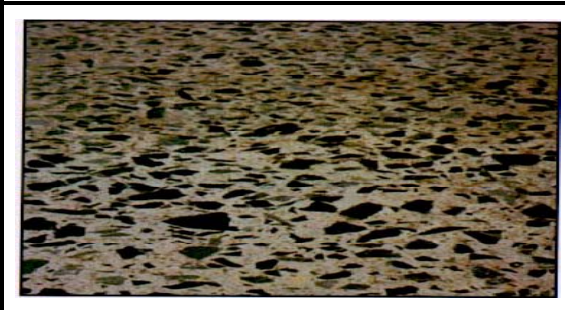
2.3.2.1. LEVANTAMIENTO DE LOSAS	
	<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Elevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o fisura transversal.</p> <p><b>POSIBLES CAUSAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Por falta de libertad de expansión de las losas de concreto.</li> <li>- En pavimentos con barras de traspaso de cargas, la mala colocación de estos elementos.</li> <li>- Presencia de un estrato de suelos expansivos a poca profundidad.</li> </ul>
<p><b>MEDICIÓN</b></p> <p>Se miden contando y registrando separadamente según su severidad, en general en términos de la cantidad existente de losas afectadas en una sección o muestra:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantamiento en fisura cuenta como una losa afectada.</li> <li>- Levantamiento en juntas se cuenta como dos losas afectadas.</li> </ul>	 <p><b>REPARACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- “B” No hacer nada.</li> <li>- “M” y “A” Realizar parchado en todo el espesor con mezcla de concreto o también mezcla asfáltica en caliente.</li> </ul>
<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>	
<b>B</b>	- Baja incidencia en la comodidad de manejo, apenas perceptible a velocidad de operación promedio.
<b>M</b>	- Moderada incidencia en la comodidad de manejo, genera incomodidad y obliga a disminuir velocidad de circulación.
<b>A</b>	- El levantamiento causa un excesivo salto del vehículo, generando la pérdida de control del mismo, una sustancial incomodidad, o riesgo para la seguridad o daños al vehículo, siendo necesario reducir drásticamente la velocidad.
	

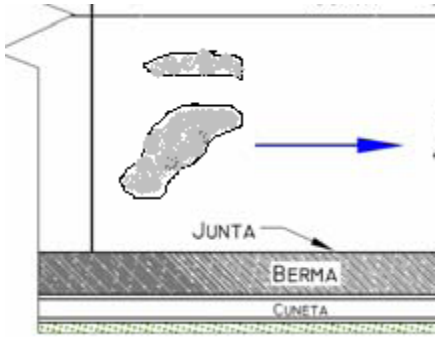
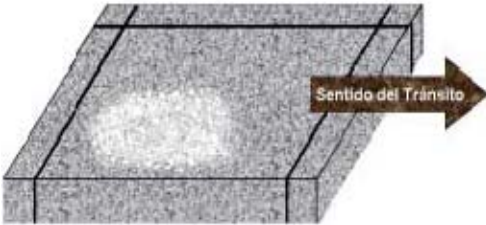

2.3.2.2. DISLOCAMIENTO		
	<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Es una falla provocada por el tránsito en la que una losa del pavimento a un lado de una junta presenta un desnivel con respecto a una losa vecina; también puede manifestarse en correspondencia con fisuras.</p>	
	<p><b>POSIBLES CAUSAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> <li>- Por depresión del extremo de la losa posterior, al disminuir el soporte de la fundación.</li> <li>- Cambios de volumen que sufren los suelos bajo la losa de concreto y de una deficiente transferencia de carga entre juntas.</li> </ul>	
<p><b>MEDICIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se miden contando y registrando separadamente según su severidad.</li> <li>- El dislocamiento a través de una junta, se cuenta como una losa.</li> <li>- El dislocamiento a través de una grieta es una falla combinada; no se computa como dislocamiento pero se considera al definir la severidad de la grieta.</li> <li>- La medición se efectúa a una distancia de 0.30 a 0.50 metros del borde externo de las losas.</li> </ul>		<p><b>REPARACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- “B” No hacer nada.</li> <li>- “M” Resellar juntas que experimentan dislocamiento.</li> <li>- “A” Realizar subsellado; nivelación de losas; Resellado de juntas donde ocurran dislocamientos; Parchado profundo con losa de concreto o mezcla asfáltica más base granular.</li> </ul>
<p><b>NIVEL DE SEVERIDAD</b></p>		
<p><b>B</b></p>	<p>- Diferencia de nivel de 3 a 10 mm.</p>	
<p><b>M</b></p>	<p>- Diferencia de nivel de 10 a 20 mm.</p>	
<p><b>A</b></p>	<p>- Diferencia de nivel mayor de 20 mm.</p>	


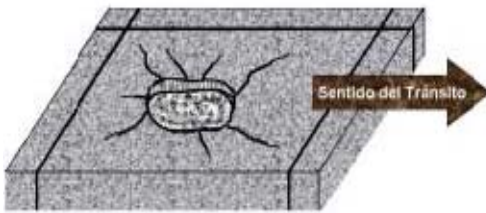

2.3.2.3. HUNDIMIENTO		
	<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo; puede estar acompañado de un fisuramiento significativo, debido al asentamiento del pavimento.</p>	
	<p><b>POSIBLES CAUSAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede ocurrir cuando se producen asentamiento o consolidación en la subrasante.</li> <li>- En zonas contiguas a una estructura de drenaje o de retención donde puede ocurrir el asentamiento del material de relleno por deficiente compactación inicial o bien por movimiento de la propia estructura.</li> <li>- También pueden ser originadas por deficiencias durante el proceso de construcción de las losas.</li> </ul>	
<p><b>MEDICIÓN</b></p> <p>Los hundimientos se miden contando y registrando separadamente según su severidad, la cantidad existente en una sección o muestra. Los resultados pueden computarse sobre la base de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los metros cuadrados afectados.</li> <li>- El número de losas afectadas.</li> <li>- Simplemente el número de daños observados.</li> </ul>		<p><b>REPARACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- “B” No hacer nada.</li> <li>- “M” Parchado de recubrimiento delgado; Subsello y nivelación de losas.</li> <li>- “A” Subsello con parchado delgado; Parchado profundo con losa de concreto o mezcla asfáltica más base granular.</li> </ul>
<p><b>NIVEL DE SEVERIDAD</b></p>		
<p><b>B</b></p>	<p>- El hundimiento causa al vehículo un balanceo o salto característico, sin generar incomodidad.</p>	
<p><b>M</b></p>	<p>- El hundimiento causa a los vehículos un significativo salto o balanceo, que genera incomodidad.</p>	
<p><b>A</b></p>	<p>- El hundimiento causa un excesivo salto que provoca una pérdida de control de los vehículos, siendo necesario recurrir a una reducción de velocidad.</p>	

### 2.3.3. DESINTEGRACIONES

2.3.3.1. DESCASCARAMIENTO Y FISURAS CAPILARES		
	<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Descascaramiento es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de concreto. Por fisuras capilares se refiere a una malla o red de fisuras superficiales muy finas, que se extiende sólo a la superficie del concreto.</p> <p><b>POSIBLES CAUSAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exceso de acabado del concreto fresco colocado, produciendo la exudación del mortero y agua.</li> <li>- Pueden evolucionar en muchos casos por efecto del tránsito, dando origen al descascaramiento de la superficie.</li> <li>- Cuando las armaduras se colocan muy próximas a la superficie.</li> </ul>	
<p><b>MEDICIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se miden en términos de número de losas afectadas.</li> <li>- Una vez identificada la severidad de la falla se registra como una losa, con su nivel de severidad correspondiente.</li> <li>- Se totaliza el número de losas afectadas en la muestra o sección, para cada nivel de severidad.</li> </ul>	 <p><b>REPARACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- “B” No hacer nada.</li> <li>- “M” No hacer nada.</li> <li>- “A” Parchado superficial con mezcla de concreto o mezcla asfáltica en caliente.</li> </ul>	
<p><b>NIVEL DE SEVERIDAD</b></p>		
<p><b>B</b></p>	<p>- Fisuras capilares se extienden sobre toda la losa; la superficie se encuentra en buena condición sin descascaramiento.</p>	
<p><b>M</b></p>	<p>- La losa evidencia descascaramiento, pero estas son de reducida área, afectando menos del 10% de la losa.</p>	
<p><b>A</b></p>	<p>- La losa evidencia descascaramiento en áreas significativas, afectando más del 10% de la losa.</p>	

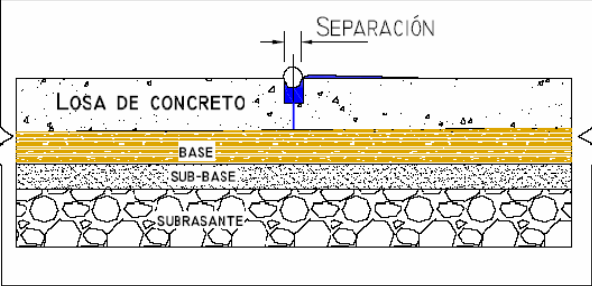
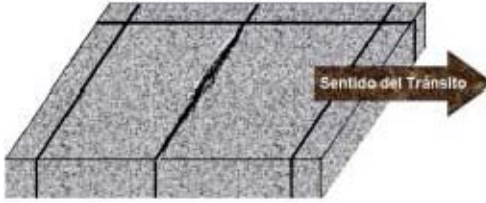

2.3.3.2. PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE	
	<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Superficie de rodamiento excesivamente lisa por efecto del pulimiento de los agregados que la componen.</p>
<p><b>POSIBLES CAUSAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Causada principalmente por el tránsito, el mismo que produce el desgaste superficial de los agregados de naturaleza degradable, particularmente cuando el concreto es de calidad pobre y favorece la exposición de los mismos. Cuando el agregado en la superficie favorece la exposición de los mismos.</li> <li>- Cuando el agregado en la superficie llega a ser muy suave al tacto, la adherencia con las llantas de los vehículos se reduce considerablemente.</li> </ul>	
<p><b>MEDICIÓN</b></p> <p>- De ser necesario puede medirse en metros cuadrados de superficie afectada.</p>	<div data-bbox="852 802 1339 1008">  </div> <p><b>REPARACIÓN</b></p> <p>- “B”, “M” y “A”; Se debe hacer un parchado temporal con recubrimiento delgado en áreas localizadas; Sellado de la superficie con lechada asfáltica.</p>
<p><b>NIVEL DE SEVERIDAD</b></p>	
<p><b>B</b></p>	<p>- No se definen niveles de severidad. El grado de pulimiento de la superficie debe ser significativo para ser informado.</p>
<p><b>M</b></p>	<p>- No se definen niveles de severidad. El grado de pulimiento de la superficie debe ser significativo para ser informado.</p>
<p><b>A</b></p>	<p>- No se definen niveles de severidad. El grado de pulimiento de la superficie debe ser significativo para ser informado.</p>
	

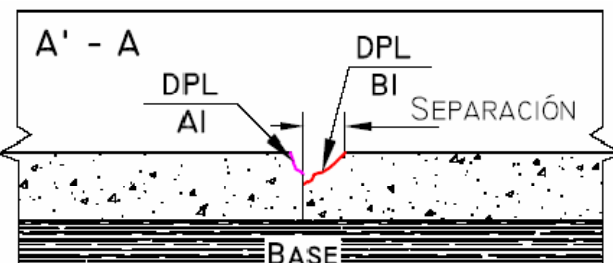
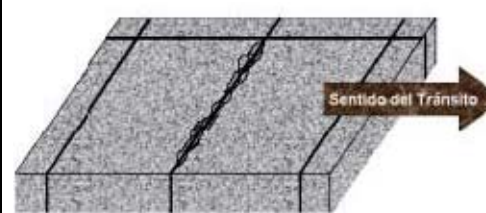

2.3.3.3. PELADURAS		
	<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de matriz arena cemento del concreto, provocando una superficie de rodamiento rugosa y eventualmente pequeñas cavidades.</p>	<p><b>POSIBLES CAUSAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Por el efecto abrasivo del tránsito sobre concreto de calidad pobre.</li> <li>- Por el empleo de dosificaciones inadecuadas (bajo contenido de cemento, exceso de agua, agregados de inapropiada granulometría).</li> <li>- Deficiencias durante su ejecución (segregación de la mezcla, insuficiente densificación, curado defectuoso, etc.).</li> </ul>
<p><b>MEDICIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se miden en términos de losas afectadas.</li> <li>- Una vez identificada la severidad de la falla, se registra como una losa con su grado de severidad correspondiente.</li> <li>- Se totaliza el número de losas afectadas en la muestra o sección para cada nivel de severidad.</li> </ul>		<p><b>REPARACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- “B” No hacer Nada.</li> <li>- “M” No hacer Nada.</li> <li>- “A” Parchado superficial con mezcla de concreto o con mezcla asfáltica en caliente; Sellado de superficie con lechada asfáltica.</li> </ul>
<p><b>NIVEL DE SEVERIDAD</b></p>		
<p><b>B</b></p>	<p>- Pequeñas peladuras muy superficiales, puntuales o concentradas en pequeñas áreas, como remiendos.</p>	
<p><b>M</b></p>	<p>- Peladuras generalizadas, se extienden en la superficie dando lugar a una textura abierta, pero los desprendimientos se limitan a material fino, sólo superficialmente.</p>	
<p><b>A</b></p>	<p>- Peladuras generalizadas, se extienden en la superficie dando lugar a una superficie muy rugosa, con desprendimiento de agregado grueso formando cavidades o pequeños baches superficiales.</p>	

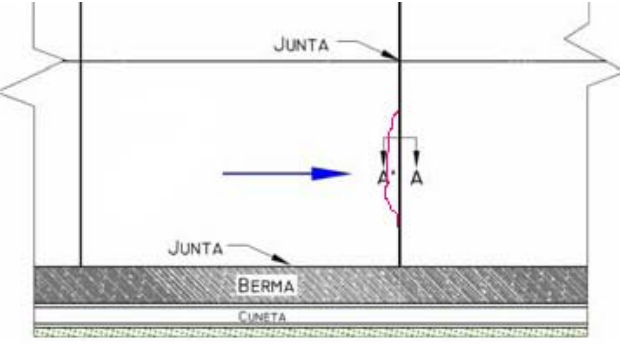


2.3.3.4. BACHES		
	<b>DESCRIPCIÓN</b> Descomposición o desintegración la losa de concreto y su remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares.	
	<b>POSIBLES CAUSAS</b> - Fundaciones y capas inferiores inestables. - Espesores del pavimento estructuralmente insuficientes. - Defectos constructivos. - Retención de agua en zonas hundidas o fisuradas. - La acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento.	
<b>MEDICIÓN</b> - Contando el número de baches por cada nivel de severidad y registrando estos separadamente. - Computando éstos en metros cuadrados de superficie afectada, registrando separadamente las áreas, según su nivel de severidad.		<b>REPARACIÓN</b> - “B” Parchado superficial con mortero de cemento. - “M” Parchado superficial con mortero fino o mezcla asfáltica caliente; Parchado en todo el espesor con losa de concreto o mezcla asfáltica en caliente más base granular. - “A” Parchado profundo con losa de concreto o mezcla asfáltica en caliente más base granular.
<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>		
<b>B</b> - Profundidad de afectación menor o igual que 25 mm.		
<b>M</b> - Profundidad de afectación entre 25 mm y 50 mm.		
<b>A</b> - Profundidad de afectación mayor que 50 mm.		

## 2.3.4. DEFICIENCIAS DE JUNTAS




### 2.3.4.1. DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE SELLO

2.3.4.1. DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE SELLO				
		<b>DESCRIPCIÓN</b> Se refiere a cualquier condición que posibilite la acumulación de material en las juntas o permita una significativa infiltración de agua. La acumulación de material incompresible impide el movimiento de la losa, posibilitando que se produzcan fallas, como levantamiento o despostillamientos de juntas.		
		<b>POSIBLES CAUSAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Endurecimiento por oxidación del material de sello.</li> <li>- Pérdida de adherencia con los bordes de las losas.</li> <li>- Levantamiento del material de sello por efecto del tránsito y movimientos de las losas.</li> <li>- Escasez o ausencia del material de sello.</li> <li>- Material de sello inadecuado.</li> </ul>		
<b>MEDICIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las deficiencias del material de sello no se contabilizan de losa en losa.</li> <li>- La calificación asignada se refiere a la condición del material de sello en toda el área.</li> <li>- Se tomará la longitud en metros de la junta afectada por placa, especificando el nivel de severidad del daño.</li> </ul>			<b>REPARACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "B" No hacer nada.</li> <li>- "M" Resellado de juntas.</li> <li>- "A" Resellado de juntas.</li> </ul>	
<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>				
<b>B</b>	- El material de sello se encuentra en general en buena condición en toda la sección o muestra evaluada; pueden presentarse, pero sólo en cantidad reducida, algunos de los defectos arriba indicados, pero no existe riesgo de infiltración de material incompresible.			
<b>M</b>	- El material de sello se encuentra en general en condición regular, en toda la sección o muestra; uno o más defectos de la relación arriba indicados ocurren en grado moderado; el material de sello necesita ser reemplazado en un período de dos años.			
<b>A</b>	- El material de sello se encuentra en general en condición pobre, o bien no existe; en toda la sección o muestra, uno o más defectos de la relación arriba indicada ocurren con grado de severidad alto, las juntas requieren ser selladas o reselladas a la brevedad.			

2.3.4.2. DESPOSTILLAMIENTO	
	<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Rotura, fracturación o desintegración de los bordes de las losas dentro de los 0.60 metros de una junta o una esquina y generalmente no se extiende más allá de esa distancia. Además no se extiende verticalmente a través de la losa sino que intersectan la junta en ángulo.</p>
	<p><b>POSIBLES CAUSAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Debilitamiento de los bordes de la junta debido a defectos constructivos.</li> <li>- Desintegración del concreto, por mala calidad del material.</li> <li>- Infiltración de materiales incompresibles en las juntas.</li> <li>- Mal procedimiento de corte de la junta.</li> <li>- Deficiente diseño o construcción de los sistemas de transferencia de carga de la junta.</li> </ul>
<p><b>MEDICIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se toma la longitud en metros de la junta afectada.</li> <li>- Si afecta un solo borde de la losa se controla como una losa con despostillamiento.</li> <li>- Si ocurre a cada lado de la junta, afectando dos losas adyacentes, se registra como 2 losas.</li> <li>- Si se observa en más de un borde de la misma losa se registra como una losa indicando el nivel de severidad.</li> </ul>	 <p><b>REPARACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "B" Sellado y resellado de juntas.</li> <li>- "M" Parchado superficial con mortero de cemento; Parchado superficial con concreto fino; Parchado superficial con mezcla asfáltica en caliente.</li> <li>- "A" Parchado superficial con concreto fino; Parchado superficial con mezcla asfáltica en caliente; Parchado en todo el espesor con concreto o con mezcla asfáltica en caliente.</li> </ul>
<p><b>NIVEL DE SEVERIDAD</b></p>	
<p><b>B</b></p>	<p>- Pequeños fracturamientos, que no se extienden más de 8 cm a cada lado de la junta, dan lugar a pequeñas piezas que se mantienen bien firmes, aunque ocasionalmente algún pequeño trozo puede faltar.</p>
<p><b>M</b></p>	<p>- Las fracturas se extienden a lo largo de la junta en más de 8 cm a cada lado de la misma, dando origen a piezas o trozos relativamente sueltos, que pueden ser removidos; algunos o todos los trozos pueden faltar, pero su profundidad es menor de 25 mm.</p>
<p><b>A</b></p>	<p>- Las fracturas se extienden a lo largo de la junta en más de 8 cm a cada lado de la misma, las piezas o trozos han sido removidos por el tránsito y tienen una profundidad mayor de 25 mm.</p>

2.3.4.3. FISURAS POR MAL FUNCIONAMIENTO DE JUNTAS		
	<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Fisuras sinuosas aproximadamente paralelas a la junta, en algunos casos transversalmente y en forma de arcos erráticos, localizados muy próximas a las mismas.</p>	<p><b>POSIBLES CAUSAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La falta de verticalidad y la inadecuada inserción de los elementos empleados para inducir el corte de la junta.</li> <li>- La colocación de barras pasadores mal alineados.</li> <li>- El empleo de barras de insuficiente diámetro o longitud, o bien la corrosión de éstas.</li> <li>- Excesiva disturbación durante la ejecución de las juntas.</li> </ul>
<p><b>MEDICIÓN</b></p> <p>Una vez identificada la severidad del daño, se mide contabilizando el número existente en una muestra o sección, en términos de juntas afectadas. Se totaliza el número de juntas que presentan este daño para cada nivel de severidad.</p>		<p><b>REPARACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- “B” No hacer nada.</li> <li>- “M” Parchado superficial con concreto fino; Parchado en todo el espesor con concreto.</li> <li>- “A” Parchado en todo el espesor con concreto o con mezcla asfáltica en caliente.</li> </ul>
<p><b>NIVEL DE SEVERIDAD</b></p>		
<p><b>B</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisuras finas bien delgadas, de ancho menos de 3 mm.</li> <li>- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello en condición satisfactoria; no hay signos visibles de despostillamiento o dislocamiento.</li> </ul>	
<p><b>M</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisuras de ancho promedio de 3 a 10 mm.</li> <li>- Fisuras hasta 10 mm con despostillamiento o dislocamiento hasta 10 mm.</li> <li>- Por despostillamiento, el área entre la fisura y la junta ha comenzado a fracturarse.</li> </ul>	
<p><b>A</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisuras de ancho promedio mayor de 10 mm.</li> <li>- Fisuras, selladas o no, con despostillamiento o dislocamiento mayor de 10 mm.</li> <li>- El área entre las fisuras y la junta presentan pequeños trozos sueltos o removidos por el tránsito.</li> </ul>	

### 2.3.5. OTROS DETERIOROS

2.3.5.1. PARCHADOS Y REPARACIONES PARA SERVICIOS PÚBLICOS		
	<b>DESCRIPCIÓN</b> <p>Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente.</p>	
	<b>POSIBLES CAUSAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En los parches asfálticos, la capacidad estructural del parche es insuficiente o fue mal construido.</li> <li>- Reemplazo por nuevas losas de hormigón de espesor similar al existente, insuficiente traspaso de cargas en las juntas de contracción o mala construcción.</li> <li>- Retracción de fraguado del hormigón del parche que lo despega del antiguo.</li> </ul>	
<b>MEDICIÓN</b> <p>Determinar el número de parches y la superficie en metros cuadrados del área del parche para cada nivel de severidad y por placa; indicar por separado los parches de asfalto o concreto.</p>		<b>REPARACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- “B” No hacer nada.</li> <li>- “M” Sellado de fisuras; Sellado de superficie.</li> <li>- “A” Parchado superficial con concreto fino; Parchado superficial con mezcla asfáltica en caliente; Parchado en todo el espesor con concreto o con mezcla asfáltica más base granular; Parchado profundo con losa de concreto o mezcla asfáltica en caliente más base granular.</li> </ul>
<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>		
<b>B</b>	- El parche está en muy buena condición y se desempeña satisfactoriamente.	
<b>M</b>	- El parche presenta daños de severidad baja o media y deficiencias en los bordes.	
<b>A</b>	- Cuando se encuentra con deterioro avanzado y requiere ser reparado o reemplazado.	

## **2.4. EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**

El deterioro de los pavimentos de concreto construidos en nuestro país durante los últimos años es el punto de partida de este estudio que busca contribuir a la solución de un problema tan importante de la infraestructura vial. Los autores proponen una metodología para evaluar la acción de diversos factores que inciden en la durabilidad de las estructuras, con el objeto de que los resultados que se desprendan de su aplicación se tomen en cuenta al formular las especificaciones de diseño y construcción de nuevas carreteras.

### **2.4.1. MÉTODOS DE EVALUACIÓN SUPERFICIAL**

#### **2.4.1.1. MÉTODO IRI (ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL)**

##### **2.4.1.1.1. DEFINICIÓN**

Es la escala estándar en la que muchos países, informan la rugosidad de los pavimentos, fue desarrollado bajo el auspicio del Banco Mundial.

"El IRI es la medida de la pendiente rectificada (razón entre el desplazamiento vertical acumulado y la distancia recorrida) del perfil filtrado, mediante el modelo de cuarto de coche normalizado (Golden Quarter Car), para una velocidad de 80 km/h, en la longitud de análisis".

La medición del IRI de un pavimento consiste esencialmente en cuatro pasos:

- 1) La medición física de un perfil longitudinal simple.
- 2) Dicho perfil se filtra empleando la media móvil sobre una base de 250 mm de largo. Este filtrado simula el efecto suavizante de la deformación del neumático.
- 3) El perfil resultante se vuelve a filtrar mediante la simulación del cuarto de auto. Esta simulación registra la respuesta física de un auto "ideal" que transita sobre el perfil a una velocidad de 80 km/hrs.
- 4) El IRI (m/km) se calcula como el movimiento acumulado (m) de la suspensión del auto "ideal", dividido por la longitud del perfil transitado (km).

##### **2.4.1.1.2. MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD**

Los diversos métodos para medir la rugosidad que existe en el mundo pueden agruparse, de acuerdo a la clasificación dada por el Banco Mundial (4), en cuatro clases genéricas, con

relación a cuán directa sea la correlación que emplean para relacionar sus medidas con el Índice Internacional de Rugosidad (IRI).

✓ **Métodos Clase 1**

Basados en la medición de perfiles topográficos de gran precisión, estos métodos se constituyen como los más exactos que existen para la determinación del IRI. Los métodos de la clase 1 establecen la rugosidad a través de la determinación muy exacta del perfil longitudinal de un pavimento, con medidas espaciadas cada 0.25 m y cotas con una precisión de 0.5 mm. A esta clase pertenecen los métodos basados en la medición del perfil del pavimento con el perfilómetro TRRL Beam, y, con mira y nivel de precisión (Rod and Level).

✓ **Métodos Clase 2**

Esta clase incluye todos los otros métodos en los cuales la rugosidad se determina sobre la base de la medición del perfil longitudinal, pero con una exactitud menor que los de la Clase 1. Estos métodos recurren al uso de perfilómetros de alta velocidad o mediciones estáticas con equipos similares a los de Clase 1, pero con niveles inferiores de exactitud. Entre los perfilómetros de alta velocidad se tienen, el APL Trailer y GMRtype Inertial Profilometer.

Tanto los métodos Clase 1, como los Clase 2, establecen la rugosidad en unidades IRI haciendo uso de programas de cómputo, los cuales se basan en algoritmos matemáticos que simulan la respuesta dinámica que experimenta el sistema de suspensión de un vehículo modelo, al “transitar” por el perfil medido. Dicha respuesta se sintetiza finalmente en la cantidad de movimiento relativo vertical acumulado por unidad de longitud, expresado en m/km y que recibe el nombre de IRI.

✓ **Métodos Clase 3**

En esta clase están los métodos que recurren al uso de una ecuación de correlación para la estimación del IRI. Estos métodos, también denominados “tipo respuesta” (Response-Type Road Roughness Measuring System, o simplemente, RTRRMS), establecen la rugosidad basados en la detección del movimiento relativo que experimenta el sistema de suspensión de un vehículo de pasajeros o de un tráiler remolcado, al transitar sobre el pavimento.

Las mediciones efectuadas mediante los métodos Clase 3 dependen de las características dinámicas de un vehículo, para proporcionar parámetros de rugosidad que puedan correlacionarse con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI). Sin embargo, las propiedades dinámicas de cada vehículo son particulares y cambian con el tiempo, por lo que las mediciones directas deben ser correlacionadas con el IRI mediante una ecuación de calibración, que debe ser obtenida experimentalmente y específicamente para el vehículo empleado.

Esta clase también incluye métodos que emplean otros tipos de instrumentos para medir la rugosidad, diferentes a un RTRRMS, que sean capaces de generar parámetros razonablemente correlacionados con la escala del IRI. Entonces, un método para medir rugosidad califica como Clase 3 si emplea algún tipo de ecuación de correlación, indistintamente del tipo de instrumentación o vehículo que se utilice para la obtención de la medida de rugosidad básica.

Los métodos Clase 3 emplean diversos tipos de equipos, tales como el Mays Meter (Norteamericano), Bump Integrator (Inglés), NAASRA Meter (Australiano), etc., todos ellos producidos comercialmente.

#### ✓ **Métodos Clase 4**

Hay situaciones en las que se requieren datos de rugosidad sin necesidad de una gran precisión o simplemente no es posible obtener datos precisos; Sin embargo se hace deseable relacionar las medidas a la escala del IRI. En tales casos se puede recurrir a una evaluación subjetiva, ya sea mediante experiencia previa recorriendo caminos o basándose en una inspección visual. Otra posibilidad es utilizar las medidas obtenidas con un equipo sin calibrar, tal como un RTRRMS. De hecho un equipo tipo respuesta que no está calibrado cae dentro la categoría de Clase 4.

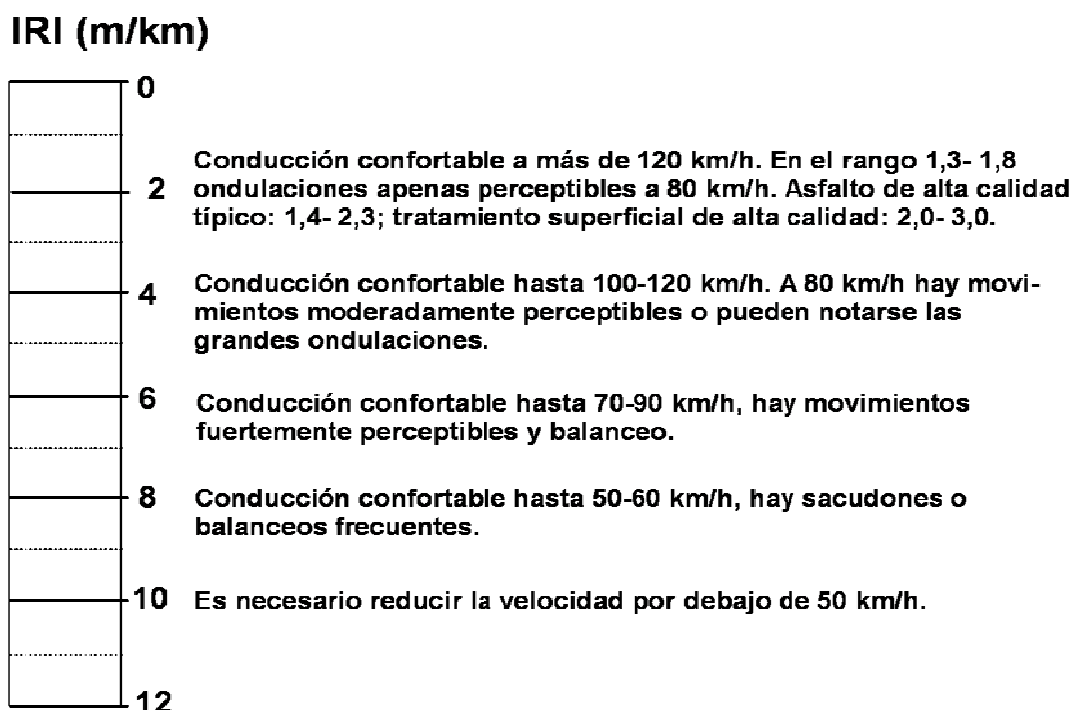
#### **2.4.1.1.3. VALORES DEL IRI**

Realizado con el objeto de conocer los valores de Índice de Rugosidad Internacional (IRI), establecidos en diferentes países, como ser el Banco Mundial – Brasil 1982.

#### ✓ **Banco Mundial**

A partir del estudio realizado por el mismo en 1982 (IRRE), se propuso una escala de medición de la regularidad superficial para diferentes tipos de vías, la cual se presenta a continuación:

Fig. 2.4.1.1.3 Escala de Regularidad para Pavimentos (IRI)



Fuente: **Sayers, W.D., Gillespie, T.D. and Paterson, W.D.O., "Guidelines for conducting and calibrating road roughness measurements", World Bank Technical Paper No. 46, Washington D.C., 1986.**

#### 2.4.1.1.4. DETERMINACIÓN DEL IRI

Para la medición, se utilizará el nivel y mira; una vez ubicados los tramos se abarcará por cuadras; las cuales se subdividirán en puntos cada 0,5 m para la obtención de la cota para su posterior cálculo, ésto se realizará sobre una de las huellas de un carril ya sea la izquierda o la derecha a lo largo de 20 m. por cada cuadra; los datos obtenidos se introducirán en el programa INPACO (Desarrollado por el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte de Colombia) para obtener el IRI.

#### 2.4.1.2. MÉTODO PSI (ÍNDICE DE SERVICIO PRESENTE)

### 2.4.1.2.1. DEFINICIÓN

Es la capacidad del pavimento para brindar un uso confortable y seguro a los usuarios.

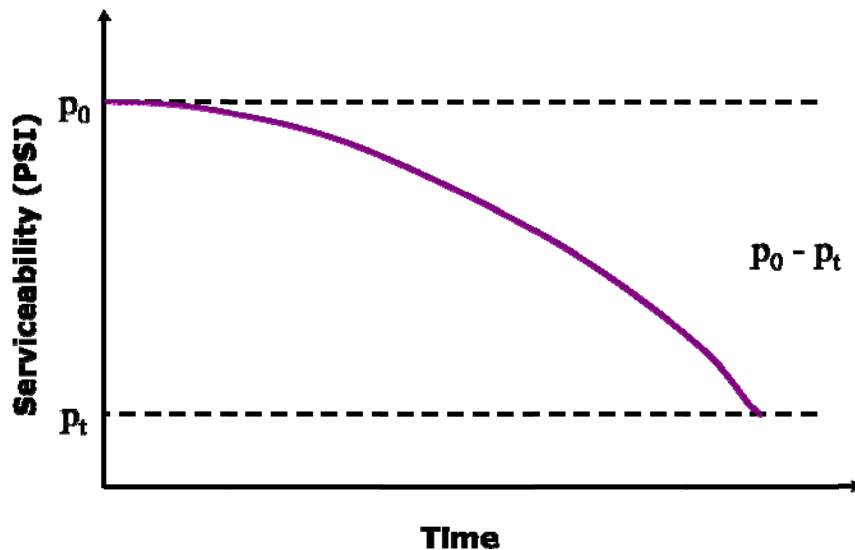
La siguiente tabla muestra la clasificación del PSI:

**Tabla 2.4.1.2a Clasificación del PSI**

PSI	Estado del Pavimento
0-1	Muy Malo
1-2	Malo
2-3	Regular
3-4	Bueno
4-5	Muy Bueno

En el Road Test de AASHO se calificó cada pavimento con su PSI y este valor se correlacionó con condiciones medibles del pavimento.

**Fig. 2.4.1.2 Índice de Serviciabilidad vs Tiempo**



El PSI es la medida de serviciabilidad empleando medios mecánicos, su estimación hace posible la determinación de la rugosidad o deformación longitudinal del pavimento.

Se han desarrollado para la determinación del PSI fórmulas matemáticas diversas que combinan distintos parámetros de deterioro; por ejemplo:

- ✓ Para el cálculo del PSI en Pavimentos Rígidos

$$\text{PSI} = 5.41 - 1.80 * \log(1 + \text{SV}) - 0.09 * (\text{Cr} + \text{P})^{0.5}$$

Donde:

SV: Deformación longitudinal

Cr: Área de fisuramiento ( $\text{pie}^2/1000 \text{ pies}^2$ )

P: Área de parchado ( $\text{pie}^2/1000 \text{ pies}^2$ )

Dentro del diseño de pavimentos rígidos se utiliza un parámetro denominado Índice de Serviciabilidad ( $\Delta\text{PSI}$ ), el cual toma en cuenta lo siguiente:

- La serviciabilidad inicial ( $\rho_o$ ) representa la condición del pavimento inmediatamente después de la construcción.
- La serviciabilidad terminal ( $\rho_t$ ) corresponde al momento cuando el pavimento requiere algún tipo de rehabilitación para mantenerse en servicio.

**Tabla 2.4.1.2b Clasificación Vial**

$\rho_t$	CLASIFICACIÓN VIAL
2.50	Autopistas y arterias principales
2.25	Rutas secundarias, industriales, comerciales
2.00	Rutas secundarias, calles residenciales y zonas de estacionamiento

#### 2.4.1.2.2. RELACIÓN ENTRE PSI - IRI

Como el IRI esta basado solamente en la rugosidad de la superficie y se reconoce una correlación entre los mencionados índices, es así que plantean las siguientes fórmulas y tablas para la correlación entre el PSI – IRI.

- ✓ Fórmula de D. Dujisin y A. Arroyo

$$\text{PSI} = 7.10 - 2.19 * \text{IRI}^{0.5} \Rightarrow \text{Pavimentos Rígidos}$$

- ✓ Fórmula establecida por Sayers

$$\text{PSI} = \frac{5}{\text{IRI}^{5.5}}$$

- ✓ Tablas de Correlación

**Tabla 2.4.1.2.2a Relación PSI-IRI**

<b>RELACIÓN PSI – IRI</b>		
<b>IRI</b>	<b>PSI (Asf.)</b>	<b>PSI (Hid.)</b>
0,5	4,7	5,0
1,0	4,2	4,9
1,2	4,0	4,7
1,5	3,8	4,4
2,0	3,5	4,0
2,5	3,2	3,6
3,0	2,9	3,3
3,5	2,7	3,0
4,0	2,5	2,7
4,5	2,3	2,5
5,0	2,1	2,2
5,5	1,9	1,9
6,0	1,7	1,6

Fuente: Relación PSI-IRI según Dujisin y Arroyo 1995

**Tabla 2.4.1.2.2b Otra relación PSI-IRI**

<b>PSI</b>	<b>IRI (m/km)</b>
4,5 – 5,0	1,25 – 0,00
4,0 – 4,5	1,50 – 1,25
3,5 – 4,0	2,00 – 1,50
3,0 – 3,5	2,50 – 2,00
2,5 – 3,0	3,00 – 2,50
2,0 – 2,5	3,50 – 3,00
1,5 – 2,0	4,00 – 3,50
1,0 – 1,5	4,50 – 4,00
0,0 – 1,0	12,00 – 4,50

Fuente: Carlos M. Chang Albitres. Pavimentos, un enfoque al Futuro-ICG 2005

## **2.5. VOLUMEN DE TRÁFICO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS**

Lo que se refiere específicamente a la carga que representa un vehículo sobre el pavimento, tiene incidencia en la parte estructural, es decir en definir el espesor de las capas para que puedan soportar las cargas que circulan sobre ellas.

Hablando propiamente en lo que se refiere a volumen de tráfico, diremos que es la cantidad de vehículos que circulan por el pavimento en un determinado momento de tiempo. En la práctica los periodos que se manejan para el aforo de vehículos son los del día y de una hora originando lo que se llama tránsito diario y el tránsito horario.

### ✓ **Tránsito Promedio Diario (TPD)**

Es la cantidad de vehículos que circulan por una vía durante 24 hrs. ó un día, si se tiene registros de varios días el promedio de dichos valores es el TPD, y si el registro se realizó durante un año este valor se convierte en TPDA ó tránsito promedio diario anual.

### ✓ **Tránsito Promedio Horario (TPH)**

Es la cantidad de vehículos que circulan por una vía en un tiempo de una hora, si se tiene el registro de varias horas el registro se convertirá en el TPH, y si el registro corresponde a un año la medida de las medias de cada día se convertirá en el tránsito promedio horario anual TPHA.

## **2.5.1. MÉTODO DE AFORO**

El método de aforo más utilizado para el estudio de volúmenes de tránsito vehicular es el siguiente:

- 1) Determinar las horas de mayor circulación vehicular del área de estudio, identificando puntos de aforos en todo el trayecto de circulación de automóviles. Se debe hacer un conteo de vehículos durante 12 hrs al día, ósea desde las 7:00 hasta las 19:00 hrs. anotando la cantidad de vehículos por hora.
- 2) Con los datos obtenidos realizar un gráfica para poder identificar las 3 hrs. de mayor circulación denominadas también horas pico.
- 3) Una vez identificadas las horas pico se deben, se deben realizar aforos durante 3 días a la semana en las horas pico, deben ser dos días hábiles y un día no hábil.
- 4) Realizar el paso número (3) durante un mes o durante el tiempo necesario para la obtención de los volúmenes deseados.

## **2.6. TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**

La acción de las cargas de tráfico, el clima y las condiciones de uso van degradando progresivamente la superficie y la estructura del pavimento. Si no se hacen intervenciones adecuadas durante la vida útil del pavimento dicha degradación afectará las velocidades de operación, los tiempos de viaje, se incrementarán los consumos de combustible, y afectará también las propiedades físicas y mecánicas de los vehículos. Por estas razones es

importante implementar las acciones de conservación oportuna y eficazmente para así garantizar a los usuarios un nivel de servicio adecuado.

El mantenimiento es una las actividades más importantes de la conservación de pavimentos y se encuentran dos tipos:

- ✓ Mantenimiento Preventivo
- ✓ Mantenimiento Correctivo

### **2.6.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Está dirigido a preservar el pavimento para evitar deterioro futuro y para mantener las condiciones de funcionalidad para las que fue diseñado sin necesidad de aumentar su capacidad estructural. Al hacerse de forma planeada y a tiempo prolongado la vida del pavimento y mantiene un nivel de servicio adecuado para su funcionamiento.

La efectividad de este mantenimiento depende directamente de las condiciones en las que se encuentre el pavimento. A continuación se mencionan actividades de este tipo de mantenimiento:

- Sellado de Juntas y Grietas
- Instalación de Drenes de Pavimento

### **2.6.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Se hace cuando ya ha ocurrido una deficiencia en el pavimento tal como una grieta leve o moderada, para que el pavimento continúe ofreciendo un adecuado servicio al usuario. La diferencia entre mantenimiento preventivo y correctivo es de tiempo y costo.

Este mantenimiento es más costoso y es muy probable que se necesite de correcciones futuras debido a que las fallas pueden presentarse posteriormente. A continuación se describen los procedimientos de las principales actividades de este mantenimiento:

- Reparación en todo el Espesor de la Losa
- Reparación parcial de la Losa
- Cepillado de la Superficie
- Estabilización de Losas
- Refuerzo con varillas para la transferencia entre Juntas

### 3.1. INTRODUCCIÓN

La recopilación de información implica obtener datos sobre la construcción y el actual funcionamiento del pavimento rígido de las calles en estudio, mientras que el diagnóstico implica analizar todos los datos y dar una calificación o conclusión del estado actual en que se encuentra el pavimento rígido.

En el presente capítulo se pretende primero obtener información sobre la condición a la que esta sometida y las características que tiene el pavimento rígido. Posteriormente se hará una evaluación superficial del pavimento, utilizando el método “MIRA Y NIVEL” para determinar el IRI (Índice de Rugosidad Internacional), con los resultados del IRI se correlacionará con el PSI (Índice de Servicio Presente) haciendo el uso de formulas y tablas planteadas por algunos autores; por último se determinará el volumen de tránsito actual de las calles y se comparará con otro estudio realizado anteriormente para ver la evolución que se tuvo en cuanto al volumen de circulación vehicular.

### 3.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

El presente proyecto tuvo su aplicación práctica en la provincia Arce al Sur del departamento de Tarija en la República de Bolivia, con mayor exactitud en la ciudad de BERMEJO cuyas coordenadas se encuentran entre: 22°36'43,07" – 22°43'50,97" de Latitud Sur y 64°17'34,41" – 64°19'59,33" de Latitud Oeste.



Las calles que eligieron para el estudio fueron la calle Chuquisaca y la avenida 21 de Diciembre, dichas calles se encuentran dentro del radio urbano de la ciudad, además estas dos calles conectan a los diferentes barrios a la zona central de la ciudad debido a que forman parte del flujo vehicular de la ciudad de Bermejo.

La calle Chuquisaca tiene una longitud de estudio de 539 m lo que equivale en esta calle a 5 cuadras, mientras que la avenida 21 de Diciembre tiene una longitud de estudio de 693 m lo que equivale en esta avenida a 6 cuadras.

**Fig. 3.1 Ubicación y Área en Estudio**



### **3.3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

Realizando una observación general del pavimento se puede verificar que existen fallas en la superficie de rodadura que incomodan la circulación en forma normal del tránsito, teniendo que en algunas circunstancias realizar maniobras o disminuir las velocidades de circulación para así poder evitar las irregularidades (fallas) en el pavimento. En las diferentes cuadras que se están analizando también se puede observar que no se tiene bien definido el alcantarillado pluvial, provocando que épocas de lluvia el agua circule en gran cantidad y en algunos casos se encharquen o empocen en algunas partes donde existen irregularidades o desniveles.

Actualmente estas cuadras se encuentran transitables, pero en algún momento de esa libre circulación se siente y se ve la incomodidad, más aún si se circula con vehículos pequeños o con motocicletas en las cuales se siente más la irregularidad del pavimento.

En cuanto al tránsito vehicular actual de las calles, desde que se puso en funcionamiento el pavimento a habido un incremento muy significativo en las diferentes clases de vehículos (livianos, medianos, pesados).

### **3.4. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE ENTIDADES COOPERANTES**

Para el desarrollo del presente proyecto cabe mencionar que se tuvo la colaboración de la Honorable Alcaldía Municipal de la Ciudad de Bermejo, la cual me proporcionó información característica del pavimento rígido de la calle Chuquisaca y la avenida 21 de diciembre. La mayoría de la información fue extraída de los informes que se presentaron antes y durante la ejecución de la construcción del pavimento, no se pudo obtener mucha información debido a que en el año 2006 por conflictos que tuvo la alcaldía se quemaron varios archivos de diferentes proyectos ejecutados en Bermejo. **(Véase ANEXO I)**

También se tuvo la cooperación del Organismo Operativo de Tránsito de la ciudad de Bermejo, la cual me autorizó para poder interrumpir el tránsito en las cuadras de estudio y además me proporcionó conos para poder cerrar el área donde se estaba trabajando.

### **3.5. INFORMACIÓN GENERAL OBTENIDA**

Es necesario tener los datos con los que se construyó el pavimento, para así tener una idea más generalizada de las características de la zona y del pavimento rígido. Estos datos nos

servirán como base para fundamentar las alternativas de mantenimiento que se tengan que tomar para solucionar las irregularidades (fallas) en el pavimento.

### 3.5.1. CLIMA

La zona se caracteriza por tener el verano localizado en los meses de diciembre hasta el mes febrero con una temperatura promedio de 22.3 °C y una máxima extrema de 47 °C.

El invierno se presenta durante los meses de junio y julio con temperaturas promedios mínimas entre 10.4 °C y -4 °C. El periodo libre de heladas comprende aproximadamente 150 días entre los meses de octubre a marzo.

La zona se encuentra bajo la influencia de los vientos del sur, causantes del fenómeno llamado surazo, caracterizado por un fuerte descenso de la temperatura en los periodos de invierno y con el cielo totalmente cubierto.

El régimen de lluvias a nivel mensual se inicia en octubre y prácticamente concluye en el mes de abril correspondiendo el periodo de mayor precipitación los meses de enero y febrero. El periodo seco corresponde a los meses comprendidos entre junio y septiembre. La precipitación media anual es de 1156 mm, los valores extremos de la precipitación media anual se encuentran entre 600 mm y 2100 mm.

**Tabla 3.1 Resumen Climatológico (1973-2004)**

Estación: BERMEJO  
Provincia: ARCE  
Departamento: TARIJA

Latitud S.: 22° 46' 15"  
Longitud W.: 64° 18' 42"  
Altura: 385 m.s.n.m.

Indice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temp. Max. Media	°C	33,4	32,0	30,6	27,2	24,4	21,9	22,9	26,0	29,2	32,3	32,0	33,4	28,8
Temp. Min. Media	°C	20,9	20,3	19,7	17,0	14,2	10,6	8,9	10,4	13,1	17,3	19,1	20,5	16,0
Temp. Media	°C	27,2	26,1	25,2	22,1	19,3	16,3	15,9	18,2	21,1	24,8	25,5	27,0	22,4
Temp.Max.Extr.	°C	44,5	43,6	42,0	39,0	36,0	34,0	37,7	43,5	44,5	45,7	44,4	45,8	45,8
Temp.Min.Extr.	°C	8,5	9,0	9,0	0,9	1,5	-1,0	-3,2	-2,6	0,3	6,0	9,2	7,5	-3,2
Dias con Helada		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Humed. Relativa	%	72	75	79	79	79	78	73	67	62	63	68	70	72
Nubosidad Media*	Octas	5	5	5	6	5	5	5	4	4	4	5	4	5
Insolación Media*	Hrs	6,3	5,6	5,1	4,3	4,4	3,6	5,4	6,6	5,8	5,9	6,0	6,4	5,5
Evapo. Media	mm/dia	3,40	3,84	3,12	2,26	1,68	1,45	1,80	2,56	3,46	4,13	3,36	4,01	2,92
Presion Barometrica	hPa	964,6	965,1	966,3	967,9	971,8	970,9	972,4	971,4	968,3	967,1	964,9	963,7	967,9
Precipitación	mm	221,7	203,7	191,3	102,4	32,9	11,2	11,8	5,9	14,9	66,2	126,5	173,8	1162,4
Pp. Max. 24 hrs.	mm	117,0	100,0	151,5	112,3	47,0	14,0	13,4	15,0	45,6	56,7	117,0	92,7	151,5
Dias con Lluvia		12	11	12	10	6	4	3	2	3	6	9	10	91
Velocidad del viento	km/hr	4,8	4,7	4,4	3,9	4,0	4,3	4,5	5,8	6,6	6,6	6,1	6,2	6,6
Direccion del viento		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Fuente: SHENAMI

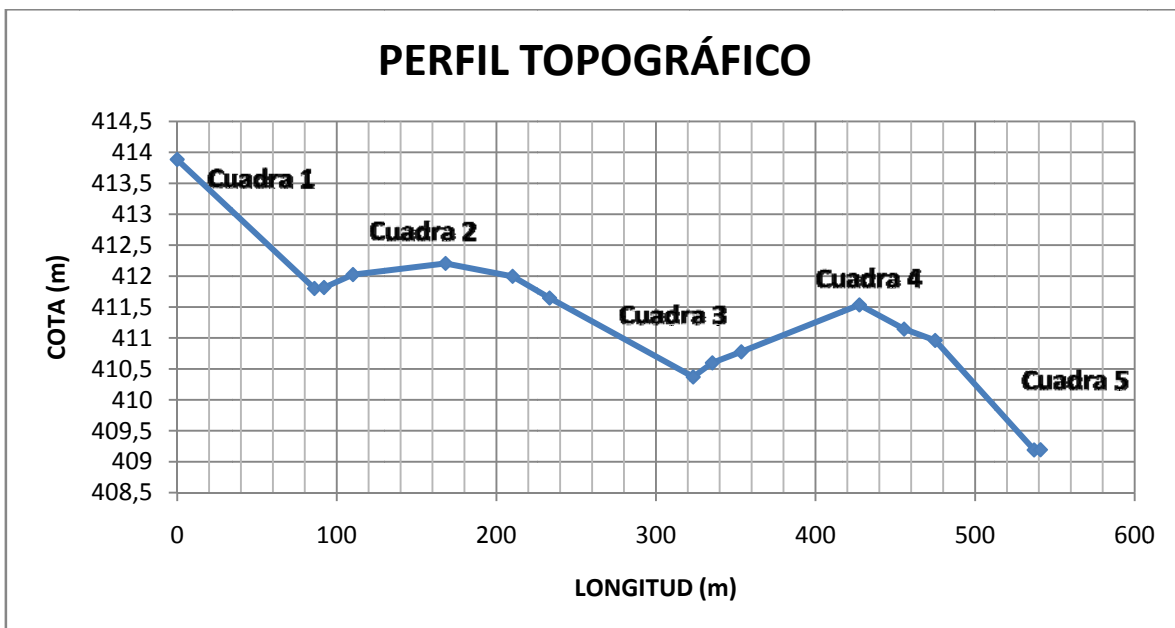
### 3.5.2. TOPOGRAFÍA

La topografía es un factor que ayudará y permitirá la rápida evacuación de las aguas, ya sean estas aguas de lluvia o aguas producto de malas conexiones e imperfecciones del sistema de agua potable.

A continuación se muestra los perfiles longitudinales de la topografía de las calles, los cuales nos ayudarán a obtener alguna información como ser: pendientes, longitud y desnivel de cada cuadra.

#### \* CALLE CHUQUISACA:

Fig. 3.2 Perfil Topográfico calle Chuquisaca



Fuente: Levantamiento longitudinal de las cuadras

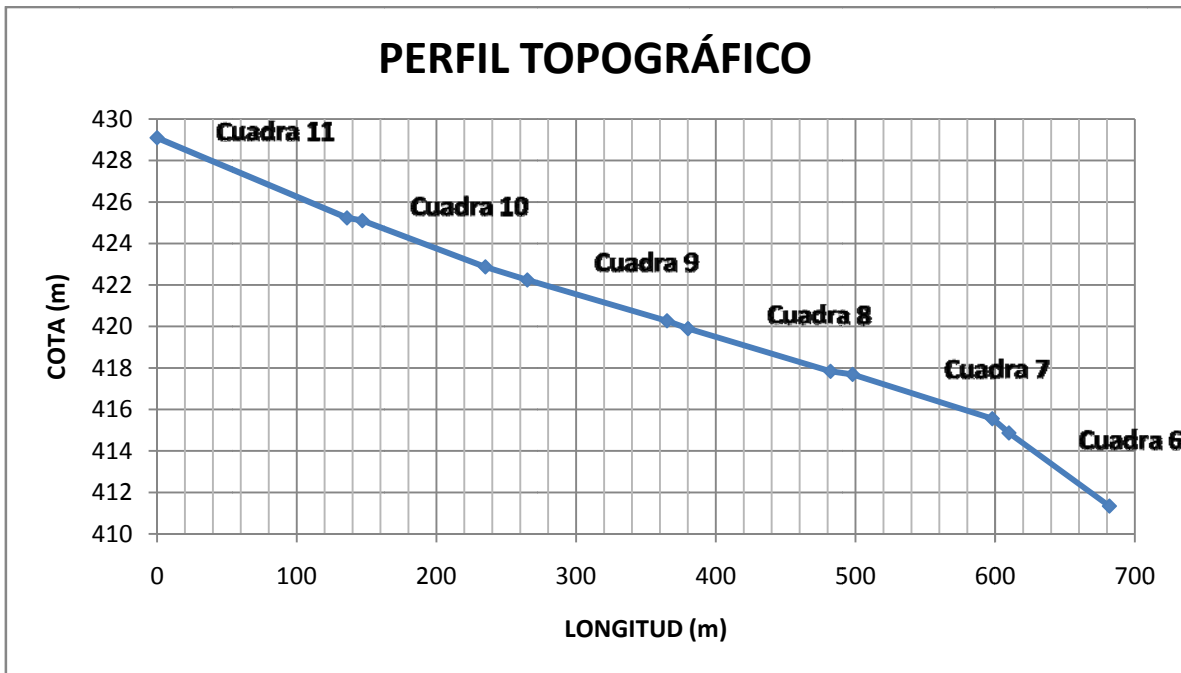
Información obtenida:

Tabla 3.2 Características del Perfil Topográfico c/Chuquisaca

CUADRA	LONGITUD (m)	DESNIVEL máximo (m)	PENDIENTES (%)	
			Subida	Bajada
1	104,15	2,069	0,49	2,42
2	120,18	0,559	0,49	1,18
3	118,75	1,276	1,12	1,18
4	121,88	0,574	1,12	2,14
5	74,00	1,770	---	2,14

\* Av. 21 DE DICIEMBRE:

Fig. 3.3 Perfil Topográfico Av. 21 de Diciembre



Fuente: Levantamiento longitudinal de las cuadras

Información obtenida:

Tabla 3.3 Características del Perfil Topográfico Av. 21 de Diciembre

CUADRA	LONGITUD (m)	DESNIVEL máximo (m)	PENDIENTES (%)	
			Subida	Bajada
6	88,98	3,529	---	4,90
7	115,95	2,818	---	2,52
8	114,67	2,211	---	1,88
9	115,59	2,344	---	2,04
10	114,90	2,863	---	2,43
11	142,45	3,993	---	2,72

### 3.5.3. TRÁFICO

La base para los estudios de tráfico es el conocimiento mismo de sus características, aparentemente este conocimiento es fácil de obtener basándose en la realización de eventos y entrevistas.

En años anteriores el volumen de tráfico de estas calles era bajo, tal como muestra la siguiente tesis titulada: ESTUDIO DE TRÁFICO DE LA CIUDAD DE BERMEJO, realizado por Pablo Salazar Gareca en el mes de julio del año 2000.

**Tabla 3.4 Volumen Medio Horario “VMH” (Año 2000)**

CALLE	VOLUMEN MH		VOLUMEN	
	Derecho	Izquierdo	Máximo	Mínimo
21 de Diciembre	21	19	34	7
Chuquisaca	9	8	22	1

Fuente: Estudio de Tráfico de la Ciudad de Bermejo

Autor: Pablo Salazar Gareca

De igual manera también se puede caracterizar el tráfico actuante:

**Tabla 3.5 Caracterización del Tráfico (Año 2000)**

CALLE	% Vehículos Pesados por Hora	% Vehículos Livianos por Hora
21 de Diciembre	9	91
Chuquisaca	6	94

Fuente: Estudio de Tráfico de la Ciudad de Bermejo

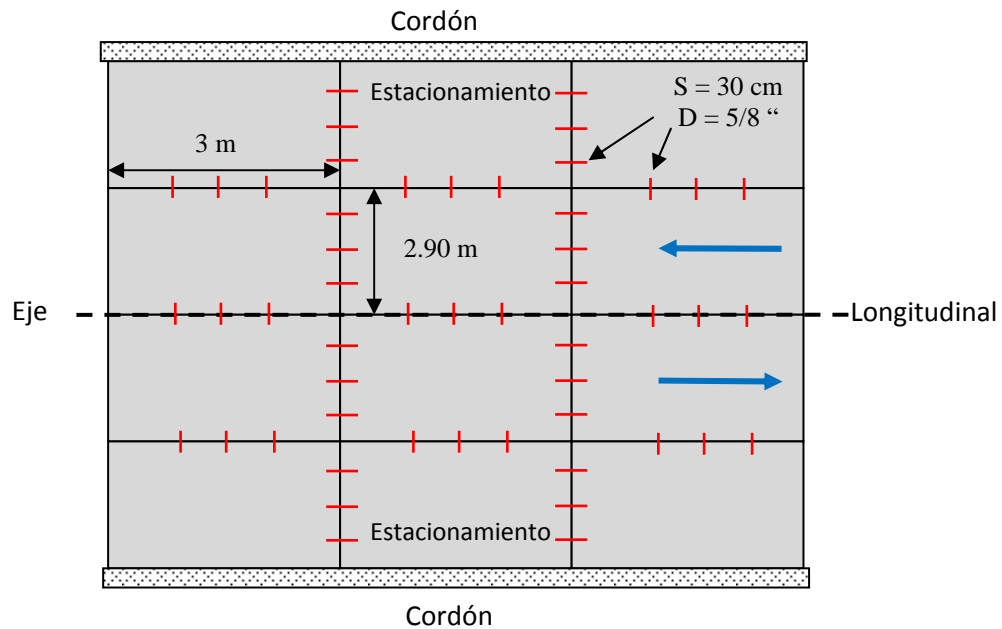
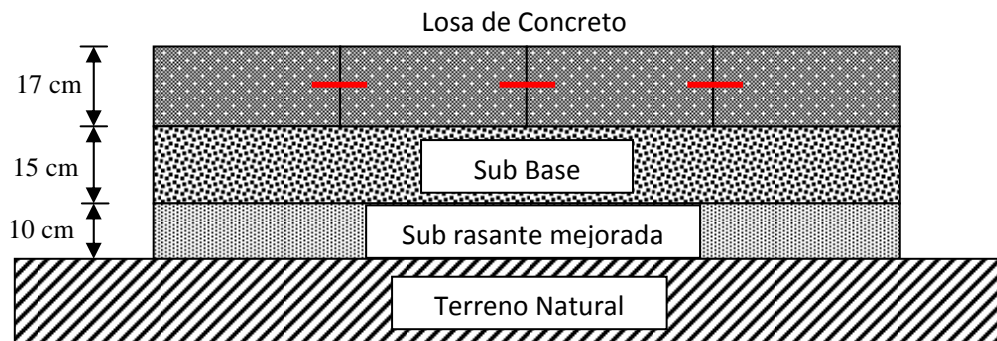
Autor: Pablo Salazar Gareca

### 3.5.4. TIPO DE PAVIMENTO

La pavimentación de la calle Chuquisaca y la Av. 21 de Diciembre de la ciudad de Bermejo está ejecutado con un pavimento rígido. Este pavimento está constituido por una capa subrasante mejorada, sub base, losa de concreto simple, dichas capas se apoyan en el terreno natural.

La “LOSA DE CONCRETO SIMPLE” está constituido por losas de longitud promedio igual a 3 m y un ancho promedio de 2.9 m, además cuenta con pasa-juntas para la transferencia de cargas en la junta longitudinal como en la transversal separadas cada 30 cm. una de otra.

Todo el ancho de la vía cuenta con dos carriles uno para cada sentido, en cada carril se tiene dos filas de losas de las cuales una se usa para la circulación de los vehículos en su sentido respectivo y la otra se la utiliza como estacionamiento (berma). A los extremos de la vía se cuenta con cordones los cuales que en conjunto con las losas de estacionamiento trabajan como cordones – cunetas.

**Fig. 3.4 Estructura del Pavimento Rígido****a) Vista en Planta****b) Corte Transversal****3.5.5. CAPA SUB RASANTE**

En las superficies de terrenos que se vayan a pavimentar, a la profundidad especificada, en las áreas de corte, en la parte superior del terraplén o relleno se compactaran hasta darles la superficie especificada. Una vez terminada la misma debe estar conforme a los alineamientos, pendiente y sección transversal indicada en los planos. Después de realizar todos los trabajos de acometidas, instalaciones, que vayan por debajo del pavimento hayan sido terminadas, rellenadas y compactadas deberá darse la forma correcta a la porción de la sub rasante de manera que constituya una capa firme, con una densidad de no menos del

90%, determinada por las pruebas AASHTO T-180. La superficie de la sub rasante se mantendrá continuamente en buenas condiciones de drenaje.

### 3.5.6. CAPA SUB-RASANTE MEJORADA

Este material será producto homogéneo de la mezcla de suelo y materiales adecuados similares a los de la sub base, la proporción de esta mezcla será de 50 % de suelo natural y 50 % del material granular procedente de yacimientos.

Los materiales granulares deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

**Tabla 3.6 Graduaciones de Sub Rasante Mejorada**

TAMIZ	% QUE PASA
3 “	100
Nº 4	5 – 60
Nº 200	0 – 15

Especificaciones para sub rasante mejorada

La porción del material que pasa el tamiz N ° 40, debe tener un índice plástico no mayor a 6, según AASHTO – 90.

### 3.5.7. CAPA SUB BASE

Este material proviene de yacimientos, se verifico que cumpla con las siguientes especificaciones técnicas, es un material que no contiene materias vegetales, grumos o terrones de arcilla y deberá llenar un de las graduaciones dadas en la tabla:

**Tabla 3.7 Graduaciones de Sub Base**

TAMIZ	% QUE PASA EN PESO POR LOS TAMICES			
	TIPO A	TIPO B	TIPO C	TIPO D
3“	100	-	-	-
2”	-	100	-	-
1 1/2”	-	90 – 100	100	-
1”	-	-	-	100
3/4”	-	60 – 90	-	-
Nº 4	30 – 70	30 – 70	30 – 70	40 - 80
Nº 200	0 - 15	0 - 15	0 - 15	5 - 20

Especificaciones para sub base

La porción del material que pase el tamiz N° 40 deberá tener un límite líquido (LL) mayor a treinta (30) y un índice plástico (IP) no mayor de seis (6). Los materiales a ser empleados

en esta capa deben presentar un índice de soporte california (CBR), igual o mayor a cuarenta (40%).

Los materiales para sub base deberán llenar los requisitos indicados para agregados gruesos y finos para las granulometrías tipo A, B, C ó D. El tipo y la granulometría deberán especificarse.

### **3.5.8. LOSA DE CONCRETO HIDRÁULICO**

Este trabajo consiste en la colocación de la capa de rodadura de la vía, utilizando concreto de cemento Portland vaciado en sitio.

El cemento a utilizar será fresco, seco y deberá cumplir con las especificaciones de la Norma Boliviana referente: NB 2.1 001 – 0014.

El contenido mínimo de cemento por metro cúbico de hormigón será de 400 kg., variando en función a la calidad de los agregados, sin embargo la resistencia mínima a la compresión del hormigón será de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Los áridos se obtendrán de yacimientos naturales o rocas trituradas, deberán estar limpios y libres de impurezas, sin contener más del 1 % de terrones de arcilla, ni el 3 % del material que pase el tamiz N° 200.

El agua de amasado deberá ser potable, libre de impurezas. La temperatura de agua de amasado no será menor a 5 °C.

Las barras de unión a usarse en las juntas serán de fierro de alta resistencia o corrugado, de diámetro 6 mm. Colocadas en sitio previamente al hormigonado, garantizando su inmovilidad durante el mismo.

## **3.6. INFORMACIÓN TÉCNICA DE LAS CALLES EN ESTUDIO**

### **3.6.1. AV. 21 DE DICIEMBRE**

#### **- Capa Sub Rasante Mejorada**

Procedencia: Río Tarija

IP = NP

Clasificación: A – 3

Humedad Óptima = 5.6 %

Densidad Máxima = 2168 gr / dm<sup>3</sup>

CBR = 53.3 %

#### - Capa Sub Base

Procedencia: Río Bermejo y Tarija

LL = 17.6

IP = 3.5

Clasificación: A – 1b

Humedad Óptima = 5.2 %

Densidad Máxima = 2235 gr / dm<sup>3</sup>

CBR = 58 %

#### - Losa de Concreto Hidráulico

Procedencia: Agregados naturales del río Bermejo

**Tabla 3.8 Granulometría de la Grava**

TAMIZ	% QUE PASA DEL TOTAL	Especificaciones AASHTO
1 <sup>1/2</sup> “	93.83	95 – 100
3/4 “	49.50	35 – 70
3/8 “	19.82	10 – 30
Nº 4	3.98	0 – 5

Especificaciones de la grava para losas de H°

Tamaño máximo de la grava: Tamiz 1<sup>1/2</sup>”

**Tabla 3.9 Granulometría de la Arena**

TAMIZ	% QUE PASA DEL TOTAL	Especificaciones AASHTO
3/8“	100	100
Nº 4	96.68	95 – 100
Nº 8	91.80	80 – 100
Nº 16	85.01	50 - 85
Nº 30	60.08	25 – 60
Nº 50	24.30	10 – 30
Nº 100	4.82	2 – 10

Especificaciones de la arena para losas de H°

### - Otros Ensayos sobre Agregados

**Tabla 3.10 Otros ensayos sobre agregados**

<b>Ensayos realizados</b>	<b>Grava</b>	<b>Arena</b>
Peso Especifico s.s.s	2.619	2.611
Porcentaje de Absorción	0.925	2.102
Módulo de fineza	7.75	2.300

Fuente: Archivos H.A.M de Bermejo

### - Factores de Dosificación

Mezcla Plástica Revenimiento: 5 cm – 7 cm

Relación Agua Cemento (A/C) = 0.52

Resistencia especifica a los 28 días = 210 kg/cm<sup>2</sup>

### - Dosificación por Metro Cubico en Peso

Grava s.s.s = 1182.85 kg

Arena s.s.s = 701.52 kg

Cemento El Puente = 350 kg

Agua = 182.00 lit.

### - Resultados

Revenimiento = 5 cm

Resistencia de H<sup>0</sup> en probetas de curado acelerado a 28 hrs = 229.5 kg/cm<sup>2</sup>

## 3.6.2. CALLE CHUQUISACA

### - Capa Sub Rasante Mejorada

Procedencia: Rio Tarija

IP = NP

Clasificación: A – 3

Humedad Óptima = 5.6 %

Densidad Máxima = 2168 gr / dm<sup>3</sup>

CBR = 53.3 %

### - Capa Sub Base

Procedencia: Rio Bermejo y Tarija

LL = 17.6

IP = 3.5

Clasificación: A – 1b

Humedad Óptima = 5.2 %

Densidad Máxima = 2235 gr / dm<sup>3</sup>

CBR = 58 %

## 3.7. DETALLES TÉCNICOS DE LAS CALLES EN ESTUDIO

### 3.7.1. CALLE CHUQUISACA

**Tabla 3.11 Detalles Técnicos calle Chuquisaca**

<b>Zona</b>	<b>Calle Chuquisaca</b>
Intersecciones	Entre calle Ameller y Virgen de Chaguaya (Fase I)
	Entre calle Virgen de Chaguaya y Oruro ( Fase II)
Pavimento	Losa de Concreto
Año de Construcción	1996 – 1997 (Fase I) , 1997 – 1999 (Fase II)
Vida Útil	20 años
Pendiente Transversal	2.5 %
Espesor de la Losa	17 cm
Dimensiones de las Losas	Largo = 3 m y Ancho = 2.9 m
Relleno de Juntas	Alquitrán, plastofom e = 1 cm
Pasadores y Pasajuntas	D = 5/8 “

Fuente: Archivos H.A.M de Bermejo

### 3.7.2. Av. 21 DE DICIEMBRE

**Tabla 3.12 Detalles Técnicos Av. 21 de Diciembre**

<b>Zona</b>	<b>Av. 21 DE DICIEMBRE</b>
Intersecciones	Entre calle Mamerto Salinas y José Yache
Pavimento	Losa de Concreto
Año de Construcción	1997 – 2000
Vida Útil	20 años
Pendiente Transversal	2.5 %
Espesor de la Losa	17 cm
Dimensiones de las Losas	Largo = 3 m y Ancho = 2.80 m
Relleno de Juntas	Alquitrán, plastofom e = 1 cm
Pasadores y Pasajuntas	D = 5/8 “

Fuente: Archivos H.A.M de Bermejo

### **3.8. EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL ÁREA EN ESTUDIO**

Este proceso implica la utilización de algunos de los métodos que son utilizados para la evaluación superficial en carreteras pavimentadas, se usarán los métodos del PSI (Índice de Servicio Presente) y el IRI (Índice de Rugosidad Internacional). Cada método se lo aplicará por cada cuadra de las calles en estudio, para que posteriormente y después de un análisis se pueda globalizar hacia un resultado sobre la irregularidad de cada una de las calles.

#### **3.8.1. NECESIDAD DE UNA EVALUACIÓN SUPERFICIAL**

En todo proyecto se requiere de un respaldo, justificación o excusa para el planteamiento de una solución a un problema determinado. De ahí surge la necesidad de justificar el planteamiento de técnicas de reposición de fallas, a pesar de que a simple vista se puede evidenciar la irregularidad del pavimento debido a la presencia de fallas en la superficie de rodadura pero esto es solo un causal para que surja la idea para la solución al problema.

Para esta situación de justificación es necesario recurrir a metodologías de evaluación superficial de pavimentos.

#### **3.8.2. APLICACIÓN PRÁCTICA DE LOS MÉTODOS Y PLANILLAS DE EVALUACIÓN**

Para la determinación del IRI se realizó un levantamiento longitudinal por una de las huellas por donde circulan los vehículos con más frecuencia, pero del carril mas deteriorado. El método “Mira y Nivel” es el indicado para la obtención de cotas de un perfil longitudinal, se realizaron las lecturas del hilo medio en el nivel de ingeniero en intervalos de 0,50 m hasta una longitud de 20 m por cada cuadra, para el calculo del IRI se utilizo el programa INPACO.

El PSI fue determinado con el uso de formulas y tablas que plantean diferentes autores, los cuales toma como principal parámetro el IRI.

A continuación se tiene las planillas y el cálculo del IRI y PSI, detallado por cada cuadra.

### 3.8.2.1. CALLE CHUQUISACA ENTRE CALLE URURO Y POTOSÍ

**DATOS DEL LEVANTAMIENTO LONGITUDINAL**

PROG.	COTA (m)
0 + 0,00	412,607
0 + 0,50	412,589
0 + 1,00	412,575
0 + 1,50	412,559
0 + 2,00	412,546
0 + 2,50	412,526
0 + 3,00	412,509
0 + 3,50	412,493
0 + 4,00	412,479
0 + 4,50	412,464
0 + 5,00	412,448
0 + 5,50	412,431
0 + 6,00	412,412
0 + 6,50	412,398
0 + 7,00	412,382
0 + 7,50	412,367
0 + 8,00	412,350
0 + 8,50	412,333
0 + 9,00	412,320
0 + 9,50	412,305
0 + 10,00	412,293
0 + 10,50	412,282
0 + 11,00	412,267
0 + 11,50	412,253
0 + 12,00	412,241
0 + 12,50	412,231
0 + 13,00	412,218
0 + 13,50	412,205
0 + 14,00	412,194
0 + 14,50	412,182
0 + 15,00	412,171
0 + 15,50	412,158
0 + 16,00	412,148
0 + 16,50	412,138
0 + 17,00	412,124
0 + 17,50	412,111
0 + 18,00	412,101
0 + 18,50	412,089
0 + 19,00	412,079
0 + 19,50	412,067
0 + 20,00	412,054

**CÁLCULO DEL “IRI”:**

- Valor obtenido en el programa INPACO

**IRI = 3,3849 m / km**

**CÁLCULO DEL “PSI”:**

- Fórmula de correlación PSI – IRI de D. Dujisin y A. Arroyo
 
$$PSI = 7.10 - 2.19 \times IRI^{0.5}$$

**PSI = 3,0708                  Bueno**
- Fórmula de correlación según SAYERS
 
$$PSI = \frac{5}{\frac{IRI}{e^{5.5}}}$$

**PSI = 2,7020                  Regular**
- Con un IRI = 3,3849 m / km utilizando la Tabla 2.4.1.2.2a se tiene un **PSI = 3,0 – 3,3**
- Adoptamos: **PSI = 3,0708** usando la Tabla 2.4.1.2a
- Estado del Pavimento es: **BUENO**

### 3.8.2.2. CALLE CHUQUISACA ENTRE CALLE POTOSÍ Y SANTA CRUZ

#### DATOS DEL LEVANTAMIENTO LONGITUDINAL

PROG.	COTA (m)
0 + 0,00	412,103
0 + 0,50	412,098
0 + 1,00	412,099
0 + 1,50	412,103
0 + 2,00	412,105
0 + 2,50	412,105
0 + 3,00	412,101
0 + 3,50	412,101
0 + 4,00	412,100
0 + 4,50	412,098
0 + 5,00	412,099
0 + 5,50	412,101
0 + 6,00	412,102
0 + 6,50	412,101
0 + 7,00	412,102
0 + 7,50	412,104
0 + 8,00	412,108
0 + 8,50	412,106
0 + 9,00	412,104
0 + 9,50	412,108
0 + 10,00	412,113
0 + 10,50	412,111
0 + 11,00	412,114
0 + 11,50	412,120
0 + 12,00	412,126
0 + 12,50	412,133
0 + 13,00	412,137
0 + 13,50	412,142
0 + 14,00	412,140
0 + 14,50	412,145
0 + 15,00	412,148
0 + 15,50	412,150
0 + 16,00	412,148
0 + 16,50	412,146
0 + 17,00	412,148
0 + 17,50	412,151
0 + 18,00	412,157
0 + 18,50	412,152
0 + 19,00	412,155
0 + 19,50	412,159
0 + 20,00	412,166

#### CÁLCULO DEL “IRI”:

- Valor obtenido en el programa INPACO

Identificación del Tra		
Entrada Información	Número Total de Datos	41
	Número de Datos Analizados	41
Cálculo del IRI	% de Análisis	100.0
Gráfica		
Imprimir Información	Z1	3.04
	Z2	67.20
	Z3	17.41
	Z4	149.98
	y	13.98
Terminar	σ RSi	235.969
	IRI Calculado (m/km)	5.8992

**IRI = 5,8992 m / km**

#### CÁLCULO DEL “PSI”:

- Fórmula de correlación PSI – IRI de D. Dujisin y A. Arroyo

$$PSI = 7.10 - 2.19 \times IRI^{0.5}$$

**PSI = 1,7809 Malo**

- Fórmula de correlación según SAYERS

$$PSI = \frac{5}{\frac{IRI}{e^{5.5}}}$$

**PSI = 1,7106 Malo**

- Con un IRI = 5,8992 m / km utilizando la Tabla 2.4.1.2.2a se tiene un **PSI = 1,6 – 1,9**

- Adoptamos: **PSI = 1,7106** usando la Tabla 2.4.1.2a

- Estado del Pavimento es: **MALO**

### 3.8.2.3. CALLE CHUQUISACA ENTRE CALLE SANTA CRUZ Y VIRGEN DE CHAGUAYA

#### DATOS DEL LEVANTAMIENTO LONGITUDINAL

PROG.	COTA (m)
0 + 0,00	410,537
0 + 0,50	410,535
0 + 1,00	410,525
0 + 1,50	410,520
0 + 2,00	410,521
0 + 2,50	410,517
0 + 3,00	410,511
0 + 3,50	410,505
0 + 4,00	410,507
0 + 4,50	410,505
0 + 5,00	410,496
0 + 5,50	410,490
0 + 6,00	410,484
0 + 6,50	410,479
0 + 7,00	410,474
0 + 7,50	410,471
0 + 8,00	410,467
0 + 8,50	410,464
0 + 9,00	410,462
0 + 9,50	410,459
0 + 10,00	410,455
0 + 10,50	410,451
0 + 11,00	410,449
0 + 11,50	410,443
0 + 12,00	410,436
0 + 12,50	410,429
0 + 13,00	410,421
0 + 13,50	410,417
0 + 14,00	410,412
0 + 14,50	410,409
0 + 15,00	410,405
0 + 15,50	410,401
0 + 16,00	410,397
0 + 16,50	410,394
0 + 17,00	410,392
0 + 17,50	410,387
0 + 18,00	410,390
0 + 18,50	410,384
0 + 19,00	410,382
0 + 19,50	410,383
0 + 20,00	410,380

#### CÁLCULO DEL “IRI”:

- Valor obtenido en el programa INPACO

Delta X (mm)	Número Total de Datos	Número de Datos Analizados	% de Análisis	RSI
500.00	41	41	100.0	
				Z1 -3.86
				Z2 57.78
				Z3 0.40
				Z4 -265.17
				v -5.98
				σ RSI 181.952
				IRI Calculado (m/km) 4.5488

**IRI = 4,5488 m / km**

#### CÁLCULO DEL “PSI”:

- Fórmula de correlación PSI – IRI de D. Dujisin y A. Arroyo

$$PSI = 7.10 - 2.19 \times IRI^{0.5}$$

**PSI = 2,4292                      Regular**

- Fórmula de correlación según SAYERS

$$PSI = \frac{5}{e^{5.5 \times IRI}}$$

**PSI = 2,1867                      Regular**

- Con un IRI = 4,5488 m / km utilizando la Tabla 2.4.1.2.2a se tiene un **PSI = 2,2 – 2,5**

- Adoptamos: **PSI = 2,4292** usando la Tabla 2.4.1.2a

- Estado del Pavimento es: **REGULAR**

**3.8.2.4. CALLE CHUQUISACA ENTRE CALLE VIRGEN DE CHAGUAYA Y GERMAN BUSCH**

**DATOS DEL LEVANTAMIENTO LONGITUDINAL**

PROG.	COTA (m)
0+ 0,00	411,402
0+ 0,50	411,409
0+ 1,00	411,415
0+ 1,50	411,420
0+ 2,00	411,424
0+ 2,50	411,427
0+ 3,00	411,431
0+ 3,50	411,436
0+ 4,00	411,438
0+ 4,50	411,442
0+ 5,00	411,447
0+ 5,50	411,453
0+ 6,00	411,455
0+ 6,50	411,457
0+ 7,00	411,466
0+ 7,50	411,468
0+ 8,00	411,470
0+ 8,50	411,471
0+ 9,00	411,473
0+ 9,50	411,475
0+ 10,00	411,480
0+ 10,50	411,479
0+ 11,00	411,485
0+ 11,50	411,480
0+ 12,00	411,484
0+ 12,50	411,483
0+ 13,00	411,485
0+ 13,50	411,490
0+ 14,00	411,493
0+ 14,50	411,494
0+ 15,00	411,505
0+ 15,50	411,509
0+ 16,00	411,511
0+ 16,50	411,510
0+ 17,00	411,514
0+ 17,50	411,520
0+ 18,00	411,521
0+ 18,50	411,524
0+ 19,00	411,521
0+ 19,50	411,524
0+ 20,00	411,524

**CÁLCULO DEL “IRI”:**

- Valor obtenido en el programa INPACO

**IRI = 4,3749 m / km**

**CÁLCULO DEL “PSI”:**

- Fórmula de correlación PSI – IRI de D. Dujisin y A. Arroyo

$$PSI = 7.10 - 2.19 \times IRI^{0.5}$$

**PSI = 2,5193                      Regular**

- Fórmula de correlación según SAYERS

$$PSI = \frac{5}{e^{5.5 \times IRI}}$$

**PSI = 2,2569                      Regular**

- Con un IRI = 4,3749 m / km utilizando la Tabla 2.4.1.2.2a se tiene un **PSI = 2,5 – 2,7**

- Adoptamos: **PSI = 2,5193** usando la Tabla 2.4.1.2a

- Estado del Pavimento es: **REGULAR**

### 3.8.2.5. CALLE CHUQUISACA ENTRE CALLE GERMAN BUSCH Y AMELLER

#### DATOS DEL LEVANTAMIENTO LONGITUDINAL

PROG.	COTA (m)
0 + 0,00	410,249
0 + 0,50	410,230
0 + 1,00	410,213
0 + 1,50	410,192
0 + 2,00	410,170
0 + 2,50	410,147
0 + 3,00	410,134
0 + 3,50	410,118
0 + 4,00	410,102
0 + 4,50	410,087
0 + 5,00	410,069
0 + 5,50	410,050
0 + 6,00	410,028
0 + 6,50	410,008
0 + 7,00	409,989
0 + 7,50	409,973
0 + 8,00	409,956
0 + 8,50	409,938
0 + 9,00	409,918
0 + 9,50	409,900
0 + 10,00	409,885
0 + 10,50	409,869
0 + 11,00	409,857
0 + 11,50	409,838
0 + 12,00	409,822
0 + 12,50	409,806
0 + 13,00	409,793
0 + 13,50	409,773
0 + 14,00	409,756
0 + 14,50	409,739
0 + 15,00	409,725
0 + 15,50	409,706
0 + 16,00	409,691
0 + 16,50	409,675
0 + 17,00	409,662
0 + 17,50	409,643
0 + 18,00	409,628
0 + 18,50	409,612
0 + 19,00	409,599
0 + 19,50	409,585
0 + 20,00	409,565

#### CÁLCULO DEL “IRI”:

- Valor obtenido en el programa INPACO

Delta X [500 mm]	Delta X (mm)	Número Total de Datos	Número de Datos Analizados	% de Análisis	Z1	Z2	Z3	Z4	Y	σ RSi	IRI Calculado (m/km)
	500,000	41	41	100,0	-29,64	-32,74	-36,68	-613,19	-39,98	170,109	4,2527

**IRI = 4,2527 m / km**

#### CÁLCULO DEL “PSI”:

- Fórmula de correlación PSI – IRI de D. Dujisin y A. Arroyo

$$PSI = 7.10 - 2.19 \times IRI^{0.5}$$

**PSI = 2,5838                      Regular**

- Fórmula de correlación según SAYERS

$$PSI = \frac{5}{\frac{IRI}{e^{5.5}}}$$

**PSI = 2,3076                      Regular**

- Con un IRI = 4,2527 m / km utilizando la Tabla 2.4.1.2.2a se tiene un **PSI = 2,5 – 2,7**

- Adoptamos: **PSI = 2,5838** usando la Tabla 2.4.1.2a

- Estado del Pavimento es: **REGULAR**

### 3.8.2.6. Av. 21 DE DICIEMBRE ENTRE CALLE J. IBAÑEZ Y PEDRO MURILLO

#### DATOS DEL LEVANTAMIENTO LONGITUDINAL

PROG.	COTA (m)
0 + 0,00	412,890
0 + 0,50	412,865
0 + 1,00	412,843
0 + 1,50	412,821
0 + 2,00	412,797
0 + 2,50	412,776
0 + 3,00	412,756
0 + 3,50	412,735
0 + 4,00	412,713
0 + 4,50	412,688
0 + 5,00	412,662
0 + 5,50	412,636
0 + 6,00	412,612
0 + 6,50	412,586
0 + 7,00	412,560
0 + 7,50	412,535
0 + 8,00	412,510
0 + 8,50	412,487
0 + 9,00	412,465
0 + 9,50	412,441
0 + 10,00	412,419
0 + 10,50	412,390
0 + 11,00	412,358
0 + 11,50	412,324
0 + 12,00	412,290
0 + 12,50	412,266
0 + 13,00	412,244
0 + 13,50	412,222
0 + 14,00	412,203
0 + 14,50	412,174
0 + 15,00	412,149
0 + 15,50	412,124
0 + 16,00	412,101
0 + 16,50	412,071
0 + 17,00	412,044
0 + 17,50	412,017
0 + 18,00	411,993
0 + 18,50	411,964
0 + 19,00	411,944
0 + 19,50	411,911
0 + 20,00	411,888

#### CÁLCULO DEL “IRI”:

- Valor obtenido en el programa INPACO

Identificación del Tra	
Entrada Información	
Delta X (mm)	500.000
Cálculo del IRI	
Número Total de Datos	41
Número de Datos Analizados	41
% de Análisis	100.0
Imprimir Información	
Z1	-51.78
Z2	-22.48
Z3	-56.55
Z4	485.37
Y	-46.02
Terminar	
σ RSi	225.968
IRI Calculado (m/km)	5.6492

**IRI = 5,6492 m / km**

#### CÁLCULO DEL “PSI”:

- Fórmula de correlación PSI – IRI de D. Dujisin y A. Arroyo

$$PSI = 7.10 - 2.19 \times IRI^{0.5}$$

**PSI = 1,8948 Malo**

- Fórmula de correlación según SAYERS

$$PSI = \frac{5}{\frac{IRI}{e^{5.5}}}$$

**PSI = 1,7902 Malo**

- Con un IRI = 5,6492 m / km utilizando la Tabla 2.4.1.2.2a se tiene un **PSI = 1,6 – 1,9**

- Adoptamos: **PSI = 1,7902** usando la Tabla 2.4.1.2a

- Estado del Pavimento es: **MALO**

**3.8.2.7. Av. 21 DE DICIEMBRE ENTRE CALLE FROILÁN TEJERINA Y J. IBAÑEZ**

DATOS DEL LEVANTAMIENTO LONGITUDINAL	
PROG.	COTA (m)
0 + 0,00	417,302
0 + 0,50	417,291
0 + 1,00	417,281
0 + 1,50	417,272
0 + 2,00	417,263
0 + 2,50	417,251
0 + 3,00	417,242
0 + 3,50	417,233
0 + 4,00	417,227
0 + 4,50	417,217
0 + 5,00	417,211
0 + 5,50	417,205
0 + 6,00	417,200
0 + 6,50	417,190
0 + 7,00	417,179
0 + 7,50	417,169
0 + 8,00	417,160
0 + 8,50	417,152
0 + 9,00	417,144
0 + 9,50	417,135
0 + 10,00	417,125
0 + 10,50	417,112
0 + 11,00	417,092
0 + 11,50	417,093
0 + 12,00	417,084
0 + 12,50	417,076
0 + 13,00	417,068
0 + 13,50	417,059
0 + 14,00	417,053
0 + 14,50	417,043
0 + 15,00	417,030
0 + 15,50	417,021
0 + 16,00	417,011
0 + 16,50	417,001
0 + 17,00	416,990
0 + 17,50	416,980
0 + 18,00	416,970
0 + 18,50	416,958
0 + 19,00	416,947
0 + 19,50	416,935
0 + 20,00	416,924

**CÁLCULO DEL “IRI”:**

- Valor obtenido en el programa INPACO

Identificación del Tra	Valor
Delta X (mm)	500.00
Número Total de Datos	41
Número de Datos Analizados	41
% de Análisis	100.0
Z1	-22.70
Z2	-19.22
Z3	-22.65
Z4	77.27
v	-21.97
σ RSi	164.166
IRI Calculado (m/km)	4.1042

**IRI = 4,1042 m / km**

**CÁLCULO DEL “PSI”:**

- Fórmula de correlación PSI – IRI de D. Dujisin y A. Arroyo

$$PSI = 7.10 - 2.19 \times IRI^{0.5}$$

**PSI = 2,6633                      Regular**

- Fórmula de correlación según SAYERS

$$PSI = \frac{5}{e^{\frac{IRI}{5.5}}}$$

**PSI = 2,3708                      Regular**

- Con un IRI = 4,1042 m / km utilizando la Tabla 2.4.1.2.2a se tiene un **PSI = 2,5 – 2,7**

- Adoptamos: **PSI = 2,6633** usando la Tabla 2.4.1.2a

- Estado del Pavimento es: **REGULAR**

### 3.8.2.8. Av. 21 DE DICIEMBRE ENTRE CALLE PÍO MARTINEZ Y FROILÁN TEJERINA

#### DATOS DEL LEVANTAMIENTO LONGITUDINAL

PROG.	COTA (m)
0 + 0,00	418,576
0 + 0,50	418,567
0 + 1,00	418,559
0 + 1,50	418,551
0 + 2,00	418,541
0 + 2,50	418,531
0 + 3,00	418,520
0 + 3,50	418,509
0 + 4,00	418,499
0 + 4,50	418,489
0 + 5,00	418,480
0 + 5,50	418,470
0 + 6,00	418,461
0 + 6,50	418,447
0 + 7,00	418,438
0 + 7,50	418,427
0 + 8,00	418,418
0 + 8,50	418,406
0 + 9,00	418,396
0 + 9,50	418,387
0 + 10,00	418,380
0 + 10,50	418,366
0 + 11,00	418,356
0 + 11,50	418,345
0 + 12,00	418,336
0 + 12,50	418,323
0 + 13,00	418,315
0 + 13,50	418,306
0 + 14,00	418,297
0 + 14,50	418,286
0 + 15,00	418,271
0 + 15,50	418,270
0 + 16,00	418,264
0 + 16,50	418,250
0 + 17,00	418,239
0 + 17,50	418,229
0 + 18,00	418,220
0 + 18,50	418,207
0 + 19,00	418,198
0 + 19,50	418,188
0 + 20,00	418,179

#### CÁLCULO DEL “IRI”:

- Valor obtenido en el programa INPACO

Identificación del Tra	Número Total de Datos	IRI Calculado (m/km)
Entrada Información	41	
Cálculo del IRI	41	
Gráfica	% de Análisis	100.0
Imprimir Información	Z1	-19.31
Terminar	Z2	13.78
	Z3	-16.78
	Z4	31.05
	Y	-18.01
	σ RSi	144.885
	IRI Calculado (m/km)	3.6221

IRI = 3,6221 m / km

#### CÁLCULO DEL “PSI”:

- Fórmula de correlación PSI – IRI de D. Dujisin y A. Arroyo

$$PSI = 7.10 - 2.19 \times IRI^{0.5}$$

**PSI = 2,9320 Regular**

- Fórmula de correlación según SAYERS

$$PSI = \frac{5}{e^{5.5 \times IRI}}$$

**PSI = 2,5880 Regular**

- Con un IRI = 3,6221 m / km utilizando la Tabla 2.4.1.2.2a se tiene un **PSI = 2,7 – 3,0**

- Adoptamos: **PSI = 2,9320** usando la Tabla 2.4.1.2a

- Estado del Pavimento es: **REGULAR**

### 3.8.2.9. Av. 21 DE DICIEMBRE ENTRE CALLE BARTOLINA SISA Y PÍO MARTINEZ

#### DATOS DEL LEVANTAMIENTO LONGITUDINAL

PROG.	COTA (m)
0 + 0,00	420,836
0 + 0,50	420,823
0 + 1,00	420,813
0 + 1,50	420,802
0 + 2,00	420,796
0 + 2,50	420,785
0 + 3,00	420,776
0 + 3,50	420,768
0 + 4,00	420,761
0 + 4,50	420,752
0 + 5,00	420,742
0 + 5,50	420,740
0 + 6,00	420,736
0 + 6,50	420,724
0 + 7,00	420,712
0 + 7,50	420,702
0 + 8,00	420,694
0 + 8,50	420,682
0 + 9,00	420,672
0 + 9,50	420,662
0 + 10,00	420,655
0 + 10,50	420,642
0 + 11,00	420,632
0 + 11,50	420,622
0 + 12,00	420,613
0 + 12,50	420,601
0 + 13,00	420,592
0 + 13,50	420,583
0 + 14,00	420,577
0 + 14,50	420,564
0 + 15,00	420,553
0 + 15,50	420,555
0 + 16,00	420,549
0 + 16,50	420,536
0 + 17,00	420,525
0 + 17,50	420,515
0 + 18,00	420,506
0 + 18,50	420,493
0 + 19,00	420,482
0 + 19,50	420,472
0 + 20,00	420,464

#### CÁLCULO DEL "IRI":

- Valor obtenido en el programa INPACO

MINISTERIO DE TRANSPORTE - UNIVERSIDAD DEL CAUCA		
CÁLCULO DEL COEFICIENTE 'IRI' [Método MIRA Y NIVEL] 05-1994		
Delta X [500 mm]	Delta X (mm)	500.00
Identificación del Tra	Número Total de Datos	41
Entrada Información	Número de Datos Analizados	41
Cálculo del IRI	% de Análisis	100.0
Gráfica	Z1	-19.59
Imprimir Información	Z2	20.01
Terminar	Z3	-14.67
	Z4	206.36
	v	-15.99
	σ RSi	222.878
	IRI Calculado (m/km)	5.5720

**IRI = 5,5720 m / km**

#### CÁLCULO DEL "PSI":

- Fórmula de correlación PSI – IRI de D. Dujisin y A. Arroyo

$$PSI = 7.10 - 2.19 \times IRI^{0.5}$$

**PSI = 1,9305 Malo**

- Fórmula de correlación según SAYERS

$$PSI = \frac{5}{e^{\frac{IRI}{5.5}}}$$

**PSI = 1,8155 Malo**

- Con un IRI = 5,5720 m / km utilizando la Tabla 2.4.1.2.2a se tiene un **PSI = 1,6 – 1,9**

- Adoptamos: **PSI = 1,8155** usando la Tabla 2.4.1.2a

- Estado del Pavimento es: **MALO**

### 3.8.2.10. Av. 21 DE DICIEMBRE ENTRE CALLE HILARIÓN TRUJILLO Y BARTOLINA SISA

DATOS DEL LEVANTAMIENTO LONGITUDINAL	
PROG.	COTA (m)
0 + 0,00	424,227
0 + 0,50	424,210
0 + 1,00	424,198
0 + 1,50	424,185
0 + 2,00	424,175
0 + 2,50	424,164
0 + 3,00	424,155
0 + 3,50	424,139
0 + 4,00	424,125
0 + 4,50	424,110
0 + 5,00	424,098
0 + 5,50	424,086
0 + 6,00	424,074
0 + 6,50	424,060
0 + 7,00	424,049
0 + 7,50	424,035
0 + 8,00	424,022
0 + 8,50	424,009
0 + 9,00	423,995
0 + 9,50	423,982
0 + 10,00	423,968
0 + 10,50	423,954
0 + 11,00	423,941
0 + 11,50	423,930
0 + 12,00	423,919
0 + 12,50	423,910
0 + 13,00	423,899
0 + 13,50	423,888
0 + 14,00	423,876
0 + 14,50	423,866
0 + 15,00	423,856
0 + 15,50	423,842
0 + 16,00	423,829
0 + 16,50	423,815
0 + 17,00	423,802
0 + 17,50	423,791
0 + 18,00	423,780
0 + 18,50	423,769
0 + 19,00	423,758
0 + 19,50	423,746
0 + 20,00	423,734

#### CÁLCULO DEL "IRI":

- Valor obtenido en el programa INPACO

Identificación del Tra	Número Total de Datos	Número de Datos Analizados	% de Análisis	Z1	Z2	Z3	Z4	y	σ RS1	IRI Calculado (m/km)
Delta X [500 mm]										
Delta X (mm)	41	41	100.0	-22.67	-18.33	-24.42	-7.52	-23.99	116.183	2.9046

**IRI = 2,9046 m / km**

#### CÁLCULO DEL "PSI":

- Fórmula de correlación PSI – IRI de D. Dujisin y A. Arroyo

$$PSI = 7.10 - 2.19 \times IRI^{0.5}$$

**PSI = 3,3676                  Bueno**

- Fórmula de correlación según SAYERS

$$PSI = \frac{5}{e^{\frac{IRI}{5.5}}}$$

**PSI = 2,9486                  Regular**

- Con un IRI = 2,9046 m / km utilizando la Tabla 2.4.1.2.2a se tiene un **PSI = 3,3 – 3,6**

- Adoptamos: **PSI = 3,3676** usando la Tabla 2.4.1.2a

- Estado del Pavimento es: **BUENO**

### 3.8.2.11. Av. 21 DE DICIEMBRE ENTRE CALLE MAMERTO SALINAS Y HILARIÓN TRUJILLO

DATOS DEL LEVANTAMIENTO LONGITUDINAL	
PROG.	COTA (m)
0 + 0,00	428,041
0 + 0,50	428,029
0 + 1,00	428,017
0 + 1,50	428,003
0 + 2,00	427,992
0 + 2,50	427,977
0 + 3,00	427,963
0 + 3,50	427,948
0 + 4,00	427,936
0 + 4,50	427,922
0 + 5,00	427,909
0 + 5,50	427,895
0 + 6,00	427,881
0 + 6,50	427,866
0 + 7,00	427,852
0 + 7,50	427,837
0 + 8,00	427,823
0 + 8,50	427,807
0 + 9,00	427,791
0 + 9,50	427,776
0 + 10,00	427,762
0 + 10,50	427,744
0 + 11,00	427,725
0 + 11,50	427,712
0 + 12,00	427,698
0 + 12,50	427,680
0 + 13,00	427,664
0 + 13,50	427,647
0 + 14,00	427,632
0 + 14,50	427,617
0 + 15,00	427,604
0 + 15,50	427,589
0 + 16,00	427,577
0 + 16,50	427,564
0 + 17,00	427,550
0 + 17,50	427,538
0 + 18,00	427,526
0 + 18,50	427,514
0 + 19,00	427,506
0 + 19,50	427,495
0 + 20,00	427,485

CÁLCULO DEL "IRI":	
- Valor obtenido en el programa INPACO	
<b>IRI = 3,1962 m / km</b>	

CÁLCULO DEL "PSI":	
- Fórmula de correlación PSI – IRI de D. Dujisin y A. Arroyo	
$PSI = 7.10 - 2.19 \times IRI^{0.5}$	
<b>PSI = 3,1847          Bueno</b>	
- Fórmula de correlación según SAYERS	
$PSI = \frac{5}{e^{\frac{IRI}{5.5}}}$	
<b>PSI = 2,7963          Regular</b>	
- Con un IRI = 3,1962 m / km utilizando la Tabla 2.4.1.2.2a se tiene un <b>PSI = 3,0 – 3,3</b>	
- Adoptamos: <b>PSI = 3,1847</b> usando la Tabla 2.4.1.2a	
- Estado del Pavimento es: <b>BUENO</b>	

### 3.8.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El siguiente cuadro muestra un resumen de los resultados obtenidos con la evaluación superficial del área en estudio.

**Tabla 3.13 Resultados Evaluación Superficial**

Nº	CUADRA EVALUADA		IRI (m/km)	PSI	
	CALLE / AVENIDA	ENTRE CALLE		VALOR	ESTADO
1	Calle Chuquisaca	Oruro y Potosí	3,3849	3,0708	<b>BUENO</b>
2	Calle Chuquisaca	Potosí y Santa Cruz	5,8992	1,7106	<b>MALO</b>
3	Calle Chuquisaca	Santa Cruz y Virgen de Chaguaya	4,5488	2,4292	<b>REGULAR</b>
4	Calle Chuquisaca	Virgen de Chaguaya y Germán Busch	4,3749	2,5193	<b>REGULAR</b>
5	Calle Chuquisaca	Germán Busch y Ameller	4,2527	2,5838	<b>REGULAR</b>
6	Av. 21 de Diciembre	J. Ibáñez y Pedro Murillo	5,6492	1,7902	<b>MALO</b>
7	Av. 21 de Diciembre	Froilán Tejerina y J. Ibáñez	4,1042	2,6633	<b>REGULAR</b>
8	Av. 21 de Diciembre	Pío Martínez y Froilán Tejerina	3,6221	2,9320	<b>REGULAR</b>
9	Av. 21 de Diciembre	Bartolina Sisa y Pío Martínez	5,5720	1,8155	<b>MALO</b>
10	Av. 21 de Diciembre	Hilarión Trujillo y Bartolina Sisa	2,9046	3,3676	<b>BUENO</b>
11	Av. 21 de Diciembre	Mamerto Salinas y Hilarión Trujillo	3,1962	3,1847	<b>BUENO</b>

Observando todos los resultados que se obtuvieron con la evaluación superficial del pavimento rígido de las cuadras de la calle Chuquisaca y de la avenida 21 de Diciembre de la ciudad de Bermejo, podemos decir que estos resultados reflejan el estado del pavimento en la actualidad.

El resultado que probablemente no refleja mucho el estado del pavimento es el de la cuadra N° 2 y la cuadra N° 6, ambos resultados dan un estado del pavimento MALO. En el caso de la cuadra N° 2 si observa las fotografías de dicha cuadra podemos ver que no presenta muchas fallas de consideración, pero se puede observar algunos despostillamientos, peladuras y hasta una cierta rugosidad, debido al acabado de las losas durante su construcción, esta explicación se observa mejor en el levantamiento longitudinal que se hizo en toda la cuadra. **(Véase el ANEXO III)**

En la cuadra N° 6 es un caso que no se ve reflejado en el levantamiento longitudinal realizado, pero la explicación que se puede dar del porque el valor IRI de esa cuadra sale alto es debido a la pendiente longitudinal que presenta dicha cuadra.

Para una mayor observación de los perfiles longitudinales que se hicieron, tanto para el cálculo del IRI como para ver la irregularidad de toda la cuadra; **Véase los ANEXOS II y III.**

### **3.9. VOLUMEN DE TRÁFICO DE LAS CALLES EN ESTUDIO**

Los pavimentos se proyectan para que resistan un determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso, así como también de diferentes números de ejes.

El daño causado por los vehículos en un pavimento, depende de la magnitud de la carga de cada llanta y la frecuencia con que cada una de estas cargas se aplica. La carga de diseño utilizada para el diseño de pavimentos rígidos urbanos de la ciudad de Bermejo es de 11 toneladas.

#### **3.9.1. NECESIDAD DE UN ESTUDIO DE VOLUMEN TRÁFICO**

La necesidad de realizar un estudio del volumen de tráfico actual de las calles en estudio, surge debido a que la principal causa del deterioro de un pavimento durante su funcionamiento es la repetición de cargas pesadas o por el volumen vehicular que circulan por dichas calles que en muchas ocasiones superan al volumen con el que se diseñó el pavimento.

#### **3.9.2. APLICACIÓN DEL MÉTODO**

Primero se ubicaron los puntos de aforo, uno en cada calle posteriormente se realizó un aforo de 12 horas en cada punto de aforo, se realizó el aforo desde las 7:00 hasta las 19:00 hrs. Con los datos obtenidos se graficaron y se identificaron las tres horas de mayor circulación vehicular. **(Véase ANEXO IV)**

En la calle Chuquisaca las horas pico fueron de 8:00 a 9:00, 12:00 a 13:00 y de 18:00 a 19:00, mientras que para la avenida 21 de Diciembre fueron: 8:00 a 9:00, 11:00 a 12:00 y de 18:00 a 19:00. Durante las horas pico se realizó el conteo de vehículos clasificándolos en livianos, medianos y pesados por cada carril.

El estudio se lo realizó durante dos semanas en cada calle, los días hábiles de aforo fueron: en la calle Chuquisaca el lunes y el martes, en la avenida 21 de Diciembre el miércoles y el jueves. El día no hábil se lo realizó el sábado y el domingo para ambas calles, pero de estos dos días sólo se tomó el día sábado para la determinación del volumen medio horario, debido a que el volumen de circulación es mayor a la del día domingo. **(Véase ANEXO V)**

Una vez realizado todo lo anterior se obtuvo como resultado las siguientes tablas:

**Tabla 3.14 Volumen Medio Horario “VMH” (Año 2009)**

CALLE / AVENIDA	VMH, CARRIL		TOTAL	V. MÁXIMO, CARRIL	
	DERECHO	IZQUIERDO	(veh)	DERECHO	IZQUIERDO
C. CHUQUISACA	286	244	530	355	301
Av. 21 DE DICIEMBRE	126	124	250	179	169

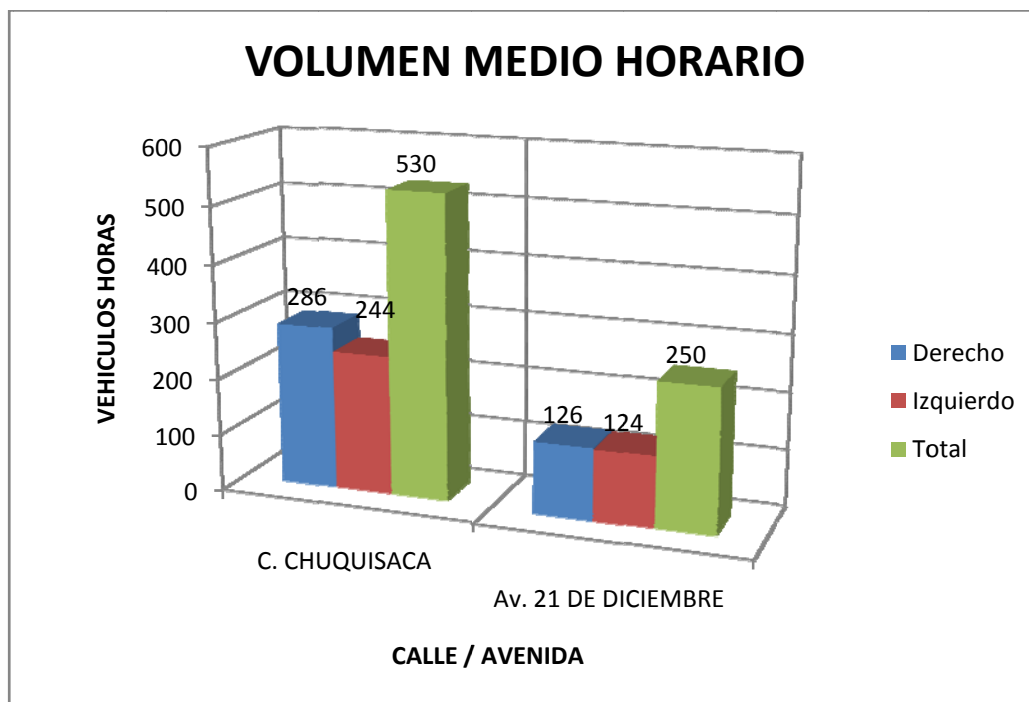
**Tabla 3.15 Caracterización del Tráfico (Año 2009)**

CALLE / AVENIDA	% VEH. PESADOS		% VEH. LIVIANOS	
	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
C. CHUQUISACA	3	3	97	97
Av. 21 DE DICIEMBRE	2	2	98	98

### 3.9.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

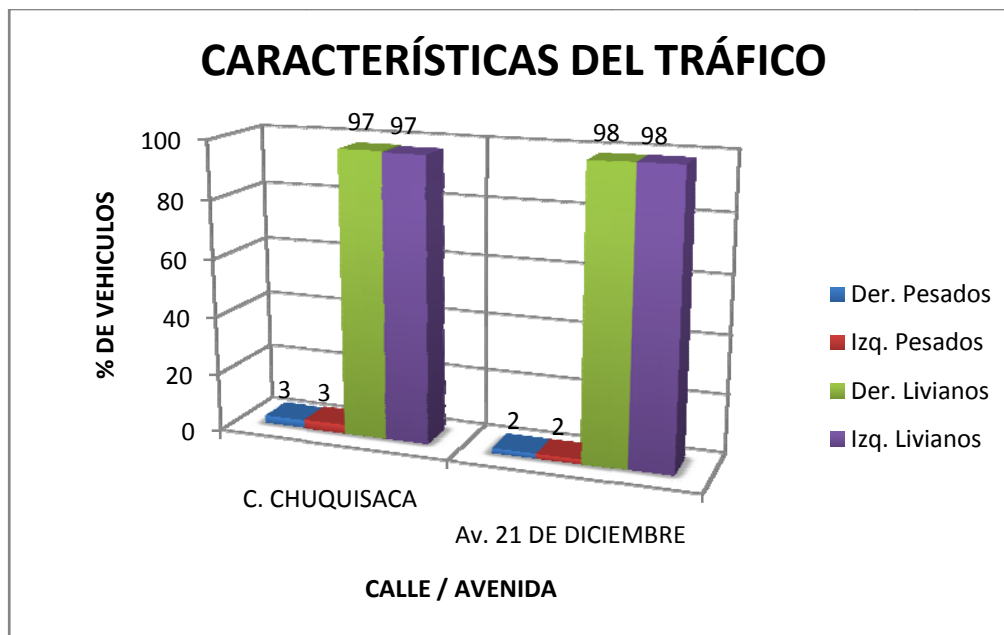
Las siguientes gráficas nos muestra el comportamiento actual del volumen y de las características del tránsito de la calle Chuquisaca y la avenida 21 de Diciembre.

**Fig. 3.5 Volumen Medio Horario (Año 2009)**



La gráfica nos muestra que el volumen de tránsito en la calle Chuquisaca es mayor que el de la avenida 21 de diciembre, a pesar de que estas dos calles no pertenecen a un flujo vehicular principal existen la diferencia entre ambos volúmenes debido a que la avenida principal paralela a la calle Chuquisaca se encuentra cerrada debido a trabajos para una nueva pavimentación, lo que obliga a que todos los vehículos que circulaban por la avenida principal (Av. Barrientos Ortuño) tengan que circular de forma obligatoria por la calle Chuquisaca haciendo que esta incremente en su volumen en un porcentaje mayor al 100%.

**Fig. 3.6 Características del Tráfico (Año 2009)**

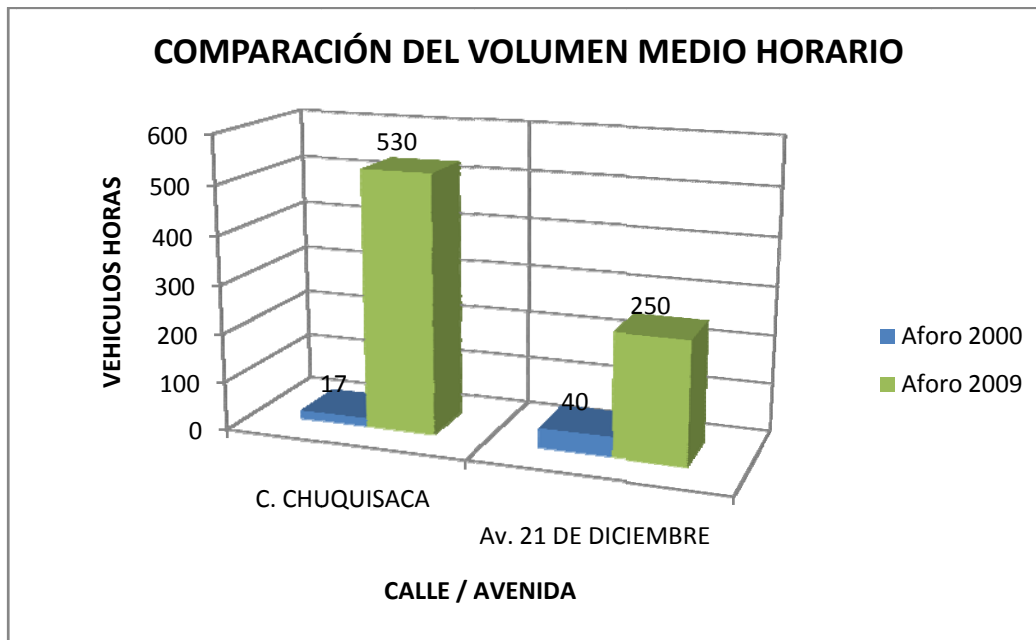


En cuanto a las características del tránsito en cuanto a vehículos pesados y livianos, se puede observar que ambas calles tiene un comportamiento similar, la diferencia que existe entre estas calles no es mayor al 2%.

### 3.10. ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO

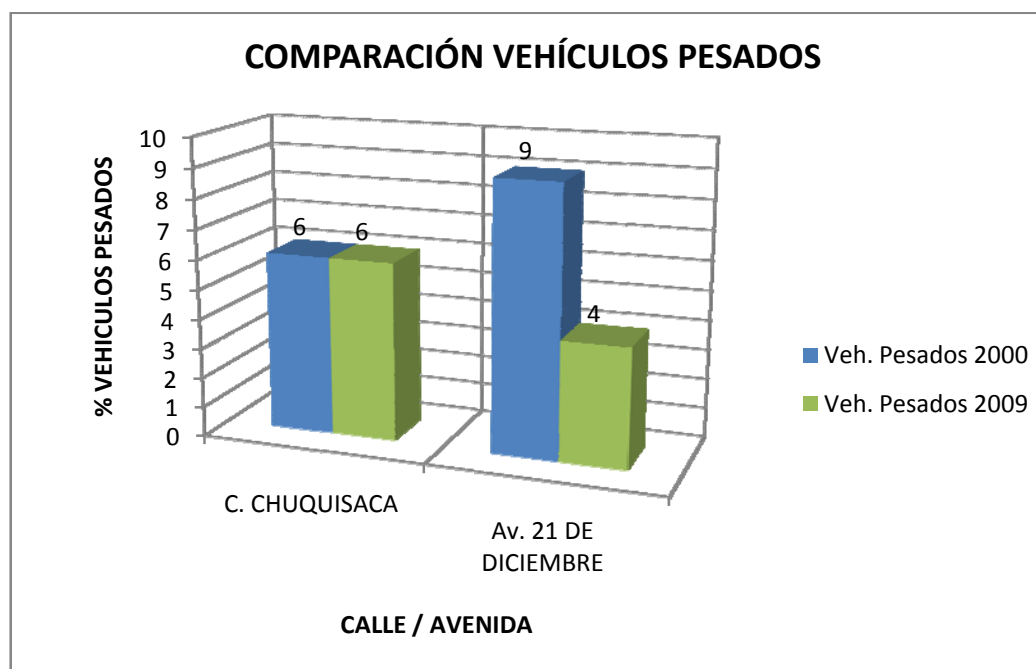
De acuerdo a la información obtenida se puede observar que la ciudad de Bermejo es una zona muy cálida, pero también en invierno presenta temperaturas bajas, su topografía en la calle Chuquisaca es un poco accidentada provocando que el agua de lluvia no se evacue con rapidez. En cuanto al volumen de tráfico que circula por estas calles la siguiente gráfica nos muestra que:

**Fig. 3.7 Comparación del Volumen Medio Horario**



El incremento en el volumen medio horario de las dos calles, en estos casi 10 años de funcionamiento del pavimento rígido es muy considerable, tanto que supera muy fácilmente el 100% del valor que se obtuvo en el año 2000.

**Fig. 3.8 Comparación de Vehículos Pesados**

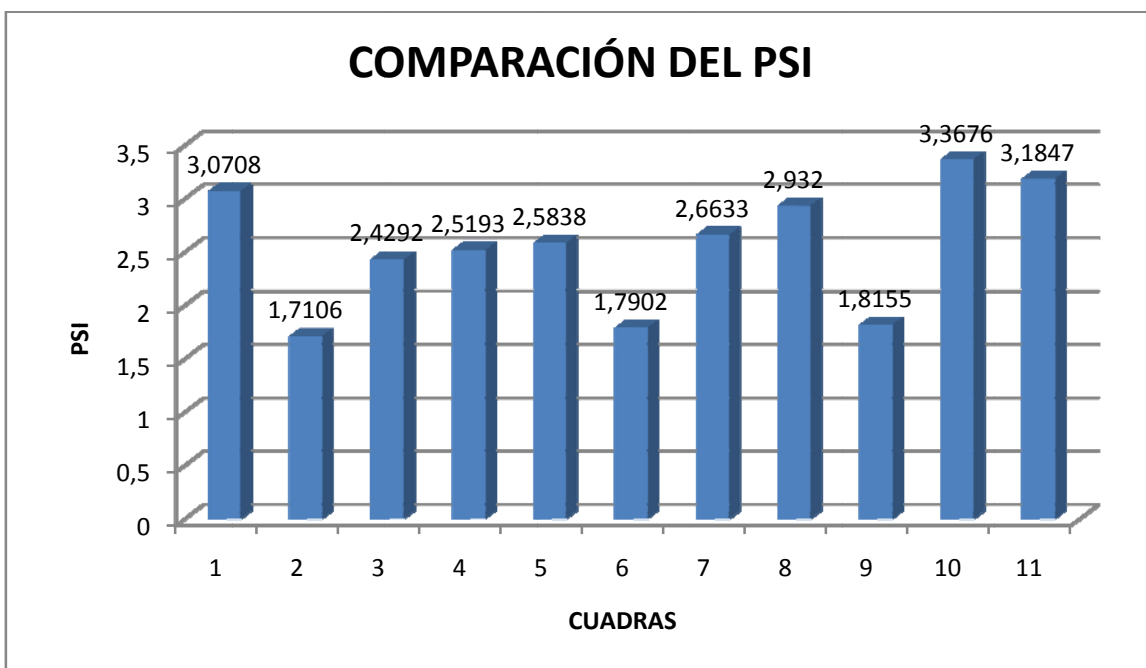


De igual manera en cuanto a los vehículos pesados no hubo un incremento en cuanto a porcentaje, pero si se analiza la cantidad de vehículos que representa cada porcentaje se notara que si hubo un aumento de vehículos pesados que circulan por estas dos calles.

En la estructura del pavimento y de acuerdo a la información obtenida, las capas inferiores a la superficie de rodadura durante su construcción se cumplió con las especificaciones que se señalan en el proyecto, en la losa de concreto hidráulico se tiene la observación en el material de sello debido a que en el proyecto dice alquitrán y plastofórm, pero lo que se utilizó fue arena y alquitrán.

En cuanto a la evaluación superficial que se realizó dando como resultado la siguiente gráfica:

**Fig. 3.9 Comparación del PSI**



Podemos observar en la anterior gráfica que las cuadradas tienen un PSI por debajo de 3,36 hasta un mínimo de 1,71; según la Tabla 2.4.1.2a el pavimento rígido se encuentra en un estado entre: Bueno, Regular y Malo.

Finalmente el estado del pavimento rígido de la calle Chuquisaca y de la avenida 21 de Diciembre de la ciudad de Bermejo es de un estado Regular debido a la presencia de irregularidades (fallas) en la superficie de rodadura provocando que en determinados

momentos durante la circulación de algún vehículo se tenga que hacer algunas maniobras como disminuir la velocidad o frenar. El estado de regular del pavimento rígido en estudio se debe al aumento del volumen de tráfico en los últimos años, también a la deficiencia del material sello, así como también al clima, principalmente a las lluvias que en el caso de la calle Chuquisaca y ayudado por la topografía, la falta de un alcantarillado pluvial con mas sumideros en cada cuadra y en ambos carriles lo cual no permite el desagüe rápido de dichas aguas.

## **4.1. INTRODUCCIÓN**

Evaluar las fallas en el pavimento significa darle el grado de severidad que presenta cada tipo de falla encontradas en las losas de cada calle, mientras que el planteamiento de técnicas de reposición de fallas es proponer procedimientos que se deben seguir para mejorar la irregularidad del pavimento tomando en cuenta la disponibilidad de recursos y las posibles causas que provocaron dicha irregularidad.

En este capítulo se hará el levantamiento de fallas en diferentes losas de cada carril, estas que posteriormente se evaluarán y se determinará su severidad acompañadas de su alternativa de reparación. Posteriormente se analizarán las alternativas o técnicas de reposición para luego poder describir los procedimientos constructivos, finalmente se hará una validación de los procesos constructivos realizando un análisis de las ventajas y desventajas de los procedimientos que se utilizaron.

## **4.2. EVALUACIÓN DE FALLAS DEL ÁREA EN ESTUDIO**

### **4.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

Para el desarrollo de este capítulo lo primero que se hizo fue elaborar planillas para realizar la inspección visual general y detallada, donde se anotaron los tipos de fallas, sus medidas y algunas observaciones que ayudarían para la posterior evaluación de las fallas en gabinete.

La inspección visual general se la realizó recorriendo las calles en estudio, se visualizó y se identificó las fallas que se presentaban en cada cuadra.

La inspección visual detallada se la realizó analizando las losas de cada cuadra e identificando las fallas en cada losa, tomando como datos sus medidas o observando la severidad que estas presentaban, finalizando lo anterior se estableció que 8 losas de cada carril fueran la representación de cada cuadra.

En gabinete con la ayuda de bibliografía y de la inspección detallada se definieron los niveles de severidad de cada falla y se planteó la alternativa de reparación más aconsejable.

El anterior proceso mencionado se lo plasmó en dos hojas por cada cuadra, la primera hoja contiene la inspección visual detallada más la información de cada cuadra y la segunda hoja contiene la inspección visual detallada de las 8 losas de cada carril de cada cuadra.

analizada. Con la ayuda de las dos planillas se hizo un resumen de las fallas que se presentaron y de las alternativas de reparación para cada calle o avenida.

Finalmente con la ayuda de fotografías tomadas y de las alternativas de reparación seleccionadas para cada falla que se presentaron, se hizo mención a los procedimientos de reparación que se deben seguir en la reposición de las mismas. La validación de los procesos constructivos, nace de un análisis de las ventajas y desventajas que se consiguieron con los procedimientos para la reposición de las fallas.

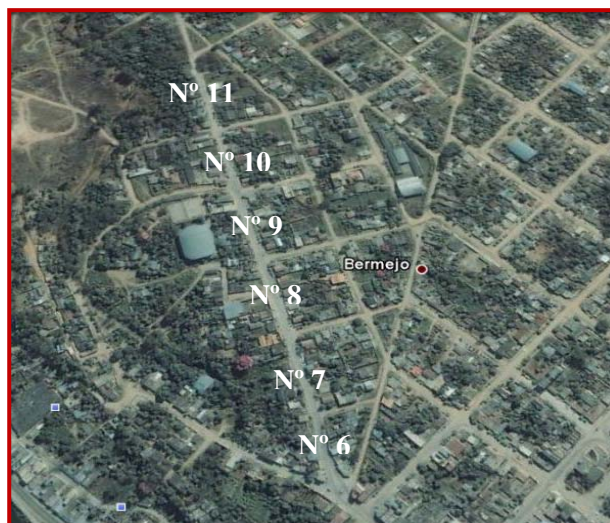
#### 4.2.2. PLANILLAS DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO

**Fig. 4.1 Detalles de Cuadras para la Inspección**

**a) Calle Chuquisaca**



**b) Avenida 21 de Diciembre**



## INSPECCIÓN VISUAL GENERAL

**Cuadra:** N° 1

**Calle:** CHUQUISACA

**Entre:** Calle Oruro y Potosí

**Ancho:** 12,08 m

**Longitud:** 104,15 m

**Largo de la Losa:** 3,0 m

**Edad:** 11 años

**Ancho de la Losa:** 2,98 m

### IMAGEN SATELITAL:



FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	ABREV.	NIVEL DE SEVERIDAD		
		B	M	A
<b>FISURAS</b>				
FISURA TRANSVERSAL O DIAGONAL	FT , FD			
FISURA LONGITUDINAL	FL			X
FISURA DE ESQUINA	FE	X	X	
LOSAS SUBDIVIDIDAS	LS			
FISURAS EN BLOQUE	FB	X		
FISURAS INDUCIDAS	FI			
<b>DEFORMACIONES</b>				
LEVANTAMIENTO DE LOSAS	LL			
DISLOCAMIENTO	DIS	X	X	
HUNDIMIENTO	H			
<b>DESINTEGRACIONES</b>				
DESCASCARAMIENTO Y FISURAS CAPILARES	DFC	X		
PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE	PS			
PELADURAS (con pequeñas cavidades)	P	X	X	
BACHE	B			
<b>DEFICIENCIAS DE JUNTAS</b>				
DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE SELLO	DMS	X	X	
DESPOSTILLAMIENTO	DESP	X	X	
FISURAS POR MAL FUNCIONAMIENTO DE JUNTAS	FMFJ			
<b>OTROS DETERIOROS</b>				
PARCHADOS Y REPARACIONES PARA SERVICIOS PUBLICOS	PR		X	

## INSPECCIÓN DETALLADA Y EVALUACIÓN DE FALLAS

### Carril: DERECHO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	DESP	0,70	0,12	0,025	-	0,7	ml	M	Parchado superficial con concreto fino
1	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
1	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
2	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	FE	0,23	0,10	-	-	0,23	ml	M	Sellado de Fisuras
3	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
3	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
3	FB	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
4	DFC	0,025	0,01	0,002	-	0,001	m2	B	No hacer nada
4	FE	0,12	0,29	-	-	0,29	ml	M	Sellado de Fisuras
4	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DMS	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DIS	-	-	0,005	-	-	-	B	No hacer nada
6	PR	0,8	3	-	-	2,4	m2	M	Sellado de fisuras
6	FB	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
7	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
7	DIS	-	-	0,004	-	-	-	B	No hacer nada
7	DESP	0,11	0,04	0,08	-	0,11	ml	B	Sellado y Resellado de Juntas
8	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas

### Carril: IZQUIERDO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	FL	3,34	-	-	0,075	3,34	ml	A	Sellado de fisura con concreto
1	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
2	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
2	DIS	-	-	0,008	-	-	-	B	No hacer nada
3	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
4	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
4	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
4	DIS	-	-	0,01	-	-	-	M	Resellado de juntas
5	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
5	FE	0,15	0,08	-	-	0,15	ml	B	No hacer nada
6	FE	0,41	0,26	-	-	0,41	ml	M	Sellado de Fisuras
7	DIS	-	-	0,014	-	-	-	M	Resellado de juntas
7	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
8	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
8	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada

## INSPECCIÓN VISUAL GENERAL

**Cuadra:** N° 2

**Calle:** CHUQUISACA

**Entre:** Calle Potosí y Santa Cruz

**Ancho:** 11,96 m

**Longitud:** 120,18 m

**Largo de la Losa:** 3,0 m

**Edad:** 11 años

**Ancho de la Losa:** 2,98 m

### IMAGEN SATELITAL:



FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	ABREV.	NIVEL DE SEVERIDAD		
		B	M	A
<b>FISURAS</b>				
FISURA TRANSVERSAL O DIAGONAL	FT , FD			
FISURA LONGITUDINAL	FL			
FISURA DE ESQUINA	FE	X	X	
LOSAS SUBDIVIDIDAS	LS			
FISURAS EN BLOQUE	FB	X		
FISURAS INDUCIDAS	FI			
<b>DEFORMACIONES</b>				
LEVANTAMIENTO DE LOSAS	LL			
DISLOCAMIENTO	DIS	X	X	
HUNDIMIENTO	H			
<b>DESINTEGRACIONES</b>				
DESCASCAMIENTO Y FISURAS CAPILARES	DFC	X		
PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE	PS			
PELADURAS (con pequeñas cavidades)	P	X	X	
BACHE	B			
<b>DEFICIENCIAS DE JUNTAS</b>				
DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE SELLO	DMS	X		X
DESPOSTILLAMIENTO	DESP	X	X	
FISURAS POR MAL FUNCIONAMIENTO DE JUNTAS	FMFJ			
<b>OTROS DETERIOROS</b>				
PARCHADOS Y REPARACIONES PARA SERVICIOS PUBLICOS	PR	X		

## INSPECCIÓN DETALLADA Y EVALUACIÓN DE FALLAS

### Carril: DERECHO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	FE	0,29	0,21	-	-	0,29	ml	M	Sellado de Fisuras
1	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
2	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
2	DIS	-	-	0,011	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
3	DESP	0,11	0,04	0,01	-	0,11	ml	B	Sellado y Resellado de Juntas
3	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
3	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
4	DIS	-	-	0,003	-	-	-	B	No hacer nada
5	PR	0,98	3	-	-	2,94	m2	B	No hacer nada
5	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
6	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
6	DIS	-	-	0,013	-	-	-	M	Resellado de juntas
7	DESP	0,1	0,07	0,01	-	0,1	ml	M	Parchado superficial con concreto fino
7	FE	0,07	0,06	-	-	0,07	ml	B	No hacer nada
7	DIS	-	-	0,009	-	-	-	B	No hacer nada
8	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
8	DIS	-	-	0,014	-	-	-	M	Resellado de juntas

### Carril: IZQUIERDO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
2	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
2	DIS	-	-	0,006	-	-	-	B	No hacer nada
2	DESP	0,23	0,04	0,004	-	0,23	ml	B	Sellado y Resellado de Juntas
3	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
3	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
3	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
4	FE	0,16	0,09	-	-	0,16	ml	M	Sellado de Fisuras
4	FB	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DIS	-	-	0,01	-	-	-	M	Resellado de juntas
6	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
6	DIS	-	-	0,006	-	-	-	B	No hacer nada
6	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
6	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
7	DESP	0,29	0,05	0,005	-	0,29	ml	B	Sellado y Resellado de Juntas
8	DMS	-	-	-	-	-	-	A	Resellado de juntas
8	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
8	DIS	-	-	0,01	-	-	-	M	Resellado de juntas

## INSPECCIÓN VISUAL GENERAL

**Cuadra:** N° 3      **Calle:** CHUQUISACA      **Entre:** Calle Santa Cruz y Virgen de Chaguaya  
**Ancho:** 11,96 m      **Longitud:** 118,75 m      **Largo de la Losa:** 3,0 m  
**Edad:** 11 años      **Ancho de la Losa:** 2,98 m

### IMAGEN SATELITAL:



FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	ABREV.	NIVEL DE SEVERIDAD		
		B	M	A
<b><i>FISURAS</i></b>				
FISURA TRANSVERSAL O DIAGONAL	FT , FD	X		
FISURA LONGITUDINAL	FL		X	
FISURA DE ESQUINA	FE			
LOSAS SUBDIVIDIDAS	LS			
FISURAS EN BLOQUE	FB	X		
FISURAS INDUCIDAS	FI		X	X
<b><i>DEFORMACIONES</i></b>				
LEVANTAMIENTO DE LOSAS	LL			
DISLOCAMIENTO	DIS	X	X	
HUNDIMIENTO	H			
<b><i>DESINTEGRACIONES</i></b>				
DESCASCARAMIENTO Y FISURAS CAPILARES	DFC	X		
PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE	PS			
PELADURAS (con pequeñas cavidades)	P	X	X	
BACHE	B			
<b><i>DEFICIENCIAS DE JUNTAS</i></b>				
DEFICIENCIAS EN MATERIAL DE SELLO	DMS	X	X	
DESPOSTILLAMIENTO	DESP			
FISURAS POR MAL FUNCIONAMIENTO DE JUNTAS	FMFJ			
<b><i>OTROS DETERIOROS</i></b>				
PARCHADOS Y REPARACIONES PARA SERVICIOS PUBLICOS	PR	X		

## INSPECCIÓN DETALLADA Y EVALUACIÓN DE FALLAS

### Carril: DERECHO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
1	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
2	DMS	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
2	DIS	-	-	0,011	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
2	FB	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
3	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
4	FT	3,1	-	-	0,002	3,10	ml	B	No hacer nada
4	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
4	FB	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
4	DIS	-	-	0,006	-	-	-	B	No hacer nada
5	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
5	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
5	DIS	-	-	0,01	-	-	-	M	Resellado de juntas
6	FI	-	-	-	0,007	-	-	M	Sellado de fisuras con asfalto liquido
6	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
7	FI	-	-	-	0,012	-	-	A	Parchado en todo el espesor con concreto
7	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
8	DIS	-	-	0,015	-	-	-	M	Resellado de juntas
8	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada

### Carril: IZQUIERDO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
1	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	DIS	-	-	0,008	-	-	-	B	No hacer nada
2	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	PR	0,81	1,54	-	-	1,2474	m2	B	No hacer nada
3	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
3	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
4	DFC	0,025	0,01	0,002	-	0,001	m2	B	No hacer nada
4	FL	0,12	-	-	0,006	0,12	ml	M	Sellado de fisuras con asfalto liquido
4	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DMS	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
5	DIS	-	-	0,007	-	-	-	B	No hacer nada
6	DIS	-	-	0,004	-	-	-	B	No hacer nada
6	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
7	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
7	DIS	-	-	0,004	-	-	-	B	No hacer nada
7	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
8	FL	2,6	-	-	0,007	2,6	ml	M	Sellado de fisuras con asfalto liquido
8	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada

## INSPECCIÓN VISUAL GENERAL

**Cuadra:** N° 4      **Calle:** CHUQUISACA      **Entre:** Calle Virgen de Chaguaya y Germán Busch  
**Ancho:** 11,92 m      **Longitud:** 121,88 m      **Largo de la Losa:** 3,0 m  
**Edad:** 13 años      **Ancho de la Losa:** 2,98 m

### IMAGEN SATELITAL:



FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	ABREV.	NIVEL DE SEVERIDAD		
		B	M	A
<b>FISURAS</b>				
FISURA TRANSVERSAL O DIAGONAL	FT , FD		X	X
FISURA LONGITUDINAL	FL	X		
FISURA DE ESQUINA	FE	X		
LOSAS SUBDIVIDIDAS	LS			
FISURAS EN BLOQUE	FB			
FISURAS INDUCIDAS	FI			
<b>DEFORMACIONES</b>				
LEVANTAMIENTO DE LOSAS	LL			
DISLOCAMIENTO	DIS	X	X	
HUNDIMIENTO	H			
<b>DESINTEGRACIONES</b>				
DESCASCARAMIENTO Y FISURAS CAPILARES	DFC			
PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE	PS			
PELADURAS (con pequeñas cavidades)	P	X	X	
BACHE	B			
<b>DEFICIENCIAS DE JUNTAS</b>				
DEFICIENCIAS EN MATERIAL DE SELLO	DMS	X	X	
DESPOSTILLAMIENTO	DESP	X		
FISURAS POR MAL FUNCIONAMIENTO DE JUNTAS	FMFJ		X	
<b>OTROS DETERIOROS</b>				
PARCHADOS Y REPARACIONES PARA SERVICIOS PUBLICOS	PR	X	X	

## INSPECCIÓN DETALLADA Y EVALUACIÓN DE FALLAS

### Carril: DERECHO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	FT	2,98	-	-	0,035	2,98	ml	A	Parchado Profundo
1	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
2	FT	2,9	-	-	0,015	2,9	ml	M	Sellado de fisuras
2	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
2	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	FE	1,4	-	-	-	1,4	ml	B	No hacer nada
3	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
3	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	DIS	-	-	0,003	-	-	-	B	No hacer nada
4	PR	2,98	0,95	-	-	14,16	m2	B	No hacer nada
4	FMFJ	0,32	0,15	0,03	-	-	-	M	Parchado superficial con concreto fino
4	FE	0,63	0,67	-	-	0,67	ml	B	No hacer nada
4	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
5	FE	0,93	-	-	-	0,93	ml	B	No hacer nada
5	FMFJ	0,39	0,2	0,025	-	-	-	M	Parchado superficial con concreto fino
5	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
6	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
6	DESP	-	-	-	-	-	-	B	Sellado y Resellado de Juntas
7	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
7	DIS	-	-	0,005	-	-	-	B	No hacer nada
7	PR	1,2	0,7	-	0,003	0,84	m2	M	Sellado de Fisuras
8	FT	-	2,98	-	0,005	2,98	ml	M	Sellado de fisuras
8	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada

### Carril: IZQUIERDO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	PR	3,00	0,95	-	-	2,85	m2	B	No hacer nada
1	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
1	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	FE	1,15	-	-	-	1,15	ml	B	No hacer nada
2	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
3	FT	3,1	-	-	0,012	3,1	ml	M	Sellado de fisuras
3	FL	3,03	-	-	-	3,03	ml	B	No hacer nada
3	FMFJ	0,32	0,15	-	-	-	-	M	Parchado superficial con concreto fino
3	DMS	-	-	-	-	-	-	B	Resellado de juntas
4	FL	3,7	-	-	-	3,700	ml	B	No hacer nada
4	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
4	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
5	DESP	-	-	-	-	-	-	B	Sellado y Resellado de Juntas
6	FMFJ	0,21	0,07	-	-	-	-	M	Parchado superficial con concreto fino
6	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
7	FE	0,69	1,18	-	0,005	1,18	ml	B	No hacer nada
7	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
7	DIS	-	-	0,011	-	-	-	M	Resellado de juntas
8	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
8	DIS	-	-	0,01	-	-	-	M	Resellado de juntas

## INSPECCIÓN VISUAL GENERAL

**Cuadra:** N° 5

**Calle:** CHUQUISACA

**Entre:** Calle Germán Busch y Ameller

**Ancho:** 10,66 m

**Longitud:** 74,0 m

**Largo de la Losa:** 3,0 m

**Edad:** 13 años

**Ancho de la Losa:** 2,80 m

### IMAGEN SATELITAL:



FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	ABREV.	NIVEL DE SEVERIDAD		
		B	M	A
<b>FISURAS</b>				
FISURA TRANSVERSAL O DIAGONAL	FT , FD			
FISURA LONGITUDINAL	FL			
FISURA DE ESQUINA	FE		X	
LOSAS SUBDIVIDIDAS	LS			
FISURAS EN BLOQUE	FB			
FISURAS INDUCIDAS	FI			
<b>DEFORMACIONES</b>				
LEVANTAMIENTO DE LOSAS	LL			
DISLOCAMIENTO	DIS	X	X	
HUNDIMIENTO	H			
<b>DESINTEGRACIONES</b>				
DESCASCAMIENTO Y FISURAS CAPILARES	DFC			
PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE	PS			
PELADURAS (con pequeñas cavidades)	P	X	X	
BACHE	B			
<b>DEFICIENCIAS DE JUNTAS</b>				
DEFICIENCIAS EN MATERIAL DE SELLO	DMS	X	X	
DESPOSTILLAMIENTO	DESP	X		
FISURAS POR MAL FUNCIONAMIENTO DE JUNTAS	FMFJ			
<b>OTROS DETERIOROS</b>				
PARCHADOS Y REPARACIONES PARA SERVICIOS PUBLICOS	PR			

## INSPECCIÓN DETALLADA Y EVALUACIÓN DE FALLAS

**Carril: DERECHO**

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
1	DIS	-	-	0,006	-	-	-	B	No hacer nada
1	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
2	DIS	-	-	0,014	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
3	DESP	-	-	-	-	-	-	B	Sellado y Resellado de Juntas
3	DIS	-	-	0,007	-	-	-	B	No hacer nada
4	FE	0,12	0,29	-	-	0,29	ml	M	Sellado de Fisuras
4	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DIS	-	-	0,01	-	-	-	M	Resellado de juntas
5	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
6	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
7	DMS	-	-	-	-	-	-	B	Resellado de juntas
7	DIS	-	-	0,004	-	-	-	B	No hacer nada
7	DESP	0,12	0,02	0,007	-	0,12	ml	B	Sellado y Resellado de Juntas
8	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
8	DIS	-	-	0,012	-	-	-	M	Resellado de juntas

## INSPECCIÓN VISUAL GENERAL

**Cuadra:** N° 6                      **Avenida:** 21 DE DICIEMBRE                      **Entre:** Calle J. Ibáñez y Pedro Murillo  
**Ancho:** 10,63 m                      **Longitud:** 88,98 m                      **Largo de la Losa:** 3,05 m  
**Edad:** 10 años                      **Ancho de la Losa:** 2,70 m

### IMAGEN SATELITAL:



FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	ABREV.	NIVEL DE SEVERIDAD		
		B	M	A
<b>FISURAS</b>				
FISURA TRANSVERSAL O DIAGONAL	FT , FD			
FISURA LONGITUDINAL	FL			
FISURA DE ESQUINA	FE			X
LOSAS SUBDIVIDIDAS	LS			
FISURAS EN BLOQUE	FB			
FISURAS INDUCIDAS	FI		X	
<b>DEFORMACIONES</b>				
LEVANTAMIENTO DE LOSAS	LL			
DISLOCAMIENTO	DIS	X	X	
HUNDIMIENTO	H			
<b>DESINTEGRACIONES</b>				
DESCASCARAMIENTO Y FISURAS CAPILARES	DFC		X	
PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE	PS			
PELADURAS (con pequeñas cavidades)	P	X	X	
BACHE	B			
<b>DEFICIENCIAS DE JUNTAS</b>				
DEFICIENCIAS EN MATERIAL DE SELLO	DMS	X	X	
DESPOSTILLAMIENTO	DESP			
FISURAS POR MAL FUNCIONAMIENTO DE JUNTAS	FMFJ	X		
<b>OTROS DETERIOROS</b>				
PARCHADOS Y REPARACIONES PARA SERVICIOS PUBLICOS	PR	X		

## INSPECCIÓN DETALLADA Y EVALUACIÓN DE FALLAS

### Carril: DERECHO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	DFC	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
1	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
2	DFC	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
2	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
2	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	FE	0,26	0,20	0,04	-	0,26	ml	A	Parchado Profundo o Parcial
3	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
4	FMFJ	0,26	0,04	-	-	-	-	B	No hacer nada
4	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DMS	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
5	DIS	-	-	0,004	-	-	-	B	No hacer nada
6	PR	0,58	0,4	-	-	0,232	m2	B	No hacer nada
6	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
7	PR	5,6	0,77	-	-	4,312	m2	B	No hacer nada
7	DIS	-	-	0,005	-	-	-	B	No hacer nada
7	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
8	FE	0,19	-	0,02	-	0,19	ml	A	Parchado Profundo o Parcial
8	DFC	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada

### Carril: IZQUIERDO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	FE	0,3	0,28	0,04	-	0,3	ml	A	Parchado Profundo o Parcial
1	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
1	DMS	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
2	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
2	FE	0,3	-	0,04	-	0,3	ml	A	Parchado Profundo o Parcial
3	FE	0,39	-	0,03	-	0,39	ml	A	Parchado Profundo o Parcial
3	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
3	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
4	FI	-	-	-	0,005	-	-	M	Sellado de fisuras con asfalto liquido
4	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
5	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
5	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
5	DIS	-	-	0,01	-	-	-	M	Resellado de juntas
6	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
6	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
7	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
7	DIS	-	-	0,012	-	-	-	M	Resellado de juntas
8	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
8	DIS	-	-	0,008	-	-	-	B	No hacer nada

## INSPECCIÓN VISUAL GENERAL

**Cuadra:** N° 7      **Avenida:** 21 DE DICIEMBRE      **Entre:** Calle Froilán Tejerina y J. Ibáñez  
**Ancho:** 11,68 m      **Longitud:** 115,95 m      **Largo de la Losa:** 3,0 m  
**Edad:** 10 años      **Ancho de la Losa:** 2,85 m

### IMAGEN SATELITAL:



FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	ABREV.	NIVEL DE SEVERIDAD		
		B	M	A
<b>FISURAS</b>				
FISURA TRANSVERSAL O DIAGONAL	FT , FD			
FISURA LONGITUDINAL	FL			
FISURA DE ESQUINA	FE			X
LOSAS SUBDIVIDIDAS	LS			
FISURAS EN BLOQUE	FB			
FISURAS INDUCIDAS	FI			
<b>DEFORMACIONES</b>				
LEVANTAMIENTO DE LOSAS	LL			
DISLOCAMIENTO	DIS	X		
HUNDIMIENTO	H			
<b>DESINTEGRACIONES</b>				
DESCASCARAMIENTO Y FISURAS CAPILARES	DFC	X	X	X
PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE	PS			
PELADURAS (con pequeñas cavidades)	P	X	X	
BACHE	B		X	
<b>DEFICIENCIAS DE JUNTAS</b>				
DEFICIENCIAS EN MATERIAL DE SELLO	DMS		X	
DESPOSTILLAMIENTO	DESP		X	
FISURAS POR MAL FUNCIONAMIENTO DE JUNTAS	FMFJ			X
<b>OTROS DETERIOROS</b>				
PARCHADOS Y REPARACIONES PARA SERVICIOS PUBLICOS	PR	X	X	X

## INSPECCIÓN DETALLADA Y EVALUACIÓN DE FALLAS

### Carril: DERECHO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	FE	0,42	0,25	0,04	-	0,42	ml	A	Parchado Profundo o Parcial
1	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
2	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
3	PR	0,97	2,85	-	-	2,7645	m2	B	No hacer nada
3	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
3	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
4	FMFJ	0,37	0,5	-	-	-	-	A	Parchado en todo el espesor con concreto
4	DFC	-	-	-	-	-	-	A	Parchado superficial con concreto
4	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
5	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
5	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
6	PR	0,8	2,85	-	-	2,28	m2	M	Sellado de fisuras
6	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
7	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
7	DIS	-	-	0,004	-	-	-	B	No hacer nada
7	DESP	0,95	0,08	0,01	-	0,95	ml	M	Parchado superficial con concreto fino
8	FMFJ	1,3	0,43	0,035	-	-	-	A	Parchado en todo el espesor con concreto
8	DFC	-	-	-	-	-	-	A	Parchado superficial con concreto

### Carril: IZQUIERDO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	PR	0,103	0,53	-	-	0,0546	m2	B	No hacer nada
1	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
1	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	PR	1,26	2,85	-	-	3,591	m2	A	Parchado en todo el espesor con concreto
2	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	B	0,7	2,85	0,035	-	1,9	m2	M	Parchado en todo el espesor con concreto
3	FE	0,32	-	-	-	0,32	ml	A	Parchado Profundo o Parcial
3	DFC	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
4	PR	1,08	2,85	-	-	3,078	m2	B	No hacer nada
4	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
5	FMFJ	0,9	0,18	0,025	-	-	-	A	Parchado en todo el espesor con concreto
5	DFC	-	-	-	-	-	-	A	Parchado superficial con concreto
5	DIS	-	-	0,003	-	0,003	-	B	No hacer nada
6	FE	0,38	0,37	-	-	0,38	ml	A	Parchado Profundo o Parcial
6	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
7	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
7	DIS	-	-	0,003	-	-	-	B	No hacer nada
7	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
8	PR	0,8	2,85	-	-	2,28	m2	M	Sellado de Fisuras

## INSPECCIÓN VISUAL GENERAL

**Cuadra:** N° 8      **Avenida:** 21 DE DICIEMBRE      **Entre:** Calle Pío Martínez y Froilán Tejerina  
**Ancho:** 11,55 m      **Longitud:** 114,67 m      **Largo de la Losa:** 3,0 m  
**Edad:** 10 años      **Ancho de la Losa:** 2,85 m

### IMAGEN SATELITAL:



FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	ABREV.	NIVEL DE SEVERIDAD		
		B	M	A
<b>FISURAS</b>				
FISURA TRANSVERSAL O DIAGONAL	FT , FD			
FISURA LONGITUDINAL	FL			
FISURA DE ESQUINA	FE	X	X	
LOSAS SUBDIVIDIDAS	LS			
FISURAS EN BLOQUE	FB			
FISURAS INDUCIDAS	FI			
<b>DEFORMACIONES</b>				
LEVANTAMIENTO DE LOSAS	LL			
DISLOCAMIENTO	DIS	X	X	
HUNDIMIENTO	H			
<b>DESINTEGRACIONES</b>				
DESCASCAMIENTO Y FISURAS CAPILARES	DFC	X		X
PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE	PS			
PELADURAS (con pequeñas cavidades)	P	X	X	
BACHE	B			
<b>DEFICIENCIAS DE JUNTAS</b>				
DEFICIENCIAS EN MATERIAL DE SELLO	DMS	X	X	
DESPOSTILLAMIENTO	DESP	X		
FISURAS POR MAL FUNCIONAMIENTO DE JUNTAS	FMFJ			X
<b>OTROS DETERIOROS</b>				
PARCHADOS Y REPARACIONES PARA SERVICIOS PUBLICOS	PR			

## INSPECCIÓN DETALLADA Y EVALUACIÓN DE FALLAS

### Carril: DERECHO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	FMFJ	0,61	0,24	0,02	-	-	-	A	Parchado en todo el espesor con concreto
1	DFC	-	-	-	-	-	-	A	Parchado superficial con concreto
1	DIS	-	-	0,005	-	-	-	B	No hacer nada
2	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
2	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
3	DESP	0,13	0,04	-	-	0,13	ml	B	Sellado y Resellado de Juntas
4	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
4	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
4	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	FE	0,40	0,31	-	-	0,4	ml	M	Sellado de Fisuras
5	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DIS	-	-	0,011	-	-	-	M	Resellado de juntas
6	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
6	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
7	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
7	DIS	-	-	0,005	-	-	-	B	No hacer nada
8	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
8	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada

### Carril: IZQUIERDO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	FMFJ	0,26	0,12	0,015	-	-	-	A	Parchado en todo el espesor con concreto
1	DFC	-	-	-	-	-	-	A	Parchado superficial con concreto
1	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
2	DIS	-	-	0,007	-	-	-	B	No hacer nada
3	FE	0,5	-	-	-	0,5	ml	B	No hacer nada
3	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
4	DIS	-	-	0,011	-	-	-	M	Resellado de juntas
4	FE	0,26	-	-	-	0,26	ml	B	No hacer nada
4	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DMS	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DIS	-	-	0,004	-	-	-	B	No hacer nada
6	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
7	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
7	DIS	-	-	0,003	-	-	-	B	No hacer nada
7	DESP	0,08	0,03	0,01	-	0,08	ml	B	Sellado y Resellado de Juntas
8	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
8	DIS	-	-	0,005	-	-	-	B	No hacer nada

## INSPECCIÓN VISUAL GENERAL

**Cuadra:** N° 9      **Avenida:** 21 DE DICIEMBRE      **Entre:** Calle Bartolina Sisa y Pío Martínez  
**Ancho:** 11,54 m      **Longitud:** 115,59 m      **Largo de la Losa:** 3,05 m  
**Edad:** 10 años      **Ancho de la Losa:** 2,80 m

### IMAGEN SATELITAL:



FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	ABREV.	NIVEL DE SEVERIDAD		
		B	M	A
<b>FISURAS</b>				
FISURA TRANSVERSAL O DIAGONAL	FT , FD			
FISURA LONGITUDINAL	FL			
FISURA DE ESQUINA	FE		X	X
LOSAS SUBDIVIDIDAS	LS			
FISURAS EN BLOQUE	FB			
FISURAS INDUCIDAS	FI			X
<b>DEFORMACIONES</b>				
LEVANTAMIENTO DE LOSAS	LL			
DISLOCAMIENTO	DIS	X	X	
HUNDIMIENTO	H			
<b>DESINTEGRACIONES</b>				
DESCASCARAMIENTO Y FISURAS CAPILARES	DFC	X	X	X
PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE	PS			
PELADURAS (con pequeñas cavidades)	P	X	X	
BACHE	B			
<b>DEFICIENCIAS DE JUNTAS</b>				
DEFICIENCIAS EN MATERIAL DE SELLO	DMS	X	X	
DESPOSTILLAMIENTO	DESP	X		
FISURAS POR MAL FUNCIONAMIENTO DE JUNTAS	FMFJ		X	
<b>OTROS DETERIOROS</b>				
PARCHADOS Y REPARACIONES PARA SERVICIOS PUBLICOS	PR	X		

## INSPECCIÓN DETALLADA Y EVALUACIÓN DE FALLAS

### Carril: DERECHO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	DIS	-	-	0,006	-	-	-	B	No hacer nada
1	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
1	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
2	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	FE	0,4	0,35	0,018	0,14	0,4	ml	M	Sellado de Fisuras
3	DFC	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
3	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
4	FI	-	-	-	0,005	-	-	A	Parchado en todo el espesor con concreto
4	DFC	-	-	-	-	-	-	A	Parchado superficial con concreto
4	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
5	FE	0,43	0,2	-	-	0,43	ml	A	Parchado Profundo o Parcial
5	DFC	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
5	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
6	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
7	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
7	DESP	0,09	0,03	0,06	-	0,09	ml	B	Sellado y Resellado de Juntas
8	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
8	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas

### Carril: IZQUIERDO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	FE	0,60	0,57	-	-	0,6	ml	A	Parchado Profundo o Parcial
1	DFC	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
1	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
2	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	FE	0,2	0,17	-	-	0,2	ml	A	Parchado Profundo
3	FMFJ	2,4	0,45	-	-	-	-	M	Parchado superficial con concreto
3	DFC	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
4	DFC	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
4	FE	0,1	0,23	-	-	0,23	ml	M	Sellado de Fisuras
4	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DMS	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DIS	-	-	0,011	-	-	-	M	Resellado de juntas
6	PR	0,35	2,8	-	-	0,98	m2	B	No hacer nada
6	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
7	FI	-	-	-	0,005	-	-	A	Parchado en todo el espesor con concreto
7	DFC	-	-	-	-	-	-	A	Parchado superficial con concreto
7	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
8	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
8	DIS	-	-	0,006	-	0,006	-	B	No hacer nada

## INSPECCIÓN VISUAL GENERAL

**Cuadra:** N° 10      **Avenida:** 21 DE DICIEMBRE      **Entre:** Calle Hilarión Trujillo y Bartolina Sisa

**Ancho:** 11,02 m      **Longitud:** 114,90 m      **Largo de la Losa:** 3,05 m

**Edad:** 10 años      **Ancho de la Losa:** 2,80 m

### IMAGEN SATELITAL:



FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	ABREV.	NIVEL DE SEVERIDAD		
		B	M	A
<b><i>FISURAS</i></b>				
FISURA TRANSVERSAL O DIAGONAL	FT , FD			
FISURA LONGITUDINAL	FL			
FISURA DE ESQUINA	FE		X	X
LOSAS SUBDIVIDIDAS	LS			
FISURAS EN BLOQUE	FB	X		
FISURAS INDUCIDAS	FI		X	
<b><i>DEFORMACIONES</i></b>				
LEVANTAMIENTO DE LOSAS	LL			
DISLOCAMIENTO	DIS	X		
HUNDIMIENTO	H			
<b><i>DESINTEGRACIONES</i></b>				
DESCASCARAMIENTO Y FISURAS CAPILARES	DFC	X	X	X
PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE	PS			
PELADURAS (con pequeñas cavidades)	P	X		
BACHE	B			
<b><i>DEFICIENCIAS DE JUNTAS</i></b>				
DEFICIENCIAS EN MATERIAL DE SELLO	DMS	X	X	
DESPOSTILLAMIENTO	DESP			
FISURAS POR MAL FUNCIONAMIENTO DE JUNTAS	FMFJ			
<b><i>OTROS DETERIOROS</i></b>				
PARCHADOS Y REPARACIONES PARA SERVICIOS PUBLICOS	PR			

## INSPECCIÓN DETALLADA Y EVALUACIÓN DE FALLAS

### Carril: DERECHO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	FB	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
1	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
1	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	FE	0,18	0,09	-	-	0,18	ml	M	Sellado de Fisuras
3	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
4	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
4	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DMS	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DIS	-	-	0,003	-	-	-	B	No hacer nada
6	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
6	DIS	-	-	0,003	-	-	-	B	No hacer nada
7	FI	-	-	-	0,003	-	-	M	Sellado de fisuras con asfalto liquido
7	DFC	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
7	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
8	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas

### Carril: IZQUIERDO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	DIS	-	-	0,007	-	-	-	B	No hacer nada
1	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
2	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	FE	0,43	0,18	-	-	0,43	ml	A	Parchado Profundo o Parcial
3	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	DFC	-	-	-	-	-	-	A	Parchado superficial con concreto
4	FB	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
4	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
5	DMS	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DIS	-	-	0,006	-	-	-	B	No hacer nada
6	FI	-	-	-	0,004	-	-	M	Sellado de fisuras con asfalto liquido
6	FB	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
7	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
8	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
8	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas

## INSPECCIÓN VISUAL GENERAL

**Cuadra:** N° 11 **Avenida:** 21 DE DICIEMBRE **Entre:** Calle Mamerto Salinas y Hilarión Trujillo

**Ancho:** 10,95 m **Longitud:** 142,45 m **Largo de la Losa:** 3,05 m

**Edad:** 10 años **Ancho de la Losa:** 2,80 m

### IMAGEN SATELITAL:



FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	ABREV.	NIVEL DE SEVERIDAD		
		B	M	A
<b><i>FISURAS</i></b>				
FISURA TRANSVERSAL O DIAGONAL	FT , FD			X
FISURA LONGITUDINAL	FL			
FISURA DE ESQUINA	FE	X	X	X
LOSAS SUBDIVIDIDAS	LS			
FISURAS EN BLOQUE	FB			
FISURAS INDUCIDAS	FI			
<b><i>DEFORMACIONES</i></b>				
LEVANTAMIENTO DE LOSAS	LL			
DISLOCAMIENTO	DIS	X	X	X
HUNDIMIENTO	H		X	X
<b><i>DESINTEGRACIONES</i></b>				
DESCASCARAMIENTO Y FISURAS CAPILARES	DFC	X	X	
PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE	PS			
PELADURAS (con pequeñas cavidades)	P	X	X	
BACHE	B			
<b><i>DEFICIENCIAS DE JUNTAS</i></b>				
DEFICIENCIAS EN MATERIAL DE SELLO	DMS	X	X	
DESPOSTILLAMIENTO	DESP			
FISURAS POR MAL FUNCIONAMIENTO DE JUNTAS	FMFJ		X	
<b><i>OTROS DETERIOROS</i></b>				
PARCHADOS Y REPARACIONES PARA SERVICIOS PUBLICOS	PR	X	X	

## INSPECCIÓN DETALLADA Y EVALUACIÓN DE FALLAS

### Carril: DERECHO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	DIS	-	-	0,023	-	-	-	A	Parchado Profundo; Nivelación de Losas
1	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	DIS	-	-	0,025	-	-	-	A	Parchado Profundo; Nivelación de Losas
2	FE	-	0,1	-	0,03	0,1	ml	B	No hacer nada
2	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
3	FT	2,8	-	-	0,03	2,8	ml	A	Parchado Profundo
3	FE	1,2	-	-	-	1,2	ml	A	Parchado Profundo; Nivelación de Losas
3	DIS	-	-	0,04	-	-	-	A	Parchado Profundo; Nivelación de Losas
3	H	-	-	-	-	-	-	M	Nivelación de losas
4	DMS	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
4	DIS	-	-	0,013	-	-	-	M	Resellado de juntas
4	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
5	DFC	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
6	DMS	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
6	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
7	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
7	DIS	-	-	0,015	-	-	-	M	Resellado de juntas
7	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
8	DIS	-	-	0,011	-	-	-	M	Resellado de juntas
8	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
8	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas

### Carril: IZQUIERDO

No. Losa	TIPO	MEDIDAS (m)					Unid.	N.S.	SOLUCIÓN
		Long.	Ancho	Prof.	Esp.	Final			
1	H	-	-	-	-	-	-	A	Parchado profundo mas base granular
1	DIS	-	-	0,04	-	-	-	A	Parchado Profundo; Nivelación de Losas
1	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
2	PR	1,06	0,54	-	-	0,5724	m2	B	No hacer nada
2	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
3	FE	0,47	0,18	-	-	0,47	ml	A	Parchado Profundo; Nivelación de Losas
3	DFC	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
3	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
4	DFC	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada
4	PR	0,77	0,24	-	-	0,1848	m2	B	No hacer nada
4	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
5	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
5	FMFJ	0,65	0,30	-	-	-	-	M	Parchado superficial con concreto
5	DIS	-	-	0,009	-	-	-	B	No hacer nada
6	PR	1,02	0,64	-	-	0,6528	m2	M	Sellado de fisuras
6	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
7	FE	0,56	0,16	-	-	0,56	ml	M	Sellado de Fisuras
7	P	-	-	-	-	-	-	B	No hacer nada
7	DMS	-	-	-	-	-	-	B	Resellado de juntas
8	DMS	-	-	-	-	-	-	M	Resellado de juntas
8	FMFJ	0,41	0,19	-	-	-	-	M	Parchado superficial con concreto
8	P	-	-	-	-	-	-	M	No hacer nada

### 4.3. PLANTEAMIENTO DE TÉCNICAS DE REPOSICIÓN DE FALLAS EN EL PAVIMENTO

Se plantea las técnicas de reposición de fallas de acuerdo al nivel de severidad que estas presenten, tomando en cuenta los recursos que van a ser utilizados para la reposición de las fallas durante el proceso de reparación de las losas afectadas en el pavimento.

#### 4.3.1. PLANILLAS DE FALLAS Y TÉCNICAS DE REPOSICIÓN DE FALLAS RECOMENDABLES

##### 4.3.1.1. CALLE CHUQUISACA

**Tabla 4.1 Resumen de Técnicas de Reposición de Fallas (calle Chuquisaca)**

Nº	FALLAS EN EL PAVIMENTO	N.S.	TÉCNICA DE REPOSICIÓN
1	Fisura Transversal o Diagonal "FT, FD"	B	No hacer nada
		M	Sellado de fisuras
		A	Parchado Profundo
2	Fisura Longitudinal "FL"	B	No hacer nada
		M	Sellado de fisuras con asfalto liquido
		A	Sellado de fisuras con mortero asfaltico
3	Fisura de Esquina "FE"	B	No hacer nada
		M	Sellado de Fisuras
4	Fisuras en Bloque "FB"	B	No hacer nada
5	Fisuras Inducidas "FI"	M	Sellado de fisuras con asfalto liquido
		A	Parchado en todo el espesor con concreto
6	Dislocamiento "DIS"	B	No hacer nada
		M	Resellado de juntas
7	Descascaramiento y Fisuras Capilares "DFC"	B	No hacer nada
8	Peladuras "P"	B	No hacer nada
		M	
9	Deficiencias en el Material de Sello "DMS"	B	No hacer nada
		M	Resellado de juntas
		A	
10	Despostillamiento "DESP"	B	Sellado y Resellado de Juntas
		M	Parchado superficial con concreto fino
11	Fisuras por Mal Funcionamiento de Juntas "FMFJ"	M	Parchado superficial con concreto
12	Parchados y Reparaciones para Servicios Públicos "PR"	B	No hacer nada
		M	Sellado de Fisuras

#### 4.3.1.2. AVENIDA 21 DE DICIEMBRE

**Tabla 4.2 Resumen de Técnicas de Reposición de Fallas (Av. 21 de Diciembre)**

Nº	FALLAS EN EL PAVIMENTO	N.S.	TÉCNICA DE REPOSICIÓN
1	Fisura Transversal o Diagonal "FT, FD"	A	Parchado Profundo
2	Fisura de Esquina "FE"	B	No hacer nada
		M	Sellado de Fisuras
		A	Parchado Profundo o Parcial
3	Fisuras en Bloque "FB"	B	No hacer nada
4	Fisuras Inducidas "FI"	M	Sellado de fisuras con asfalto liquido
		A	Parchado en todo el espesor con concreto
5	Dislocamiento "DIS"	B	No hacer nada
		M	Resellado de juntas
		A	Parchado Profundo; Nivelación de Losas
6	Hundimiento "H"	M	Nivelación de losas
		A	Parchado profundo mas base granular
7	Descascaramiento y Fisuras Capilares "DFC"	B	No hacer nada
		M	
		A	Parchado superficial con concreto
8	Peladuras "P"	B	No hacer nada
		M	
9	Bache "B"	M	Parchado en todo el espesor con concreto
10	Deficiencias en el Material de Sello "DMS"	B	No hacer nada
		M	Resellado de juntas
11	Despostillamiento "DESP"	B	Sellado y Resellado de Juntas
		M	Parchado superficial con concreto fino
12	Fisuras por Mal Funcionamiento de Juntas "FMFJ"	B	No hacer nada
		M	Parchado superficial con concreto
		A	Parchado en todo el espesor con concreto
13	Parchados y Reparaciones para Servicios Públicos "PR"	B	No hacer nada
		M	Sellado de Fisuras
		A	Parchado en todo el espesor con concreto

#### 4.4. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS A SEGUIR PARA LA REPOSICIÓN DE CADA UNO DE LOS TIPOS DE FALLAS

#### 4.4.1. FISURA TRANSVERSAL O DIAGONAL "FT, FD"

**Descripción:** Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente perpendicular al eje del pavimento, o en forma oblicua a este, dividiendo la misma en dos planos.

**Posibles Causas:** Excesiva repetición de cargas de tránsito, deficiencia en la fundación de la losa por efectos de asentamientos.

**Nivel de Severidad "N.S.":** M; medio y A; alto

**Técnica de Reparación:** M; Sellado de fisuras y A; Parchado Profundo

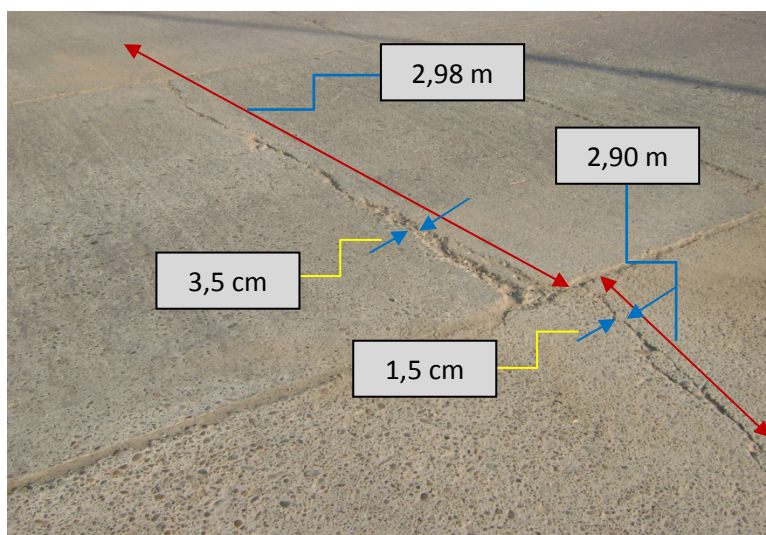
**Algunas Medidas u Observaciones:**

- Número de losas afectadas: 1 y 1 losas.
- Ancho de fisura: 15 mm y 35 mm.
- Longitud: 2,90 m y 2,98 m.

**Ubicación de la Falla:** Calle Chuquisaca; cuadra N°4

**Foto del Deterioro:**

**Fig. 4.2 Fisura Transversal**



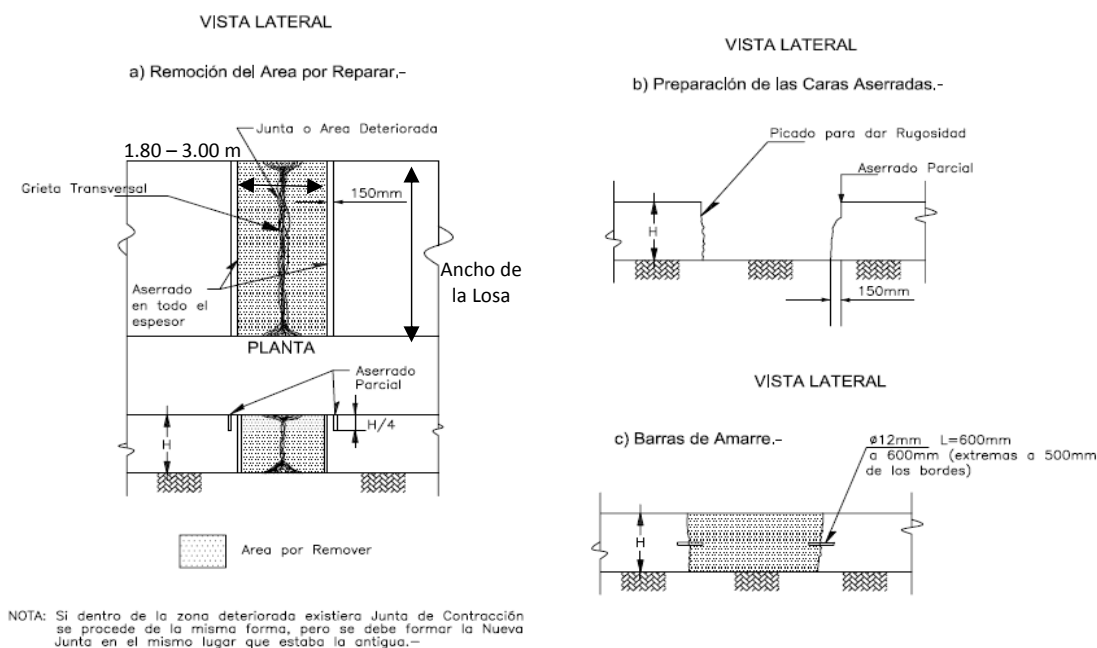
**Proceso de Reparación:**

#### **SELLADO DE FISURA "N.S: M"**

- Se deberá limpiar la fisura en toda su profundidad, utilizando herramientas manuales para remover el material que sea acumulado en la fisura.

- Posteriormente se debe limpiar con un cepillo de acero, tal que asegure la eliminación de cualquier material extraño o suelto que se encuentre alojado en la fisura y se le imprime aire para terminar la limpieza de la fisura.
- Una vez realizada la limpieza, se coloca el cordón de respaldo y se vierte el material de sello de forma cuidadosa, estando atento de seguir cualquier especificación del fabricante del sello.

### PARCHADO PROFUNDO “N.S: A”



**Fig. 4.3 Reparación Fisura Transversal**

Como el nivel de severidad es alto y la altura de la losa es de 17 centímetros, se recomienda la reparación a profundidad total.

- El parche debe de tener mínimo las siguientes dimensiones: ancho igual al ancho de la losa en la dirección transversal y de 1.80 a 3.00 metros en la dirección longitudinal.
- El área a ser removida, se debe de marcar con pintura en la superficie del pavimento.
- Se deben hacer dos cortes en la dirección transversal con sierra a una profundidad de  $\frac{1}{4}$  del espesor de la losa y unos 15 cm mas afuera que el área delimitada. Seguidamente por el área marcada se hacen los cortes en todo el espesor para retirar el área de reparación, la demolición es una opción, se la puede realizar con la ayuda de un

martillo neumático retirando luego el material mediante el uso de herramientas manuales.

- En la superficie que va unirse con el concreto nuevo se debe realizar un picado para dar rugosidad y haya mayor adherencia con el nuevo concreto. También se pueden taladrar orificios transversales para colocar unas varillas que reforzaran la adherencia, el orificio debe ser 5 mm más que el diámetro de la varilla para echar una lechada de cemento.
- Después de quitar el concreto existente y el material suelto, el área estará lista para la reparación. Si los trabajos de remoción dañan la sub base será necesario agregar y compactar nuevo material de sub base.
- Coloque el concreto en el área de reparación, distribuya el concreto uniformemente. Realice un vibrado normal para disminuir los vacíos, el concreto deberá ser de las mismas especificaciones del concreto viejo, utilice reglas para enrasar y terminar la superficie reparada.

#### **4.4.2. FISURA LONGITUDINAL "FL"**

**Descripción:** Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente paralela al eje de la vía, dividiendo la misma en dos planos.

**Posibles Causas:** Excesivas repeticiones de cargas pesadas, pérdida de soporte de la fundación, cambios de temperatura y humedad.

**Nivel de Severidad "N.S.":** M; medio y A; alto

**Técnica de Reparación:** M; Sellado de fisuras con asfalto líquido y A; Sellado de fisuras con mortero asfáltico.

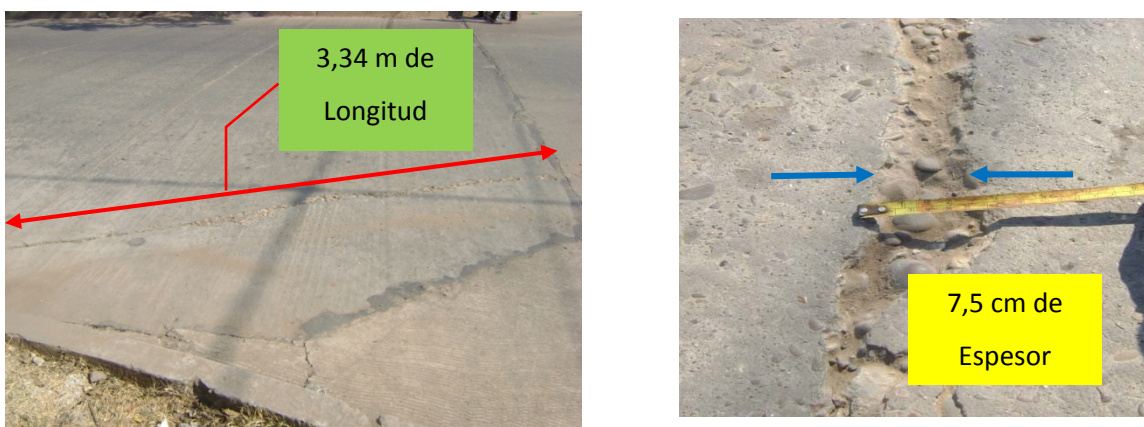
#### **Algunas Medidas u Observaciones:**

- Número de losas afectadas: 1 y 1 losa.
- Ancho de fisura: 75 mm y 6 mm.
- Longitud: 3,34 m.

**Ubicación de la Falla:** Calle Chuquisaca; cuadra N°1 y N° 3

**Foto del Deterioro:**

**Fig. 4.4 Fisura Longitudinal**



**Proceso de reparación:**

**SELLADO DE FISURA “N.S: M y A”**

Como hemos catalogado su severidad como media y alta debido al ancho de la fisura, el proceso de reparación recomendado es el sellado de fisura con asfalto líquido y con mortero de asfalto.

- Se deberá limpiar la fisura en toda su profundidad, utilizando herramientas manuales para remover el material que sea acumulado en la fisura.
- Posteriormente se debe limpiar con un cepillo de acero, tal que asegure la eliminación de cualquier material extraño o suelto que se encuentre alojado en la fisura y se le imprime aire para terminar la limpieza de la fisura.
- Una vez realizada la limpieza, se coloca el cordón de respaldo y se vierte el material de sello de forma cuidadosa, estando atento de seguir cualquier especificación del fabricante del sello.

**4.4.3. FISURA DE ESQUINA "FE"**

**Descripción:** La fisura de esquina es aquella que intercepta la junta o borde que delimita la losa a una distancia menor de 1.30 metros a cada lado medida desde la esquina.

**Posibles Causas:** Repetición de cargas pesadas, por una deficiente transferencia de cargas a través de la junta que sobrecarga las esquinas.

**Nivel de Severidad “N.S.”:** M; medio y A; alto

**Técnica de Reparación:** M; Sellado de fisuras y A; Parchado parcial.

**Algunas Medidas u Observaciones:**

- Número de losas afectadas: 1 losas.
- Existe descascaramiento parcial y total

**Ubicación de la Falla:** Av. 21 de Diciembre; cuadra N° 7 y Calle Chuquisaca; cuadra N°4

**Foto del Deterioro:**

**Fig. 4.5 Fisura de Esquina**

Nivel de Severidad: **M; medio**



Nivel de Severidad: **A; alto**



**Proceso de reparación:**

**SELLADO DE FISURA “N.S: M”**

- Se deberá limpiar la fisura en toda su profundidad, utilizando herramientas manuales para remover el material que sea acumulado en la fisura.
- Posteriormente se debe limpiar con un cepillo de acero, tal que asegure la eliminación de cualquier material extraño o suelto que se encuentre alojado en la fisura y se le imprime aire para terminar la limpieza de la fisura.
- Una vez realizada la limpieza, se coloca el cordón de respaldo y se vierte el material de sello de forma cuidadosa, estando atento de seguir cualquier especificación del fabricante del sello.
- El material de sello que se puede utilizar en este caso puede ser asfalto líquido o alquitrán.

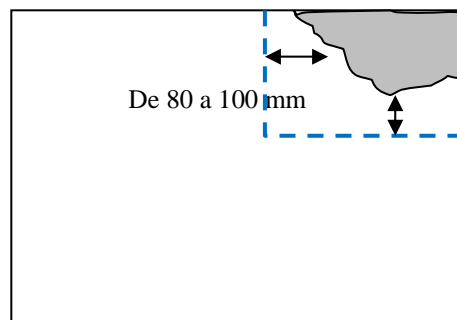
### PARCHADO PARCIAL “N.S: A”

Como el nivel de severidad de la fisura de esquina es Alto y el descascaramiento es en la parte superior de la losa, es un indicativo que se debe remover el área afectada por medio de reparaciones parciales.

Una de las condicionantes para realizar una reparación o parcheo parcial es que el área mínima a reparar debe ser de por lo menos 30 cm de longitud y 10 cm de ancho, además la profundidad del parche no debe pasar como máximo hasta  $1/3$  del espesor de la losa.

El procedimiento que se debe seguir para la reparación de la presente fisura de esquina es:

- Definir el área a remover (entre 80 a 100 mm mas allá del área afectada).
- Definir áreas cuadradas y rectangulares para que la remoción del concreto sea más fácil.
- Pintar los límites de remoción.



**Fig. 4.6 Reparación Fisura de Esquina**

- Efectuar un corte con una sierra alrededor del perímetro del área a reparar. El corte de la sierra debe tener una profundidad entre 25 a 50 mm.
- La superficie se debe remover en una profundidad mínima de 35 mm con martillos neumáticos ligeros hasta que quede expuesto el concreto sano. Para revisar si el concreto no se encuentra deteriorado a más profundidad golpear la superficie del concreto con una varilla de acero o un martillo, el sonido metálico indica un concreto bueno, mientras que un sonido hueco indica concreto pobre.
- El fondo del área removida se debe dejar rugosa e irregular para generar mayor adherencia con el concreto nuevo.
- Retirar los escombros con herramientas manuales una vez que se haya utilizado la herramienta neumática. Como nuestra remoción se efectúa cerca de una junta longitudinal y transversal, antes de verter el concreto se debe colocar algún separador para evitar la adherencia entre tableros adyacentes.
- En la superficie rugosa se vierte una lechada cementante para generar una unión entre los concretos. En seguida se coloca el concreto, se vibra para que disminuir los vacíos.
- Termine la superficie de la reparación al mismo nivel del pavimento circundante. Compacte la reparación hacia el exterior, del centro hacia el borde, empujando el material de la reparación hacia el exterior.
- Finalmente se le da un afinado igual al que presentaba la losa antes, se hace un adecuado curado y se sellan las juntas que sean necesarias.

#### **4.4.4. FISURA INDUCIDAS "FI"**

**Descripción:** Son un conjunto de fisuras de forma errática cuyo desarrollo en el pavimento es indicado por factores relativos a una inadecuada distribución de juntas o inapropiada inserción de estructuras u otros elementos dentro de las losas.

**Posibles Causas:** Fisuras alrededor de estructuras pueden inducirse cuando no se proveen elementos de aislamiento que eviten restricción en el movimiento de las losas.

**Nivel de Severidad "N.S.":** M; medio y A; alto

**Técnica de Reparación:** M; Sellado de fisuras con Asfalto liquido y A; Parchado en todo el espesor con concreto.

**Algunas Medidas u Observaciones:**

- Número de losas afectadas: 1 y 3 losas.
- Existe descascaramiento y peladuras

**Ubicación de la Falla:** Av. 21 de Diciembre; cuadra N° 6 y Calle Chuquisaca; cuadra N°3

**Foto del Deterioro:**

**Fig. 4.7 Fisuras Inducidas**

Nivel de Severidad: **M; medio**



Nivel de Severidad: **A; alto**



## **Proceso de Reparación:**

### **SELLADO DE FISURAS CON ASFALTO LÍQUIDO “N.S: M”**

El nivel de severidad es medio debido al ancho de la fisura y la poca presencia de despostillamiento, el proceso de reparación recomendado es el sellado de fisura con asfalto líquido.

- Se deberá limpiar la fisura en toda su profundidad, utilizando herramientas manuales para remover el material que sea acumulado en la fisura.
- Posteriormente se debe limpiar con un cepillo de acero, tal que asegure la eliminación de cualquier material extraño o suelto que se encuentre alojado en la fisura y se le imprime aire para terminar la limpieza de la fisura.
- Una vez realizada la limpieza, se coloca el cordón de respaldo y se vierte el material de sello de forma cuidadosa, aparte del asfalto líquido también se podría utilizar alquitrán que es muy común su uso en esta zona.

### **PARCHADO EN TODO EL ESPESOR CON CONCRETO “N.S: A”**

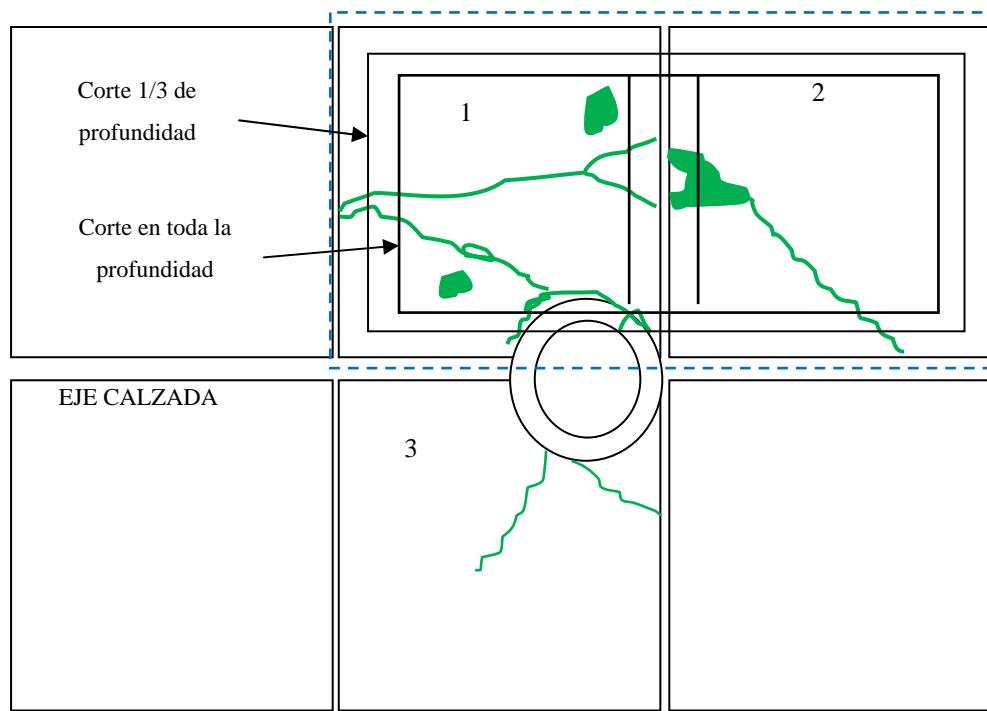
Tenemos un nivel de severidad alto y la altura de la losa es de 17 centímetros, se recomienda la reparación a profundidad total.

El área hacer removida, en este caso son 2 losas y la tercera losa se podría hacer solo un sellado de fisuras.

- El área hacer removida, se debe de marcar con pintura en la superficie del pavimento.
- Se deben hacer cortes en la dirección transversal y longitudinal con sierra a una profundidad de  $\frac{1}{4}$  del espesor de la losa y unos 15 cm mas adentro que el área delimitada. Seguidamente se hacen cortes secundarios en todo el espesor a unos 30 cm hacia adentro del área marcada para poder retirar en parte el área de reparación, la demolición es una opción, se la puede realizar con la ayuda de un martillo neumático retirando luego el material mediante el uso de herramientas manuales.
- Una vez retirado el material de la parte interna que se corto se procede a demoler la parte que falta donde se encuentra las barras pasajuntas con mucho cuidado para no dañarlas ni doblarlas, este proceso se lo puede realizar con la ayuda de cinceles y combos o martillos.

- En este caso la superficie que va unirse con el concreto nuevo es el espacio de las juntas. La junta transversal que se demolió en la reparación se la debe volver a considerar en la misma ubicación con sus respectivas barras pasajuntas.
- Después de quitar el concreto existente y el material suelto, el área estará lista para la reparación. Si los trabajos de remoción dañan la sub base será necesario agregar y compactar nuevo material de sub base.
- Antes de colocar el concreto coloque separadores o material compresible en las juntas para evitar la adherencia entre tableros adyacentes. Para el colocado de de los pasajuntas de la losa uno a la dos ayudarse con canastillas durante el vaciado.
- Coloque el concreto en el área de reparación, distribuya el concreto uniformemente. Realice un vibrado normal para disminuir los vacíos, el concreto deberá ser de las mismas especificaciones del concreto viejo, utilice reglas para enrasar y terminar la superficie reparada, este procedimiento se realiza para las losas de una en una.
- Para la losa tres realice el sellado como si fuera una fisura inducida de severidad media (M).

**Fig. 4.8 Reparación Fisura Inducida**



#### 4.4.5. DISLOCAMIENTO "DIS"

**Descripción:** Es una falla provocada por el tránsito en la que una losa del pavimento a un lado de una junta presenta un desnivel con respecto a una losa vecina; también puede manifestarse en correspondencia con fisuras.

**Posibles Causas:** Por depresión del extremo de la losa posterior al disminuir el soporte de la fundación, cambios de volumen que sufren los suelos bajo la losa de concreto y de una deficiente transferencia de carga entre juntas.

**Nivel de Severidad "N.S.":** M; medio y A; alto

**Técnica de Reparación:** M; Resellado de Juntas y A; Parchado Profundo mas base granular.

#### **Algunas Medidas u Observaciones:**

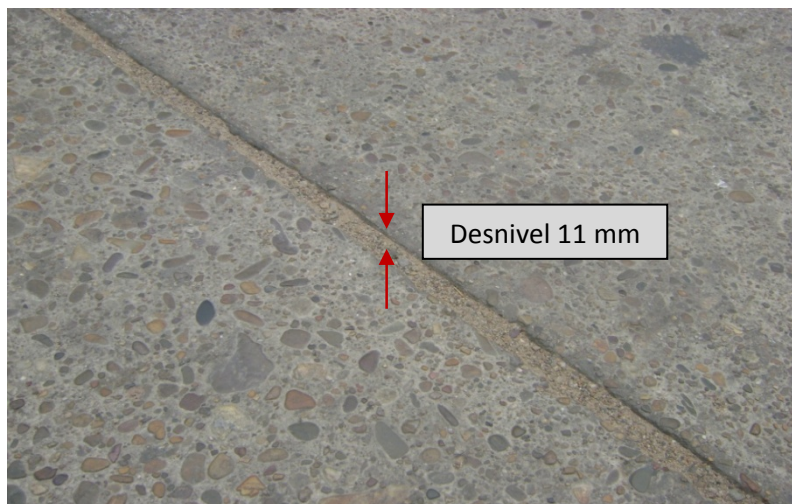
- Número de losas afectadas: 1 y 2 losas.
- Se observa peladuras y deficiencia en el material de sello.
- Existen fisuras transversales, hundimiento, pequeñas fisuras longitudinales y fisuras de esquina.

**Ubicación de la Falla:** Av. 21 de Diciembre; cuadra N° 11 y Calle Chuquisaca; cuadra N°5

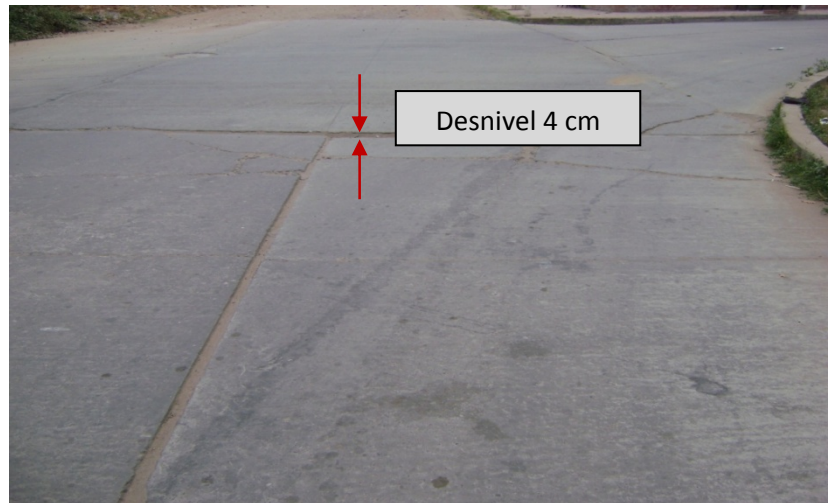
#### **Foto del Deterioro:**

**Fig. 4.9 Dislocamiento**

Nivel de Severidad: **M; medio**



Nivel de Severidad: **A; alto**



**Proceso de Reparación:**

**RESELLADO DE JUNTAS “N.S: M”**

El nivel de severidad es medio debido al desnivel entre, el proceso de reparación recomendado es el resellado de juntas.

- Retirar todo el vestigio de sello antiguo y materiales contaminantes.
- Se deberá limpiar la junta en toda su profundidad, utilizando herramientas manuales para remover el material que sea acumulado en la junta.
- Posteriormente se debe limpiar con un cepillo de acero, tal que asegure la eliminación de cualquier material extraño o suelto que se encuentre alojado en la junta y se le imprime aire para terminar la limpieza de la junta.
- Una vez realizada la limpieza se coloca el material de relleno antes de colocar el material de sello, posteriormente se coloca el cordón de respaldo y se vierte el material de sello en la junta de forma cuidadosa, el alquitrán es un material muy usado en el sello de pavimentos rígidos en bermejo.

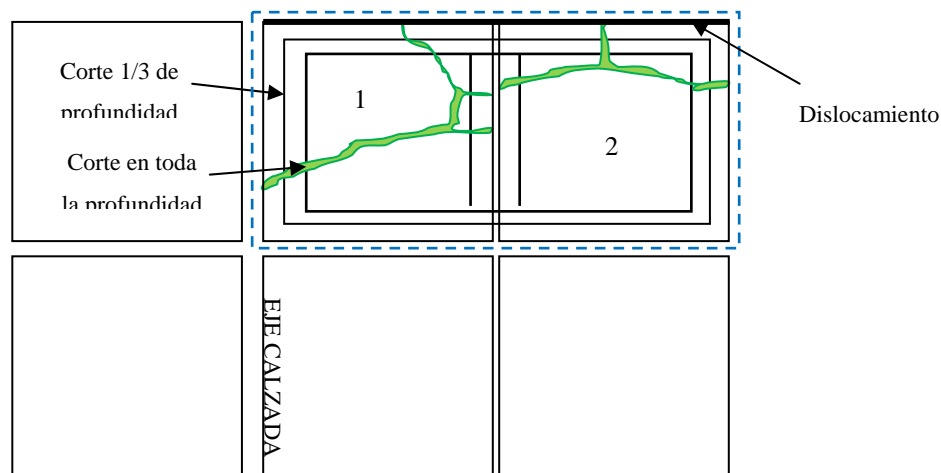
**PARCHADO PROFUNDO MÁS BASE GRANULAR “N.S: A”**

Como el nivel de severidad es alto y la altura de la losa es de 17 centímetros, se recomienda la reparación a profundidad total.

El área a ser removida, en este caso son 2 losas.

- El área a ser removida, se debe de marcar con pintura en la superficie del pavimento.
- Se deben hacer cortes en la dirección transversal y longitudinal con sierra a una profundidad de  $\frac{1}{4}$  del espesor de la losa y unos 15 cm mas adentro que el área delimitada. Seguidamente se hacen cortes secundarios en todo el espesor a unos 30 cm hacia adentro del área marcada para poder retirar en parte el área de reparación, la demolición es una opción, se la puede realizar con la ayuda de un martillo neumático retirando luego el material mediante el uso de herramientas manuales.
- Una vez retirado el material de la parte interna que se corto se procede a demoler la parte que falta donde se encuentra las barras pasajuntas con mucho cuidado para no dañarlas ni doblarlas, este proceso se lo puede realizar con la ayuda de cinceles y combos o martillos.
- En este caso la superficie que va unirse con el concreto nuevo es el espacio de las juntas. La junta transversal que se demolió en la reparación se la debe volver a considerar en la misma ubicación con sus respectivas barras pasajuntas.
- Después de quitar el concreto existente y el material suelto, el área estará lista para la reparación. Si los trabajos de remoción dañan la sub base será necesario agregar y compactar nuevo material de sub base.

**Fig. 4.10 Reparación de Dislocamiento**



- Antes de colocar el concreto coloque separadores o material compresible en las juntas para evitar la adherencia entre tableros adyacentes. Para el colocado de los pasajuntas de la losa uno a la dos ayudarse con canastillas durante el vaciado.

- Coloque el concreto en el área de reparación, distribuya el concreto uniformemente. Realice un vibrado normal para disminuir los vacíos, el concreto deberá ser de las mismas especificaciones del concreto viejo, utilice reglas para enrasar y terminar la superficie reparada, este procedimiento se realiza para las losas de una en una.

#### 4.4.6. HUNDIMIENTO "H"

**Descripción:** Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo; puede estar acompañado de un fisuramiento significativo, debido al asentamiento del pavimento.

**Posibles Causas:** Puede ocurrir cuando se producen asentamiento o consolidación en la sub rasante, en zonas contiguas a una estructura de drenaje o de retención donde puede ocurrir el asentamiento del material de relleno por deficiente compactación inicial o bien por movimiento de la propia estructura.

**Nivel de Severidad "N.S.":** M; medio y A; alto

**Técnica de Reparación:** M y A; Parchado Profundo mas base granular.

**Algunas Medidas u Observaciones:**

- Número de losas afectadas: 2 losas.
- Existen fisuras transversales, hundimiento, fisuras longitudinales y fisuras de esquina.

**Ubicación de la Falla:** Av. 21 de Diciembre; cuadra N° 11

**Foto del Deterioro:**

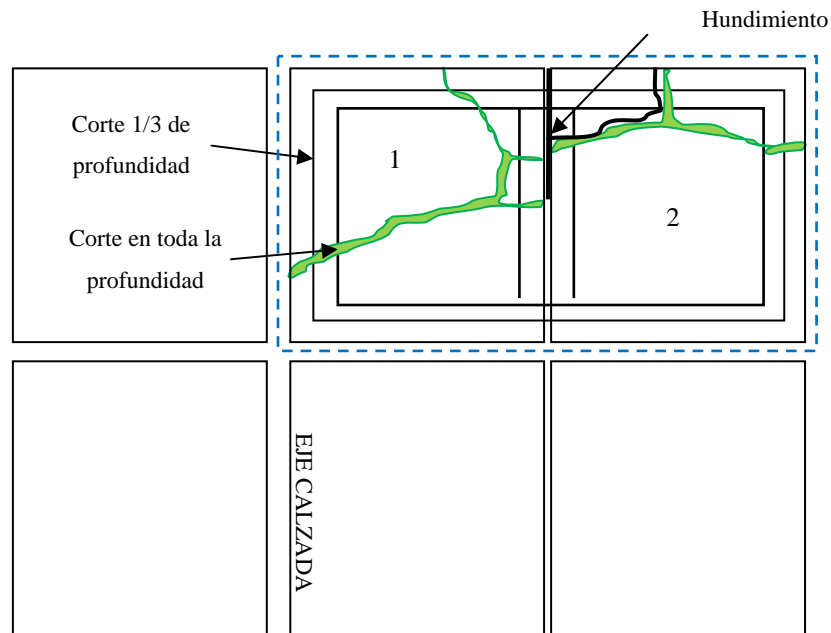
**Fig. 4.11 Hundimiento**



**Nivel de Severidad: A; alto**

## Proceso de Reparación:

### PARCHADO PROFUNDO MÁS BASE GRANULAR “N.S: A”



**Fig. 4.12 Reparación Hundimiento**

Como el nivel de severidad es medio y alto, además existen otras fallas en las losas, se recomienda la reparación a profundidad total.

El área a ser removida, en este caso son 2 losas.

- El área a ser removida, se debe de marcar con pintura en la superficie del pavimento.
- Se deben hacer cortes en la dirección transversal y longitudinal con sierra a una profundidad de  $\frac{1}{4}$  del espesor de la losa y unos 15 cm más adentro que el área delimitada. Seguidamente se hacen cortes secundarios en todo el espesor a unos 30 cm hacia adentro del área marcada para poder retirar en parte el área de reparación, la demolición es una opción, se la puede realizar con la ayuda de un martillo neumático retirando luego el material mediante el uso de herramientas manuales.
- Una vez retirado el material de la parte interna que se cortó se procede a demoler la parte que falta donde se encuentra las barras pasajuntas con mucho cuidado para no dañarlas ni doblarlas, este proceso se lo puede realizar con la ayuda de cinceles y combos o martillos.

- En este caso la superficie que va unirse con el concreto nuevo es el espacio de las juntas. La junta transversal que se demolió en la reparación se la debe volver a considerar en la misma ubicación con sus respectivas barras pasajuntas.
- Después de quitar el concreto existente y el material suelto, el área estará lista para la reparación. Si los trabajos de remoción dañan la sub base será necesario agregar y compactar nuevo material de sub base.
- Antes de colocar el concreto coloque separadores o material compresible en las juntas para evitar la adherencia entre tableros adyacentes. Para el colocado de las pasajuntas de la losa uno a la dos ayudarse con canastillas durante el vaciado.
- Coloque el concreto en el área de reparación, distribuya el concreto uniformemente. Realice un vibrado normal para disminuir los vacíos, el concreto deberá ser de las mismas especificaciones del concreto viejo, utilice reglas para enrasar y terminar la superficie reparada, este procedimiento se realiza para las losas de una en una.

#### **4.4.7. DESCASCARAMIENTO Y FISURAS CAPILARES "DFC"**

**Descripción:** Descascaramiento es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de concreto. Por fisuras capilares se refiere a una malla o red de fisuras superficiales muy finas, que se extiende solo a la superficie del concreto.

**Posibles Causas:** Pueden evolucionar en muchos casos por efecto del tránsito, dando origen al descascaramiento de la superficie.

**Nivel de Severidad "N.S.":** A; alto

**Técnica de Reparación:** A; Parchado superficial con concreto.

**Algunas Medidas u Observaciones:**

- Número de losas afectadas: 1 losas.
- Evolución de fisuras por mal funcionamiento de juntas y fisura de esquina.

**Ubicación de la Falla:** Av. 21 de Diciembre; cuadra N° 9

**Foto del Deterioro:**

**Fig. 4.13 Descascaramiento**



**Proceso de reparación:**

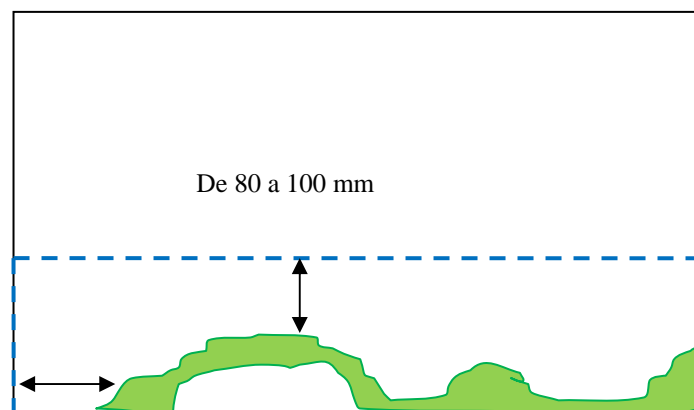
**PARCHADO SUPERFICIAL CON CONCRETO “N.S: A”**

Como el descascaramiento es en la parte superior de la losa y el nivel de severidad es Alto, es un indicativo de remover el área afectada por medio de reparaciones parciales.

El procedimiento que se debe seguir para la reparación del descascaramiento es:

- Definir el área a remover (entre 80 a 100 mm mas allá del área afectada).
- Definir áreas cuadradas y rectangulares para que la remoción del concreto sea más fácil.
- Pintar los límites de remoción.

**Fig. 4.14 Reparación Descascaramiento**



- Efectuar un corte con una sierra alrededor del perímetro del área a reparar. El corte de la sierra debe tener una profundidad entre 25 a 50 mm.
- La superficie se debe remover en una profundidad mínima de 35 mm con martillos neumáticos ligeros hasta que quede expuesto el concreto sano. Para revisar si el concreto no se encuentra deteriorado a más profundidad golpear la superficie del concreto con una varilla de acero o un martillo, el sonido metálico indica un concreto bueno, mientras que un sonido hueco indica concreto pobre.
- El fondo del área removida se debe dejar rugosa e irregular para generar mayor adherencia con el concreto nuevo.
- Retirar los escombros con herramientas manuales una vez que se haya utilizado la herramienta neumática. Como nuestra remoción se efectúa cerca de una junta longitudinal y transversal, antes de verter el concreto se debe colocar algún separador para evitar la adherencia entre tableros adyacentes.
- En la superficie rugosa se vierte una lechada cementante para generar una unión entre los concretos. En seguida se coloca el concreto, se vibra para que disminuir los vacíos.
- Termine la superficie de la reparación al mismo nivel del pavimento circundante. Compacte la reparación hacia el exterior, del centro hacia el borde, empujando el material de la reparación hacia el exterior.
- Finalmente se le da un afinado igual al que presentaba la losa antes, se hace un adecuado curado y se sellan las juntas que sean necesarias.

#### **4.4.8. BACHE "B"**

**Descripción:** Descomposición o desintegración la losa de concreto y su remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares.

**Posibles Causas:** Fundaciones y capas inferiores inestables, espesores del pavimento estructuralmente insuficientes, la acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento.

**Nivel de Severidad "N.S.":** M; medio

**Técnica de Reparación:** M; Parchado en todo el espesor con concreto.

**Algunas Medidas u Observaciones:**

- Número de losas afectadas: 1 losa.
- Se produjo en parchado.

**Ubicación de la Falla:** Av. 21 de Diciembre; cuadra N° 7

**Foto del Deterioro:**

**Fig. 4.15 Bache**

**Proceso de Reparación:****PARCHADO EN TODO EL ESPESOR CON CONCRETO “N.S: M”**

Nos encontramos con un bache con nivel de severidad medio y la altura de la losa es de 17 centímetros, se recomienda la reparación a profundidad total.

El área a ser removida es el parche que ya existía en la losa.

- Primero se debe realizar la limpieza del bache en toda su profundidad.
- Se deben hacer cortes en la dirección transversal y longitudinal con sierra a una profundidad de  $\frac{1}{4}$  del espesor de la losa y unos 15 cm. más adentro que el área delimitada. Seguidamente se hacen cortes secundarios en todo el espesor a unos 30 cm. hacia adentro del área marcada para poder retirar en parte el área de reparación, la

demolición es una opción, se la puede realizar con la ayuda de un martillo neumático retirando luego el material mediante el uso de herramientas manuales.

- Una vez retirado el material de la parte interna que se corto se procede a demoler la parte que falta donde se encuentra las barras pasajuntas con mucho cuidado para no dañarlas ni doblarlas, este proceso se lo puede realizar con la ayuda de cinceles y combos o martillos.
- Después de quitar el concreto existente y el material suelto, el área estará lista para la reparación. Si los trabajos de remoción dañan la sub base será necesario agregar y compactar nuevo material de sub base.
- Antes de colocar el concreto coloque separadores o material compresible en las juntas para evitar la adherencia entre tableros adyacentes.
- Coloque el concreto en el área de reparación, distribuya el concreto uniformemente. Realice un vibrado normal para disminuir los vacíos, el concreto deberá ser de las mismas especificaciones del concreto viejo, utilice reglas para enrasar y terminar la superficie reparada.

#### **4.4.9. DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE SELLO "DMS"**

**Descripción:** Se refiere a cualquier condición que posibilite la acumulación de material en las juntas o permita una significativa infiltración de agua. La acumulación de material incompresible impide el movimiento de la losa, posibilitando que se produzcan fallas, como levantamiento o despostillamientos de juntas.

**Posibles Causas:** Endurecimiento por oxidación del material de sello, pérdida de adherencia con los bordes de las losas, levantamiento del material de sello por efecto del tránsito y movimientos de las losas.

**Nivel de Severidad "N.S.":** M; medio y A; alto

**Técnica de Reparación:** M y A; Resellado de Juntas

**Algunas Medidas u Observaciones:**

- Número de losas afectadas: varias losas.
- Se observa peladuras.

**Ubicación de la Falla:** Av. 21 de Diciembre y Calle Chuquisaca

**Foto del Deterioro:****Fig. 4.16 Deficiencias en el Material de Sello****Nivel de Severidad: M; medio****Nivel de Severidad: A; alto****Proceso de Reparación:****RESELLADO DE JUNTAS “N.S: M y A”**

Tenemos un nivel de severidad medio y alto debido a la pérdida del material de sello en forma parcial y total de las juntas transversales e longitudinales, el proceso de reparación recomendado es el resellado de juntas.

- Retirar todo el vestigio de sello antiguo y materiales contaminantes.
- Se deberá limpiar la junta en toda su profundidad, utilizando herramientas manuales para remover el material que sea acumulado en la junta.
- Posteriormente se debe limpiar con un cepillo de acero, tal que asegure la eliminación de cualquier material extraño o suelto que se encuentre alojado en la junta y se le imprime aire para terminar la limpieza de la junta.
- Una vez realizada la limpieza se coloca el material de relleno antes de colocar el material de sello, posteriormente se coloca el cordón de respaldo y se vierte el material de sello en la junta de forma cuidadosa, el alquitrán es un material muy usado como sellante de juntas.

#### **4.4.10. DESPOSTILLAMIENTO "DESP"**

**Descripción:** Rotura, fracturación o desintegración de los bordes de las losas dentro de los 0.60 metros de una junta o una esquina y generalmente no se extiende más allá de esa distancia. Además no se extiende verticalmente a través de la losa sino que intersectan la junta en ángulo.

**Posibles Causas:** Debilitamiento de los bordes de la junta debido a defectos constructivos, infiltración de materiales incompresibles en las juntas, deficiente diseño o construcción de los sistemas de transferencia de carga de la junta.

**Nivel de Severidad "N.S.":** B; bajo y M; medio

**Técnica de Reparación:** B; Resellado de juntas y M; Parchado superficial con concreto fino.

#### **Algunas Medidas u Observaciones:**

- Número de losas afectadas: 2 losas.
- Evoluciono de fisuras por mal funcionamiento de juntas.

**Ubicación de la Falla:** Av. 21 de Diciembre; cuadra N° 7

**Foto del Deterioro:**

**Fig. 4.17 Despostillamiento**



**Proceso de reparación:**

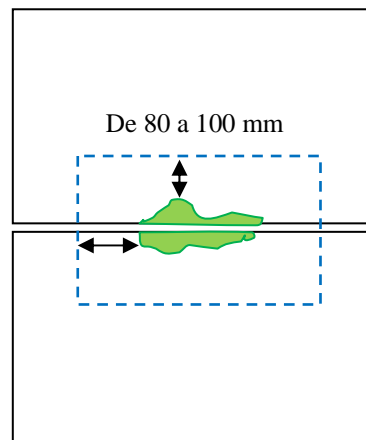
**PARCHADO SUPERFICIAL CON CONCRETO FINO “N.S: M”**

Como el despostillamiento es en la parte superior de la losa y el nivel de severidad es medio, es un indicativo de remover el área afectada por medio de reparaciones parciales.

El procedimiento que se debe seguir para la reparación es:

- Definir el área a remover (entre 80 a 100 mm mas allá del área afectada).
- Definir áreas cuadradas y rectangulares para que la remoción del concreto sea más fácil.
- Pintar los límites de remoción.

**Fig. 4.18 Reparación Despostillamiento**



- Efectuar un corte con una sierra alrededor del perímetro del área a reparar. El corte de la sierra debe tener una profundidad entre 25 a 50 mm.
- La superficie se debe remover en una profundidad mínima de 35 mm con martillos neumáticos ligeros hasta que quede expuesto el concreto sano. Para revisar si el concreto no se encuentra deteriorado a más profundidad golpear la superficie del concreto con una varilla de acero o un martillo, el sonido metálico indica un concreto bueno, mientras que un sonido hueco indica concreto pobre.
- El fondo del área removida se debe dejar rugosa e irregular para generar mayor adherencia con el concreto nuevo.
- Retirar los escombros con herramientas manuales una vez que se haya utilizado la herramienta neumática. Como nuestra remoción se efectúa cerca de una junta longitudinal y transversal, antes de verter el concreto se debe colocar algún separador para evitar la adherencia entre tableros adyacentes.
- En la superficie rugosa se vierte una lechada cementante para generar una unión entre los concretos. En seguida se coloca el concreto, se vibra para que disminuir los vacíos.
- Termine la superficie de la reparación al mismo nivel del pavimento circundante. Compacte la reparación hacia el exterior, del centro hacia el borde, empujando el material de la reparación hacia el exterior.
- Finalmente se le da un afinado igual al que presentaba la losa antes, se hace un adecuado curado y se sellan las juntas que sean necesarias.

#### **4.4.11. FISURAS POR MAL FUNCIONAMIENTO DE JUNTAS "FMEJ"**

**Descripción:** Fisuras sinuosas aproximadamente paralelas a la junta, en algunos casos transversalmente y en forma de arcos erráticos, localizados muy próximas a las mismas.

**Posibles Causas:** La colocación de barras pasadores mal alineados, el empleo de barras de insuficiente diámetro o longitud, o bien la corrosión de éstas.

**Nivel de Severidad "N.S.":** M; medio y A; alto

**Técnica de Reparación:** M y A; Parchado superficial con concreto.

**Algunas Medidas u Observaciones:**

- Número de losas afectadas: 1 y 1 losa.
- Existe la presencia de descascaramiento.

**Ubicación de la Falla:** Av. 21 de Diciembre N° 7 y 11

**Foto del Deterioro:**

**Fig. 4.19 Fisura por mal Funcionamiento de Juntas**

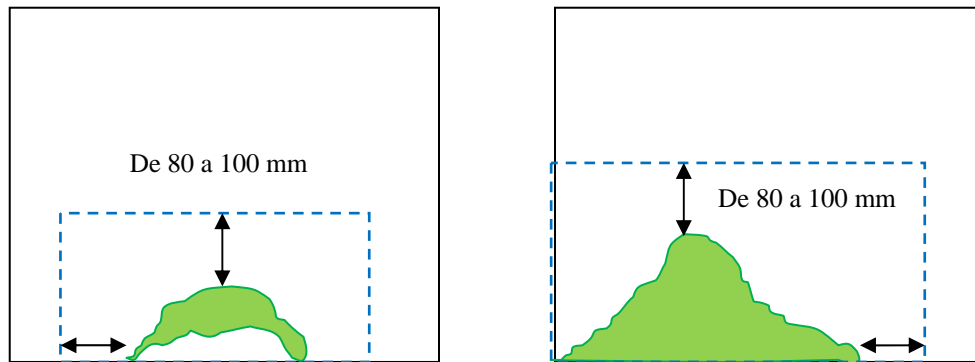
**Proceso de reparación:**

**PARCHADO SUPERFICIAL CON CONCRETO “N.S: M y A”**

El procedimiento que se debe seguir para la reparación es:

- Definir el área a remover (entre 80 a 100 mm mas allá del área afectada).
- Definir áreas cuadradas y rectangulares para que la remoción del concreto sea más fácil.
- Pintar los límites de remoción.

**Fig. 4.20 Reparación Fisuras por mal Funcionamiento de Juntas**



- Efectuar un corte con una sierra alrededor del perímetro del área a reparar. El corte de la sierra debe tener una profundidad entre 25 a 50 mm.
- La superficie se debe remover en una profundidad mínima de 35 mm con martillos neumáticos ligeros hasta que quede expuesto el concreto sano. Para revisar si el concreto no se encuentra deteriorado a más profundidad golpear la superficie del concreto con una varilla de acero o un martillo, el sonido metálico indica un concreto bueno, mientras que un sonido hueco indica concreto pobre.
- El fondo del área removida se debe dejar rugosa e irregular para generar mayor adherencia con el concreto nuevo.
- Retirar los escombros con herramientas manuales una vez que se haya utilizado la herramienta neumática. Como nuestra remoción se efectúa cerca de una junta longitudinal y transversal, antes de verter el concreto se debe colocar algún separador para evitar la adherencia entre tableros adyacentes.
- En la superficie rugosa se vierte una lechada cementante para generar una unión entre los concretos. En seguida se coloca el concreto, se vibra para que disminuir los vacíos.

- Termine la superficie de la reparación al mismo nivel del pavimento circundante. Compacte la reparación hacia el exterior, del centro hacia el borde, empujando el material de la reparación hacia el exterior.
- Finalmente se le da un afinado igual al que presentaba la losa antes, se hace un adecuado curado y se sellan las juntas que sean necesarias.

#### **4.4.12. PARCHADOS Y REPARACIONES "PR"**

**Descripción:** Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente.

**Posibles Causas:** Retracción de fraguado del hormigón del parche que lo despega del antiguo.

**Nivel de Severidad "N.S.":** M; medio y A; alto

**Técnica de Reparación:** M; Sellado de fisuras y A; Parchado en todo el espesor con concreto.

**Algunas Medidas u Observaciones:**

- Número de losas afectadas: 4 y 1 losa.

**Ubicación de la Falla:** Av. 21 de Diciembre; cuadra N° 7

**Foto del Deterioro:**

**Fig. 4.21 Parchados y Reparaciones**





### **Proceso de Reparación:**

#### **SELLADO DE FISURAS “N.S: M”**

Nos encontramos con una reparación o parchado con un nivel de severidad medio debido al ancho de la fisura y la poca presencia de despostillamiento, el proceso de reparación será:

- Se deberá limpiar la fisura en toda su profundidad, utilizando herramientas manuales para remover el material que sea acumulado en la fisura.
- Posteriormente se debe limpiar con un cepillo de acero, tal que asegure la eliminación de cualquier material extraño o suelto que se encuentre alojado en la fisura y se le imprime aire para terminar la limpieza de la fisura.
- Una vez realizada la limpieza, se coloca el cordón de respaldo y se vierte el material de sello de forma cuidadosa, aparte del asfalto líquido también se podría utilizar alquitrán que es muy común su uso en esta zona.

#### **PARCHADO EN TODO EL ESPESOR CON CONCRETO “N.S: A”**

Nos encontramos con un parche con nivel de severidad alto ya que presenta un bache en su interior, se recomienda la reparación a profundidad total.

El área a ser removida es el parche que ya existía en la losa.

- Primero se debe realizar la limpieza del bache en toda su profundidad.
- Se deben hacer cortes en la dirección transversal y longitudinal con sierra a una profundidad de  $\frac{1}{4}$  del espesor de la losa y unos 15 cm mas adentro que el área delimitada. Seguidamente se hacen cortes secundarios en todo el espesor a unos 30 cm

hacia adentro del área marcada para poder retirar en parte el área de reparación, la demolición es una opción, se la puede realizar con la ayuda de un martillo neumático retirando luego el material mediante el uso de herramientas manuales.

- Una vez retirado el material de la parte interna que se corto se procede a demoler la parte que falta donde se encuentra las barras pasajuntas con mucho cuidado para no dañarlas ni doblarlas, este proceso se lo puede realizar con la ayuda de cinceles y combos o martillos.
- Después de quitar el concreto existente y el material suelto, el área estará lista para la reparación. Si los trabajos de remoción dañan la sub base será necesario agregar y compactar nuevo material de sub base.
- Antes de colocar el concreto coloque separadores o material compresible en las juntas para evitar la adherencia entre tableros adyacentes.
- Coloque el concreto en el área de reparación, distribuya el concreto uniformemente. Realice un vibrado normal para disminuir los vacíos, el concreto deberá ser de las mismas especificaciones del concreto viejo, utilice reglas para enrasar y terminar la superficie reparada.

#### **4.5. VALIDACIÓN DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS**

La presente validación de los procesos desarrollados en el anterior punto sobre los procedimientos que se deben seguir para la reposición de las fallas presentadas en el pavimento rígido de la calle Chuquisaca y la avenida 21 de Diciembre de la ciudad de Bermejo están enfocados en el análisis de las siguientes observaciones:

##### **VENTAJAS DE LOS PROCEDIMIENTOS**

- No requieren el uso de muchos recursos humanos, esto en cuanto a la mano de obra.
- Los equipos mencionados se los pueden encontrar en nuestro medio.
- Los materiales de sello son muy utilizados en el medio dentro del campo de la pavimentación de calles o carreteras.
- Estos procedimientos abarcan a una profundidad total de la capa de rodadura, inclusive la capa sub base, además abarcan el área de una losa pero si las fallas se extienden mas de una losa, el proceso puede ser reiterativo.

##### **DESVANTAJAS DE LOS PROCEDIMIENTOS**

- El personal debe tener conocimiento sobre el manejo de los equipos a utilizar.
- Los equipos no se los encuentra en la ciudad de bermejo.
- El material de sello disminuye su adherencia en temperaturas altas.
- Se tiene que desviar el transito por el área de trabajo.

Debido a que las áreas de trabajo o reparaciones de fallas en pavimentos rígidos no son muy grandes, el personal puede ser reducido pero con conocimiento básico en el manejo de los equipos como: martillo neumático y de la sierra para el corte del concreto. Estos equipos no se los encuentra en la ciudad de bermejo debió a que estas actividades de reparación o mantenimiento a las calles pavimentadas no se los realizan con mucha frecuencia, pero si se los pueden conseguir dentro del mercado nacional además otros municipios si cuentan con estos equipos debido a que son utilizados en los trabajos de reparaciones de sus calles.

Los materiales de sello como el alquitrán o el asfalto son muy utilizados en el campo de la pavimentación de las calles de la ciudad de bermejo estos debido a las altas temperaturas a las que esta sometida la ciudad en época de verano, el material de sello pierde adherencia y por la influencia del transito circulante y es removido de su lugar, dicho material.

Durante los trabajos de remoción del pavimento, en el área a reparar, suele provocarse un daño a veces a las capas inferiores como la sub base, así que es necesario que dicha capa sea restaurada a su estado anterior antes de vaciar el concreto en la zona a reparar. Debido a la influencia de las cargas de los vehículos, estos no deben circular por el área de reparación hasta que el concreto presente la resistencia necesaria a dichas cargas.

## 5.1. CONCLUSIONES

Al término del presente proyecto se puede decir que se logro plantear las técnicas de reposición de fallas para pavimentos rígidos, haciendo el uso de técnicas que son utilizadas en otros países y en el nuestro, además estas reparaciones en forma teórica darán una mejor vialidad a los usuarios, como son los vehículos automotores.

Se logro obtener información técnica y características de las calles en estudio, de los archivos de la Alcaldía Municipal de Bermejo. También se obtuvo información mediante estudios adicionales realizados por mi persona el autor, estudios como la serviciabilidad, rugosidad y volumen de transito de las calles en estudio. Todos los datos obtenidos y elaborados me ayudaron a hacer un diagnostico de la situación actual de las calles.

Se identifico y se evaluó las fallas que presentan las losas en cada cuadra de estudio, se planteo la alternativa de reparación de cada falla de acuerdo a su nivel de severidad que presentaban.

Los procedimientos de construcción fueron desglosados para cada tipo de falla que se identifico en el pavimento, se opto por la técnica de reposición de acuerdo a la magnitud y la asociación con otras fallas, en algunos casos afectando a más de una losa.

Al haber finalizado el levantamiento de campo y el análisis de las diferentes fallas encontradas en la superficie de rodadura del pavimento rígido, de la ciudad de Bermejo, específicamente en la calle Chuquisaca y en la avenida 21 de Diciembre, podemos decir:

La mayoría de los deterioros encontrados corresponden al fisuramiento de la superficie de rodadura del pavimento, que por falta o inadecuado mantenimiento, éstas progresan hasta tal grado de generar a través de su evolución deterioros mayores como fisuramiento inducido o en bloques, baches y descascamiento; que afecta al tráfico circundante y propicio para acumulación de agua; grietas longitudinales y transversales con longitudes que atraviesan en ocasiones más de un tablero o 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 bajas y moderadas; hundimientos producto de la falta de soporte de la fundación por la calidad de los suelos o la mala compactación en las capas inferiores a la carpeta de rodadura.

A continuación se muestra una tabla donde se hace un resumen de los tipos de fallas y sus técnicas de reposición de la calle CHUQUISACA y la Av. 21 DE DICIEMBRE de la ciudad de BERMEJO.

Nº	FALLAS EN EL PAVIMENTO	N.S.	TÉCNICA DE REPOSICIÓN
1	Fisura Transversal o Diagonal "FT, FD"	M	Sellado de fisuras
		A	Parchado Profundo
2	Fisura Longitudinal "FL"	M	Sellado de fisuras con asfalto liquido
		A	Sellado de fisura con mortero asfáltico
3	Fisura de Esquina "FE"	M	Sellado de Fisuras
		A	Parchado Profundo o Parcial
4	Fisuras Inducidas "FI"	M	Sellado de fisuras con asfalto liquido
		A	Parchado en todo el espesor con concreto
5	Dislocamiento "DIS"	M	Resellado de juntas
		A	Parchado Profundo
6	Hundimiento "H"	M	Parchado Profundo
		A	Parchado profundo mas base granular
7	Descascaramiento y Fisuras Capilares "DFC"	A	Parchado superficial con concreto
8	Bache "B"	M	Parchado en todo el espesor con concreto
9	Deficiencias en el Material de Sello "DMS"	M	Resellado de juntas
		A	
10	Despostillamiento "DESP"	B	Sellado y Resellado de Juntas
		M	Parchado superficial con concreto fino
11	Fisuras por Mal Funcionamiento de Juntas "FMFJ"	M	Parchado superficial con concreto
		A	Parchado superficial con concreto
12	Parchados y Reparaciones para Servicios Públicos "PR"	M	Sellado de Fisuras
		A	Parchado en todo el espesor con concreto

En la tabla anterior se puede observar que las técnicas de reposición de fallas en el pavimento se resumen en 3 procedimientos: Parchado profundo, parchado parcial y el sellado de juntas y fisuras.

Es importante que se tenga que realizar el mantenimiento de forma rutinaria al pavimento rígido de estas dos calles, porque de no hacerlo así es posible que en los años posteriores la evolución de las fallas sea más considerable y más costosa de reparar, pudiendo llegar a tener que hacer una rehabilitación del pavimento.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Para poder prolongar la vida de los pavimentos en carreteras urbanas es necesario que se tenga que considerar lo siguiente:

- ✓ Evaluar las vialidades y determinar el grado de severidad de los diferentes deterioros para implementar reparaciones menores y garantizar la vida útil de la estructura de pavimento rígido.
- ✓ Conocer las diferentes técnicas constructivas que garanticen un nivel de serviciabilidad de la vía.
- ✓ Realizar el sellado de las juntas longitudinales y transversales con materiales compresibles para evitar la filtración de agua y materiales incompresibles.
- ✓ Antes de iniciar las reparaciones de una vía determinada, en un tiempo de antelación de 60 días se debe de realizar una investigación en el campo, con el fin de definir los límites de las áreas a reparar y plasmar esa información en los planos de la vía.
- ✓ En las reparaciones que se efectúen cerca de una junta longitudinal, transversal o intersección entre ellas; se deberá insertar una lámina incompresible, como por ejemplo una lámina de fibra, con el objeto de prevenir la adherencia de los concretos de la reparación con los circundantes y así evitar posibles descascamientos.

Para asegurar un buen comportamiento de las reparaciones se debe de tener en cuenta:

- Dimensiones de la reparación.
- Método de remoción (demolición o izado).
- Condiciones de drenaje.
- Materiales que están en la reparación (mortero, concreto, sellante).
- Tipo de Tráfico característico en la zona.
- Condiciones de construcción y control de calidad.