



Universidad  
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Trabajo de Investigación

**Correlación de las metodologías  
Índice de Condición de Pavimentos (PCI)  
y el Índice de Servicialidad Presente (PSI)  
en la avenida Bolognesi, tramo:  
Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril – El Tambo**

para optar el Grado Académico de Bachiller en  
Ingeniería Civil

**Hernán Antonio Quispe Cama**

Huancayo, 2018



Repositorio Institucional Continental

Trabajo de Investigación



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

## **AGRADECIMIENTO**

- Agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de crecer a lado de una familia maravillosa, por haberme dado calma y paciencia en los momentos críticos de mi camino, gracias señor por haber iluminado mi vida y llenarlo de muchos aprendizajes a lo largo de toda mi formación profesional.
- Agradecer a mis padres, por haberme formado y educado, de convertirme en la persona que soy en la actualidad; cada logro alcanzado es un mérito de ellos, gracias por haberme formado con disciplina, reglas de conducta y confianza, gracias a ustedes padres queridos por motivarme siempre a enfrentar cada nuevo reto, siempre con el esfuerzo necesario y humildad para alcanzar mis metas y objetivos.
- Agradecer a mis hermanos y hermanas, por darme la oportunidad y apoyarme en la continuidad de mis estudios. A ustedes le estoy inmensamente agradecido porque siempre me han impulsado a seguir y sobre todo confiar en mis propias capacidades para llegar a realizarme como persona y profesionalmente.
- Agradecer a mis hijas Valentina y Emily, quiénes representan mi fuente de inspiración y a no claudicar jamás; a ustedes mil gracias hijitas queridas que siempre están a mi lado llenándome de cariño y confianza a lo largo de todos estos años.
- Agradecer a mi asesor el Ing. Andrés Sotil, que acepto guiarme y brindarme su confianza durante todo el proceso en la realización y culminación de mi trabajo de investigación.

## **DEDICATORIA**

A MIS PADRES JULIO QUISPE OCHOA Y AMELIA CAMA ARIAS, POR SU CONSTANTE APOYO Y CONFIANZA, A MIS HIJAS VALENTINA Y EMILY PORQUE SON MI MOTIVO Y FUENTE DE INSPIRACIÓN, A MIS HERMANOS QUE ME IMPULSAN SIEMPRE A SEGUIR ADELANTE, Y A DIOS POR ESE AMOR Y DEVOCIÓN QUE SEMBRÓ EN MÍ, PARA APOYAR A LA SOCIEDAD.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |      |
|---|------|
| PORTADA .....                                     | i    |
| AGRADECIMIENTO .....                              | ii   |
| DEDICATORIA .....                                 | iii  |
| ÍNDICE DE CONTENIDO .....                         | iv   |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                            | vi   |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                            | viii |
| RESUMEN.....                                      | ix   |
| INTRODUCCIÓN.....                                 | xi   |
| CAPÍTULO I.....                                   | 1    |
| PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....                   | 1    |
| 1.1. Planteamiento del Problema.....              | 1    |
| 1.1.1. Formulación del Problema.....              | 1    |
| 1.1.1.1. Problema General.....                    | 1    |
| 1.1.1.2. Problemas Específicos.....               | 2    |
| 1.2. Objetivos .....                              | 2    |
| 1.2.1. Objetivo General.....                      | 2    |
| 1.2.2. Objetivos específicos.....                 | 2    |
| 1.3. Justificación e Importancia.....             | 2    |
| 1.4. Hipótesis y Descripción de la Variable ..... | 3    |
| 1.4.1. Hipótesis.....                             | 3    |
| 1.4.2. Variables .....                            | 4    |
| CAPÍTULO II.....                                  | 5    |
| MARCO TEÓRICO .....                               | 5    |
| 2.1. Antecedentes del Problema.....               | 5    |
| 2.1.1. Antecedentes Nacionales .....              | 5    |
| 2.1.2. Antecedentes internacionales.....          | 6    |
| 2.2. Bases Teóricas.....                          | 7    |

|                              |   |    |
|------------------------------|---|----|
| 2.2.1.                       | Pavimento .....   | 7  |
| 2.2.2.                       | Subrasante: .....   | 9  |
| 2.2.3.                       | Subbase .....   | 10 |
| 2.2.4.                       | Base .....  | 10 |
| 2.2.5.                       | Capa de Rodadura .....  | 10 |
| 2.2.6.                       | Evolución de los pavimentos de Concreto .....                 | 11 |
| 2.2.7.                       | Índice de Condición de Pavimento "PCI" .....                  | 14 |
| 2.2.8.                       | Índice de Servicialidad Presente "PSI" .....                  | 15 |
| 2.2.9.                       | Factores que influyen en el desempeño de los pavimentos ..... | 16 |
| 2.2.10.                      | Aplicaciones de Pavimentos Rígidos .....                      | 16 |
| 2.2.11.                      | Daños en el pavimento de concreto de cemento portland .....   | 17 |
| 2.3.                         | Definición de Términos Básicos.....                           | 24 |
| CAPÍTULO III.....            |   | 27 |
| METODOLOGÍA .....            |   | 27 |
| 3.1.                         | Métodos y alcance de la investigación.....                    | 27 |
| 3.1.1.                       | Método .....  | 28 |
| 3.1.2.                       | Alcance de la investigación .....                             | 28 |
| 3.2.                         | Diseño de la Investigación .....                              | 29 |
| 3.3.                         | Población y Muestra .....                                     | 29 |
| 3.4.                         | Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....          | 29 |
| CAPÍTULO IV .....            |   | 31 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... |   | 31 |
| 4.1                          | Resultados del tratamiento y análisis de la información.....  | 31 |
| 4.2                          | Prueba de Hipótesis .....                                     | 50 |
| 4.3                          | Discusión de Resultados .....                                 | 51 |
| CONCLUSIONES .....           |   | 52 |
| BIBLIOGRAFÍA.....            |   | 54 |
| ANEXOS.....                  |   | 57 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1:</b> Condición del pavimento con los métodos PCI y VIZIR ..... | 6  |
| <b>Tabla 2:</b> Rangos según la clasificación del PCI .....               | 15 |
| <b>Tabla 3:</b> Rangos de calificación del PSI.....                       | 15 |
| <b>Tabla 4:</b> Niveles de severidad para lisas divididas.....            | 18 |
| <b>Tabla 5:</b> Niveles de severidad para escalonamientos.....            | 20 |
| <b>Tabla 6:</b> Cálculo del PCI del 1er tramo.....                        | 32 |
| <b>Tabla 7:</b> Cálculo del PCI del 2do tramo .....                       | 32 |
| <b>Tabla 8:</b> Cálculo del PCI del 3er tramo.....                        | 33 |
| <b>Tabla 9:</b> Cálculo del PCI del 4to tramo .....                       | 33 |
| <b>Tabla 10:</b> Cálculo del PCI del 5to tramo .....                      | 34 |
| <b>Tabla 11:</b> Cálculo del PCI del 6to tramo .....                      | 34 |
| <b>Tabla 12:</b> Cálculo del PCI del 7mo tramo .....                      | 35 |
| <b>Tabla 13:</b> Cálculo del PCI del 8avo tramo .....                     | 35 |
| <b>Tabla 14:</b> Cálculo del PCI del 9eno tramo .....                     | 36 |
| <b>Tabla 15:</b> Cálculo del PCI del 10mo tramo .....                     | 36 |
| <b>Tabla 16:</b> Cálculo del PCI del 11avo tramo .....                    | 37 |
| <b>Tabla 17:</b> Cálculo del PCI del 12avo tramo .....                    | 37 |
| <b>Tabla 18:</b> Cálculo del PCI del 13avo tramo .....                    | 38 |
| <b>Tabla 19:</b> Cálculo del PCI del 14avo tramo .....                    | 38 |
| <b>Tabla 20:</b> Cálculo del PCI del 15avo tramo .....                    | 39 |
| <b>Tabla 21:</b> Cálculo del PCI del 16avo tramo .....                    | 39 |
| <b>Tabla 22:</b> Cálculo del PCI del 17avo tramo .....                    | 40 |
| <b>Tabla 23:</b> Cálculo del PCI del 18avo tramo .....                    | 40 |
| <b>Tabla 24:</b> Cálculo del PCI del 19avo tramo .....                    | 41 |
| <b>Tabla 25:</b> Cálculo del PCI del 20avo tramo .....                    | 41 |
| <b>Tabla 26:</b> Cálculo del PCI del 21avo tramo .....                    | 42 |
| <b>Tabla 27:</b> Cálculo del PCI del 22avo tramo .....                    | 42 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 28:</b> Cálculo del PCI del 23avo tramo .....  | 43 |
| <b>Tabla 29:</b> Cálculo del PCI del 24avo tramo .....  | 43 |
| <b>Tabla 30:</b> Cálculo del PCI del 25avo tramo .....  | 43 |
| <b>Tabla 31:</b> Cálculo del PCI del 26avo tramo .....  | 44 |
| <b>Tabla 32:</b> Cálculo del PCI del 27avo tramo .....  | 44 |
| <b>Tabla 33:</b> Cálculo del PCI del 28avo tramo .....  | 44 |
| <b>Tabla 34:</b> Cálculo del PSI evaluado en tramos .....   | 45 |
| <b>Tabla 35:</b> 1er cuadro comparativo entre el PCI vs PSI, con los datos obtenidos en campo ..... | 46 |
| <b>Tabla 36:</b> Análisis estadístico con la "t" de student.....                                    | 47 |
| <b>Tabla 37:</b> 2do cuadro comparativo entre el PCI vs PSI, con los valores promedios .....        | 48 |
| <b>Tabla 38:</b> Análisis estadístico con la "t" de student.....                                    | 49 |
| <b>Tabla 39:</b> Resultado de las tres cuadras en estudio según el PCI.....                         | 51 |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1:</b> Elementos de un pavimento rígido. ....  | 8  |
| <b>Figura 2:</b> Etapas para la preparación de la Sub-rasante .....  | 9  |
| <b>Figura 3:</b> Etapas para la preparación de la base .....   | 10 |
| <b>Figura 4:</b> Capas del pavimento rígido.....   | 11 |
| <b>Figura 5:</b> Cuadro resumen de las superficies pavimentadas .....  | 13 |
| <b>Figura 6:</b> Fisura de esquina: Valor de deducción vs Densidad de daño. ....   | 18 |
| <b>Figura 7:</b> Fisura de esquina.....  | 18 |
| <b>Figura 8:</b> Fisura de esquina – Deducción .....   | 19 |
| <b>Figura 9:</b> Fisura lineal – baja, media y alta. ....  | 19 |
| <b>Figura 10:</b> Fisura lineal – Deducción .....  | 20 |
| <b>Figura 11:</b> Fisura escalonamiento – baja, media y alta.....  | 20 |
| <b>Figura 12:</b> Escalonamiento – Deducción .....   | 21 |
| <b>Figura 13:</b> agregado pulido .....  | 22 |
| <b>Figura 14:</b> Mapa de fisuras – bajo, medio y alto .....   | 23 |
| <b>Figura 15:</b> Mapa de fisuras – deducción.....   | 23 |
| <b>Figura 16:</b> Parches y acometidas de servicios públicos – severidad baja, media y alta respectivamente. ....  | 24 |
| <b>Figura 17:</b> Parches y acometidas de servicios públicos - deducción .....   | 24 |
| <b>Figura 18:</b> ubicación geográfica de la Av. Bolognesi (tramo en análisis) .....   | 27 |
| <b>Figura 19:</b> Plano – ubicación del tramo en análisis .....  | 28 |
| <b>Figura 20:</b> Determinación de la correlación entre ambas metodologías en función a los datos obtenidos en campo. ....   | 47 |
| <b>Figura 21:</b> Determinación de la correlación entre ambas metodologías, con los datos promedios y relacionados con los datos obtenidos en campo según su condición. .... | 49 |

## **RESUMEN**

Para realizar este trabajo de investigación, es necesario hacer un estudio del estado situacional actual en que se encuentra el pavimento rígido de la Avenida Bolognesi.

Este proyecto de investigación, analiza un tramo de carretera de pavimento rígido existente, ubicado en la Av. Bolognesi desde el cruce con la Av. Huancavelica hasta el cruce con la Av. Ferrocarril, se presentan diferentes tipos de fallas superficiales en el pavimento rígido mencionado, sus diferentes causas son debido al tiempo transcurrido, para ello se plantea un análisis de correlación entre dos variables, el índice de condición de pavimento (PCI) y el índice de servicialidad presente (PSI), que nos permitirá encontrar una ecuación que involucren ambas variables, y en función a ella conocer el estado en que se encuentra el pavimento actualmente.

El objetivo de este trabajo de investigación, es determinar la correlación entre los índices del PCI y el PSI identificando las principales fallas del pavimento rígido del tramo en análisis; primero, se muestran las causas que produjeron estos deterioros; segundo, cuadro comparativo entre el PCI y PSI que nos permite observar la situación actual del pavimento rígido y observar la servicialidad actual de dicho pavimento.

El reconocimiento de los tramos superficiales del pavimento, se evaluaron y determinaron con los métodos del PCI que se encarga de analizarlo a través de los daños presentes en el pavimento rígido, y el PSI que se analiza en función a su servicialidad y su transitabilidad del pavimento rígido.

### **PALABRAS CLAVES**

Pavimento rígido, Daños en el pavimento de concreto, índice de condición de pavimento e índice de servicialidad presente.

## **SUMMARY**

To carry out this work, it is necessary to make a study of the current situational state in which it is located in rigid pavement, as well as to know the geometric characteristics of the streets built.

This research project analyzes a stretch of existing rigid pavement road, located on Av. Bolognesi from the junction with Av. Huancavelica to the junction with Av. Ferrocarril, there are different types of failures in the rigid pavement mentioned, its different causes due to the time that has elapsed, for this purpose a correlation analysis is proposed between two variables, the Pavement Condition Index and the Pre-sentential servitude index, which will allow to measure the state or situation in which find the current pavement.

The objective of the present project is to determine the correlation between the PCI and the PSI, identifying the main faults in the pavement of the section under analysis; first, the causes that caused these deteriorations are shown; second, comparative table between the PCI and PSI that allows us to observe the current situation of the rigid pavement and to observe the current helpfulness of said pavement.

The recognition of the surface sections of the pavement, were evaluated and determined with the methods of the PCI that is in charge of analyzing it through the damages present in the rigid pavilion, and the PSI that is analyzed according to its serviceability and its transitability of the section.

## **KEYWORDS**

Rigid Pavement, Concrete Pavement Damage, Pavement Condition Index and Present Serviceability Index.

## INTRODUCCIÓN

Está presente investigación sobre la “Correlación de las Metodologías Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y el Índice de Servicialidad presente (PSI) en la Avenida Bolognesi, Tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril – El Tambo”, se ha realizado con la finalidad de brindar información sobre el estado actual en que se encuentra el pavimento rígido, analizar las fallas o daños presentes en el pavimento, determinar su servicialidad del pavimento; para que finalmente se correlacionen los índices “PCI” y el “PSI”.

La estructura de este trabajo de investigación se divide en cuatro capítulos: el primer capítulo, contiene el planteamiento del problema, los objetivos y justificación del problema, las hipótesis y las variables del problema; el segundo capítulo comprende los antecedentes del problema, las bases teóricas y la definición de términos básicos; el tercer capítulo comprende la metodología, el alcance y diseño de la investigación, la población y muestra, y las técnicas e instrumentos de la recolección de datos; finalmente el cuarto capítulo comprende los resultados y discusiones, que conllevan a definir la correlación que existen entre estas dos metodologías.

En la parte final del trabajo de investigación, se escriben las conclusiones y se adjuntan en la parte de los Anexos datos que corroboren la realización del trabajo de investigación de acorde con los resultados obtenidos.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento del Problema

Desde hace unos años, la ingeniería vial ha sido fundamental en el crecimiento y desarrollo del país, la implementación y aplicación de nuevas tecnologías, como la construcción de los diferentes tipos de carreteras, (flexible, rígido y mixto) en todas las regiones del Perú ha sido muy importante, porque ha permitido el acceso directo e integración entre los principales centros rurales y urbanos de nuestro país. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015). Es importante para el país desarrollar estrategias y un plan vial, que permitan cubrir las principales necesidades de la población.

Asimismo, al transitar por las diversas calles de la ciudad de Huancayo, se observa que en varias avenidas, calles y jirones existen diferentes tipos de fallas en los pavimentos, sean flexibles o rígidos, los cuales generan incomodidad en los transportistas, quienes con tal de evitar los huecos y/o baches, ocasionan muchos casos de choques y atropellos, afectando a los transeúntes. (Porta Romero, 2016).

En este contexto, es necesario plantear alternativas de solución en base a un diagnóstico situacional. Para ello, en este trabajo de investigación se va a realizar una comparación y evaluación del nivel de deterioro del pavimento rígido, para determinar la correlación que existe entre estas dos metodologías: el índice de condición de pavimento (PCI) y el índice de servicialidad presente (PSI), las mismas que se van a comparar en función a sus resultados, y en base a ello se va a recomendar el tipo de solución según las fallas superficiales y la transitabilidad de la vía, que se debe aplicar en el tramo en análisis.

#### 1.1.1. Formulación del Problema

##### 1.1.1.1. Problema General

¿Cuál es la correlación entre las metodologías índice de condición de pavimentos (PCI) y el índice de servicialidad presente (PSI), en la medición del estado actual de deterioro de pavimentos, en la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica hasta Av. Ferrocarril – El Tambo - Huancayo?

### **1.1.1.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuáles son los daños superficiales presentes en el pavimento rígido de la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril (Distrito de El Tambo)?
- ¿En qué condición se encuentra el pavimento de la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril (Distrito de El Tambo), según la metodología PCI?
- ¿Cuál es el estado actual de deterioro y servicialidad de la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril (Distrito de El Tambo), utilizando la metodología PSI?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Determinar cuál es la correlación entre las metodologías índice de condición de pavimentos (PCI) y el índice de servicialidad presente (PSI), en la medición del estado actual de deterioro de pavimentos, en la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica hasta Av. Ferrocarril – El Tambo – Huancayo.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar cuáles son los daños superficiales presentes en el pavimento rígido de la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril (Distrito de El Tambo).
- Determinar en qué condición se encuentra el pavimento de la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril (Distrito de El Tambo), según la metodología PCI.
- Determinar cuál es el estado actual de deterioro y servicialidad de la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril (Distrito de El Tambo), utilizando la metodología PSI.

## **1.3. Justificación e Importancia**

La justificación de este trabajo de investigación, se basa en función a la necesidad de conocer el estado actual del pavimento rígido de la Av. Bolognesi, así mismo, permitirá determinar y conocer las fallas presentes de este pavimento, en función a su severidad y cantidad de fallas presentes en el tramo en estudio; para encontrar de esta manera la correlación que existen entre estas dos metodologías del PCI con el PSI.

Este conocimiento permitirá plantear posibles niveles de intervención de acuerdo a los requerimientos, por ejemplo, reparar o renovar los tramos evaluados de acuerdo a la condición operacional del pavimento rígido, obtenida como resultado del presente proyecto de investigación, según el PC.

Así mismo, los tramos evaluados permitirán conocer la accesabilidad y transitabilidad de la vía, según el PSI. Si bien, ambas metodologías permiten realizar la evaluación superficial, es necesario conocer la relación que existe entre ellas para mejorar la intervención de una vía, como también agilizar el procedimiento para su mantenimiento, rehabilitación o cambio de la estructura de un pavimento. Por tanto, realizar una evaluación con PCI, es mucho más barato que otras metodologías como el IRI (índice de rugosidad internacional), puesto que se basa en encontrar las fallas superficiales del pavimento.

Para ello, se correlacionan 2 metodologías estándar: Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y el Índice de Servicialidad Presente (PSI), en la Avenida Bolognesi entre los tramos desde las Av. Huancavelica hasta la Av. Ferrocarril, ubicada en el distrito de El Tambo, para determinar la relación que existe entre ellas, así mismo, encontrar y determinar una ecuación que relacione ambas metodologías.

## **1.4. Hipótesis y Descripción de la Variable**

### **1.4.1. Hipótesis**

#### **1.4.1.1. Hipótesis General**

La correlación entre las metodologías índice de condición de pavimentos (PCI) y el índice de servicialidad presente (PSI), son directamente proporcionales y están en función a las patologías presentes en la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica hasta Av. Ferrocarril – El Tambo – Huancayo.

#### **1.4.1.2. Hipótesis Específicas**

- Las fallas superficiales presentes en el pavimento rígido de la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril (Distrito de El Tambo), de mayor incidencia son las fallas por losa dividida, fallas por agregado pulido y las fallas lineales.

- La condición actual del pavimento rígido de la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril (Distrito de El Tambo), tiene un PCI entre 10% y 30% y está en condición de malo y muy malo, según la metodología del PCI.
- El estado actual de deterioro y servicialidad en la Av. Bolognesi tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril (Distrito de El Tambo), tiene un PSI entre 1 y 2 con una transitabilidad mala, utilizando la metodología PSI.

#### **1.4.2. Variables**

##### **1.4.2.1. Variable Independiente**

Metodologías del índice de condición de pavimentos y el índice de servicialidad presente.

##### **1.4.2.2. Variable Dependiente**

Resultados de la Condición del Pavimento Rígido.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del Problema

##### 2.1.1. Antecedentes Nacionales

- Según la tesis (Bernaola Chuquillanqui, 2014): Dentro del grupo de unidades analizadas, el PCI mayor fue de 66.29 que indica que el pavimento está en buena condición, mientras que el PCI de menor valor fue de 39.81 y nos indica que la condición en que se encuentra el pavimento es mala. El estudio se llevó a cabo en la Avenida Huancavelica del Distrito de Chilca – Huancayo, siendo los baches las fallas más comunes y su deterioro se debe en gran medida a los buzones y las acometidas de servicios públicos.

Al PCI promedio en esta Avenida fue de 53.89, que indica que la condición del pavimento está en un estado de regular, por lo que es necesario hacer un mantenimiento y en algunos casos requiere una rehabilitación, según lo indicado en esta metodología del PCI. Por tanto, se recomienda tomar medidas de control, una de ellas es nombrar soluciones posibles como: el resellado de juntas y sellado de las grietas, reparar o reemplazar el total de las losas, colocación de barras de transferencia de carga y/o reemplazo de losas rígidas por pavimento flexible, son algunas alternativas de solución. Por tanto, la investigación de Bernaola, servirá como punto de partida para realizar la auscultación del pavimento en estudio.

- Según la tesis (Robles Bustios, 2015): El método del PCI, es de gran utilidad debido a que proporciona mediante el método de la observación en que condición se encuentra el pavimento, superficialmente. Los daños o fallas de mayor incidencia en el pavimento en estudio realizado en la ciudad de Barranco - Surco - Lima, es la fisura por piel de cocodrilo que son causadas por fatiga y las obras a ejecutarse en esta sección (Av. Prolongación de la Castellana) es la reconstrucción total, debido a que el valor del PCI obtenido fue bajo que indica que el pavimento está en una muy mala condición o por colapsar, mermando la clasificación del pavimento. También se encontraron fallas funcionales como los parches, que afectan la servicialidad de la vía mas no producen daños importantes en los pavimentos.

- Según la tesis (Porta Romero, 2016): que compara las metodologías del PCI con el método de Visión e Inspección de Zonas e itinerarios en Riesgo (VIZIR), cuyo estudio se llevó a cabo en la Avenida Mariscal Castilla Tramo: Fundo el Porvenir – La Victoria – Huancayo.

**Tabla 1:** Condición del pavimento con los métodos PCI y VIZIR

|                | PCI (Falla 0-100:excelente) | VIZIR (bueno 0-7 deficiente) |
|----------------|-----------------------------|------------------------------|
| Lado Izquierdo | 39.35 (Malo)                | 1.38 (bueno)                 |
| Lado Derecho   | 45.43 (regular)             | 2.23 (bueno)                 |

Fuente: (Porta Romero, 2016)

Como resultado final del estudio realizado en la Av. La Avenida Mariscal Castilla, se conoce el estado actual situacional en que se encuentra el pavimento y como conclusión final mediante la comparación entre ambas metodologías mencionadas se tiene que: el pavimento se encuentra en mala condición en el sentido por la izquierda y en condición de regular en el sentido por la derecha aplicando la metodología del PCI; y cuando se aplica el método VIZIR se tiene que el pavimento se encuentra en buena condición por ambos sentidos de la vía. De la tabla 1, podemos observar que cuando ambos métodos analizan en sentido por la izquierda hay un grado alto de diferencia, mientras que el sentido por la derecha hay cierto grado de similitud.

### 2.1.2. Antecedentes internacionales

- Según la tesis (Cote Sosa, y otros, 2017): el resultado del pavimento rígido que tuvo lugar en la Av. El Malecón – Cartagena – Colombia, aplicando la metodología del PCI fue de 44.4 que nos indica que la condición del estado del pavimento es regular y está dentro del rango establecido por la norma ASTM – 6433 07. Del total de las losas en estudio tenemos que: el 65% de las losas están en condición de regular, el 25% en una mala condición y el 10% restante indica que el pavimento está en buenas condiciones.

Las fisuras o fallas que se presentan en esta vía son: fisuras por desconchamiento, mapa de grietas y los craquelados con una severidad alta; fisura por losa dividida y las grietas lineales que presentan una alta severidad; finalmente se tienen las fisuras por grietas de esquina con baja severidad.

El autor propone alternativas de solución, con la finalidad de reparar y en algunos la rehabilitación de las losas para mantenerlas en buen estado, siendo las soluciones: sellado de las grietas y las juntas; reparación parcial y/o total de las losas y el cepillado de la superficie. Sin embargo, en este trabajo de investigación no se realizó el presupuesto para reemplazar las losas existentes, ya que en la actualidad el pavimento rígido aún cuenta con vida útil.

- Según la tesis (Acosta Barreto, y otros, 2017): Como conclusión final de este proyecto de investigación, con respecto a las metodologías aplicadas para la auscultación de patologías, solo se pueden relacionar de manera cuantitativa, debido a que la metodología de INVIAS no proporciona una clasificación para dar un diagnóstico general de la condición del pavimento, como sí es el caso de la metodología PCI. Por esta razón, se compararon los valores de las áreas de los daños más representativos de cada uno de los tramos. Al analizar las metodologías aplicadas para el levantamiento de patologías de la vía, se llegó a la conclusión de que la metodología PCI es más efectiva a pesar de que es un poco más dispendiosa y compleja a la hora de realizar los cálculos, pero tiene en cuenta todos los porcentajes de área de cada uno de los daños que pueden afectar el pavimento asfáltico sin dejar por fuera ningún tipo de daño; mientras que, la metodología INVIAS es más sencilla y de fácil aplicación pero ésta no tiene en cuenta los daños superficiales ni daños en bermas en los porcentajes de área afectada.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Pavimento**

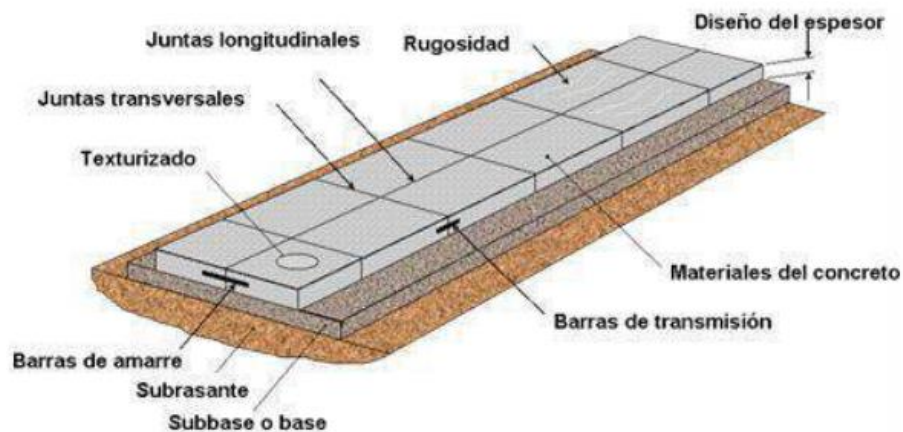
Se conoce como pavimento, al conjunto formado por una o más capas que usan un material apropiado, estas son construidas sobre el nivel superior de la sub rasante y son las que reciben en forma directa las cargas de tránsito, transmitiendo estas cargas a los estratos inferiores en forma disipada. Los pavimentos se clasifican en:

#### **a) Pavimento Rígido**

Son aquellos formando por una losa de concreto Portland sobre una capa de subbase granular, o directamente sobre la sub rasante. El concreto absorbe gran parte de los esfuerzos que las ruedas de los vehículos ejercen sobre el pavimento, no obstante, esta capa puede ser granular.

Según el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013) los pavimentos se clasifican en tres categorías:

**Figura 1:** Elementos de un pavimento rígido.



Fuente: (Uribe García, 2016)

- Pavimentos de concreto simple con juntas
- Pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas.
- Pavimento de concreto con refuerzo continuo.

En el Perú, el tipo de pavimento que mejor se adapta a nuestra realidad nacional, es el pavimento de concreto simple con juntas, debido a que su función es transmitir las cargas entre las losas contiguas, mejorando las condiciones de deformación entre las juntas.

#### **b) Pavimento Flexible**

Según el (Morales Cárdenas, y otros, 2009): se conoce como pavimentos flexibles al conjunto de capas que conforman una estructura, que cuando transitan cargas (tráfico ocasionado por los vehículos) sobre él, este tiende a deflectarse y deformarse, recuperando su estado natural luego que las cargas hallan pasado o hayan sido retiradas. En su proceso constructivo se consideran muchas formas de construir una capa de rodamiento bituminosa.

#### **c) Pavimentos Compuestos o Semirrígido**

Según el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013): es muy similar al pavimento flexible, pero también al de tipo rígido. La parte flexible está compuesta en su mayor parte por carpetas asfálticas y están en la parte superior de la estructura. La parte rígida está en la parte inferior, y posee una capa de cemento o concreto, como también puede incluirse en la parte semirrígida pavimentos adoquinados.

### 2.2.2. Subrasante:

Según el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013), la subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito.

**Figura 2:** Etapas para la preparación de la Subrasante



Fuente: (Miranda Rebolledo, 2010)

Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño de la estructura del pavimento que se colocará encima. En la etapa constructiva, los últimos 0.30m de suelo debajo del nivel superior de la subrasante, deberán ser compactados al 95% de la máxima densidad seca obtenida del ensayo proctor modificado (MTC EM 115).

Los suelos por debajo del nivel superior de la subrasante, en una profundidad no menor de 0.60 m, deberán ser suelos adecuados y estables con  $CBR \geq 6\%$ . En caso el suelo, debajo del nivel superior de la subrasante, tenga un  $CBR < 6\%$  (subrasante pobre o subrasante inadecuada), corresponde estabilizar los suelos, para lo cual el Ingeniero Responsable analizará según la naturaleza del suelo alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geosintéticos, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la más conveniente técnica y económica.

### 2.2.3. Subbase

Según el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013), es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular ( $\text{CBR} \geq 40\%$ ) o tratada con asfalto, cal o cemento.

### 2.2.4. Base

Según el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013), es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito, esta capa será de material granular drenante ( $\text{CBR} \geq 80\%$ ) o será tratada con asfalto, cal o cemento.

**Figura 3:** Etapas para la preparación de la base

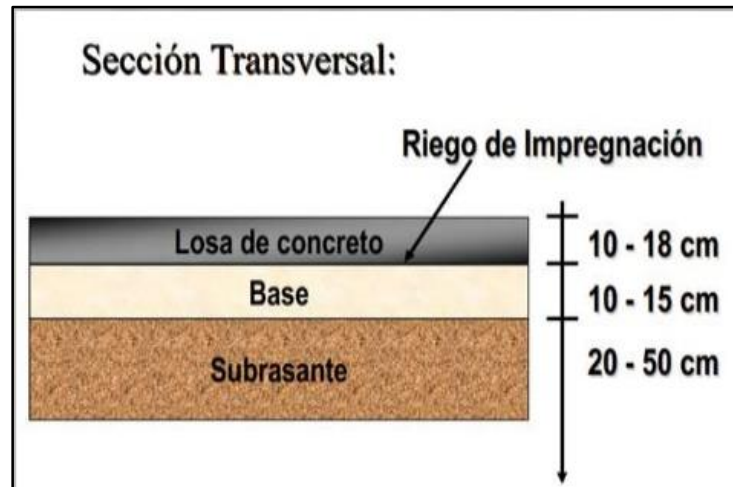


Fuente: (Miranda Rebolledo, 2010)

### 2.2.5. Capa de Rodadura

Según el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013), es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito.

**Figura 4:** Capas del pavimento rígido



Fuente: (Ronald, 2015)

### 2.2.6. Evolución de los pavimentos de Concreto

Según (Becerra Salas , 2012): la pavimentación en el mundo representa una de las soluciones más importantes en la implementación de nuevos caminos, que han sido diseñados y en su mayoría construidos para mejorar las condiciones de vida de las personas interconectando muchas ciudades, como también garantizar la vida útil del pavimento.

Los pavimentos son diseñados para recibir las cargas vehiculares, generalmente estas cargas son transferidas y distribuidas a las capas que conforman el pavimento, durante el tiempo que estas cargas actúan sobre el pavimento.

#### 2.2.6.1. Pavimento de Concreto en el Mundo

En el mundo entero las construcciones de pavimentos de concreto han alcanzado soluciones más perdurables, y han sido diseñadas debido a una elevada demanda por contar con mejores caminos carreteros y que tengan relación directa con el avance y modernización de un país. El uso y aplicación de nuevas tecnologías han permitido desarrollar proyectos de gran impacto mundial, ello se ve reflejado en la integración global y en el crecimiento de una ciudad. A continuación, se describen los momentos más importantes de la evolución de los pavimentos de concreto:

- En la ciudad de Inglaterra, en 1824 Joseph Aspdin obtuvo la patente del cemento Portland, que estaba compuesto por arcilla y yeso teniendo una característica y resistencia similar a la piedra que se encuentra en la isla de Portland, este hecho fue el punto de partida en la evolución de la tecnología del concreto.
- Fue en Escocia donde se desarrollaron los primeros intentos por construir pavimentos de concreto.
- En el continente americano, la carretera más antigua de concreto se llevó a cabo en la ciudad de Court Ave. Bellfountain, en Ohio – Estados Unidos en 1811. Esta carretera sigue vigente hasta hoy, y debido a sus años de antigüedad, ahora sólo se permite el acceso para el tránsito peatonal.
- Inicialmente se dieron muchos intentos para construir caminos de pavimentos, fue entonces que se empezaron a diseñar métodos racionales, en la aplicación de estos métodos se asume que hay contacto entre la capa de la subbase con la carpeta de rodadura del concreto.
- En 1919 Goldbeck, inventó una fórmula para diseñar pavimentos de concreto, en este método se asume que la carpeta de rodadura tiene un comportamiento semejante al de una viga en voladizo con una carga puntual en el extremo.
- En 1926 el Norteamericano Harold Malcolm Westergaard, plantea el primer diseño en pavimentos de hormigón calculado por un análisis teórico; para ello se supone que la losa actúa como un sólido homogéneo, isotrópico y elástico en equilibrio, y que la losa tiene sección transversal uniforme.
- En 1951 Pickett, usa la teoría de Westergaard y obtiene en valor de la carga puntual con mediciones que realizó en campo, de aquí él concluye que las cargas puntuales aplicadas en los extremos de la losa siempre tenían valores muy pequeños.
- En 1960 aproximadamente, en la ciudad de Ottawa se definió la ecuación fundamental empírica que es la guía de las metodologías de diseño AASHTO hasta el suplemento de 1998. Su metodología se basa en la pérdida de servicialidad del pavimento y su deterioro debido al transcurrir del tiempo por el paso de vehículos.

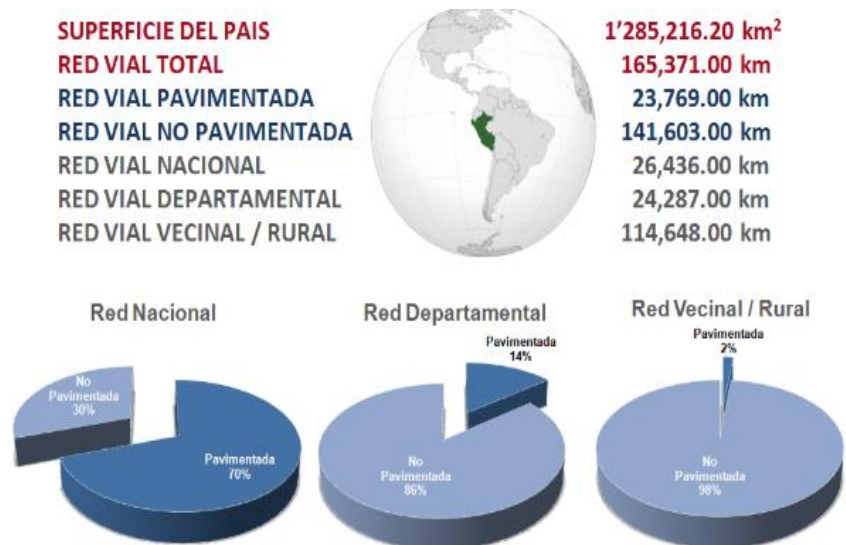


- Con la incorporación de los procesadores y microprocesadores se han desarrollado soluciones numéricas, las cuáles asumen que no hay contacto directo entre la capa subrasante con la carpeta de rodadura; los métodos que aplican este criterio son los métodos por elementos finitos y el método de los elementos discretos.
- En el tiempo conforme se iban aplicando nuevas tecnologías y métodos para el diseño de pavimentos, en paralelo se iban desarrollando grandes aportes como: el proceso de fatiga y su influencia estructural en el concreto; conceptos sobre el fenómeno de bombeo en pavimentos de hormigón, en donde se demostró que la capa de la subrasante debía ser protegida; la aplicación de los métodos probabilísticos que dieron origen al nivel de confianza, actualmente este método es muy usado en los métodos de diseño AASHTO 1986 – 1993 – 1998, como también se usa en la guía de diseño empírica mecanicista MEPDG 2002.

**2.2.6.2. Pavimento de Concreto en el Perú**

Actualmente en nuestro país existen pocas redes viales de concreto a nivel nacional. Son las zonas urbanas en conjunto en donde se han construidos varias pistas de concreto. De la figura 5, se puede observar que hay un alto índice de vías pavimentadas y la poca incidencia que se tiene a nivel departamental y nacional.

**Figura 5:** Cuadro resumen de las superficies pavimentadas



Fuente: (GTT, 2015)

Representando en una escala temporal, las principales obras en pavimentos de concreto, se concluye que existen periodos de cuarenta años en los que prácticamente no se han realizado este tipo de pavimentos. Esto, es importante para entender la problemática actual del ingreso de los pavimentos de concreto en las redes viales de nuestro país.

### **2.2.7. Índice de Condición de Pavimento “PCI”**

Según (Vergara Vicuña, 2014): El método PCI, es un procedimiento que consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas, siguiendo una metodología de fácil implementación y que no requiere de herramientas especializadas, pues se mide la condición del pavimento de manera indirecta.

El grado de deterioración del pavimento, es una función del tipo de anomalía, severidad de la anomalía, cantidad o densidad de anomalía. Debido al número grande de condiciones posibles, producir un índice que tendría en cuenta los tres factores era un problema considerable. El PCI proporciona una idea del estado actual del pavimento basado en las fallas observadas en su superficie, analizando su integridad y las condiciones operacionales.

Este método constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo ampliamente aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado, por agencias como por ejemplo: El Departamento de Defensa de los EEUU, El APWA (Asociación Americana de Obras Públicas) y ha sido publicado por la ASTM como métodos de análisis y aplicación (procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03).

El PCI, es una metodología muy completa que permite evaluar y calificar objetiva y numéricamente a los pavimentos, según los modelos de gestión vial existentes en la actualidad. Su valor numérico va desde cero (0) que representa un pavimento fallado o colapsado, hasta el valor de 100 que representa que el pavimento está en excelente estado. La tabla 2, se tiene la descripción cualitativa en que se encuentra el pavimento:

**Tabla 2:** Rangos según la clasificación del PCI

| Rango    | Clasificación       | Promedio PCI    |
|----------|---------------------|-----------------|
| 85 – 100 | Excelente           | 92.5            |
| 70 – 85  | Muy bueno           | 77.5            |
| 55 – 70  | Bueno               | 62.5            |
| 40 – 55  | Regular             | 47.5            |
| 25 – 40  | Mala                | 32.5            |
| 10 – 25  | Muy mala            | 17.5            |
| 0 – 10   | Fallado - Colapsado | No se considera |

Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

### 2.2.8. Índice de Servicialidad Presente “PSI”

Según (Fernández Egusquiza, 2017), Cuando el conductor circula por primera vez o en repetidas ocasiones sobre una vía, experimenta la sensación de seguridad o inseguridad dependiendo de lo que ve según el grado de dificultad que tiene para controlar el vehículo. El principal factor asociado a la seguridad y comodidad del usuario, es la calidad de rodamiento que depende de regularidad, rugosidad superficial del pavimento.

Para evaluar la servicialidad del pavimento se emplea el parámetro denominado Índice de Servicialidad Presente (PSI), el cual establece la condición funcional o capacidad del servicio actual del pavimento. Los valores del PSI se evalúan mediante una escala que va desde cero (0) a cinco (5), en donde la condición óptima corresponde al máximo valor. La transitabilidad de la vía, es decir, la adjetivación de la calidad de servicio que brinda en un momento determinado el pavimento, se evalúa en función de los valores de PSI calculados.

**Tabla 3:** Rangos de calificación del PSI

| PSI   | Transitabilidad | Promedio PSI |
|-------|-----------------|--------------|
| 4 – 5 | Muy Buena       | 4.5          |
| 3 – 4 | Buena           | 3.5          |
| 2 – 3 | Regular         | 2.5          |
| 1 – 2 | Mala            | 1.5          |
| 0 – 1 | Muy Mala        | 0.5          |

Fuente: (Fernández Egusquiza, 2017)

### 2.2.9. Factores que influyen en el desempeño de los pavimentos

Según (Bernaola Chuquillanqui, 2014), los factores que influyen en el desempeño de los pavimentos son:

- **Tráfico:** en pavimentos representa la carga bruta más la presión que ejerce la llanta de un vehículo al pasar por un punto determinado, se considera las propiedades del terreno de fundación y materiales del pavimento, repetición de carga, velocidad, eje y configuración de la rueda.
- **Clima:** son las condiciones atmosféricas propias de un lugar, constituido por las precipitaciones pluviales, la humedad, temperatura (da lugar a la expansión por congelamiento, deshielo del inicio de primavera – deshielo), los vientos. Todos estos factores condicionan la situación de un lugar.
- **Geometría (Diseño Vial):** el diseño geométrico es la parte más importante, su funcionalidad depende del tipo de vía que se va a proyectar, además de determinar la influencia de la distribución debido al tráfico en el pavimento.
- **Posición de la Estructura:** se crea secciones de corte y de relleno, se hace un estudio de la profundidad del nivel freático si existiera, deslizamientos y problemas ligeramente profundos; son parámetros importantes para determinar en dónde se va a colocar la estructura pavimentada.
- **Construcción y mantenimiento:** al momento de construir tener en cuenta el compactado del terreno de fundación, controlar las juntas y evitar fallas de instalación, adecuada colocación de las capas que conforman el pavimento, escarificado y eliminación de materiales superiores al especificado y durabilidad del agregado partido.

### 2.2.10. Aplicaciones de Pavimentos Rígidos

Según (Altamirano Kauffmann): los pavimentos son aplicables en:

- a. **Aeropistas:** los pavimentos de concreto para aeropuertos son bien diseñados y bien construidos, en estos lugares se demanda un mínimo de prórroga para la utilización del pavimento, para la reconstrucción de las pistas aéreas y plataformas se emplea un sistema de colado secuencial del pavimento.

- b. **Vialidades urbanas:** Son vías de comunicación terrestre fuera de los límites urbanos de una población. Cuando estas vías llegan a colapsar, su reconstrucción resulta un gran problema debido a su alto costo y el tiempo que duraría la reconstrucción, además que esto afectaría también al flujo vehicular. Diseñar pavimentos de concreto en estas vialidades urbanas resultaría una gran opción, debido a que se minimizan tiempos, aunque su costo si es elevado.
- c. **Zonas residenciales:** en estas zonas se viene usando pavimentos de concreto con mayor frecuencia, uno de los factores más influyentes para el uso del concreto en los pavimentos rígidos es el menor tiempo de curado que necesita la mezcla.

### 2.2.11. Daños en el pavimento de concreto de cemento portland

Los tipos de fisuras más frecuentes en los pavimentos de concreto de cemento Portland sean simples o reforzados, según el manual del ASTM-2005 son:

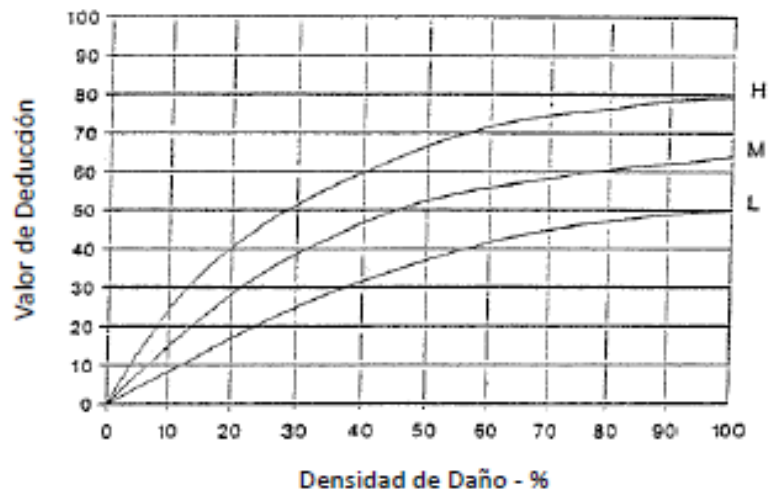
#### 2.2.11.1. Fisura de Esquina

Estas fisuras se presentan en forma de grietas que se intersecan con las juntas a una distancia menor o igual a la mitad de la longitud de la losa, se miden desde la misma esquina de la losa. Puede tener los siguientes niveles de severidad:

- **Baja Severidad “L”:** cuando el ancho de la fisura es menor a 1.3 cm.
- **Mediana Severidad “M”:** cuando el ancho de la fisura es mayor a 1.3 cm, pero menor a los 5 cm.
- **Alta Severidad “H”:** Cuando el ancho de la fisura supera los 5cm. Se considera también como fisura de alta severidad a las fisuras con o sin relleno con deterioro con un ancho mayor a los 1cm.

La losa como fisura de esquina es registrada como una sola losa si: tiene una fractura de esquina o tiene más de una fractura con severidad equivalente. Cuando exista dos o más fracturas con diferentes niveles de severidad, se deberá registrar el de mayor severidad.

**Figura 6:** Fisura de esquina: Valor de deducción vs Densidad de daño.



Fuente: (ASTM, 2005)

**Figura 7:** Fisura de esquina



Fuente: (ASTM, 2005)

### 2.2.11.2. Losa Dividida

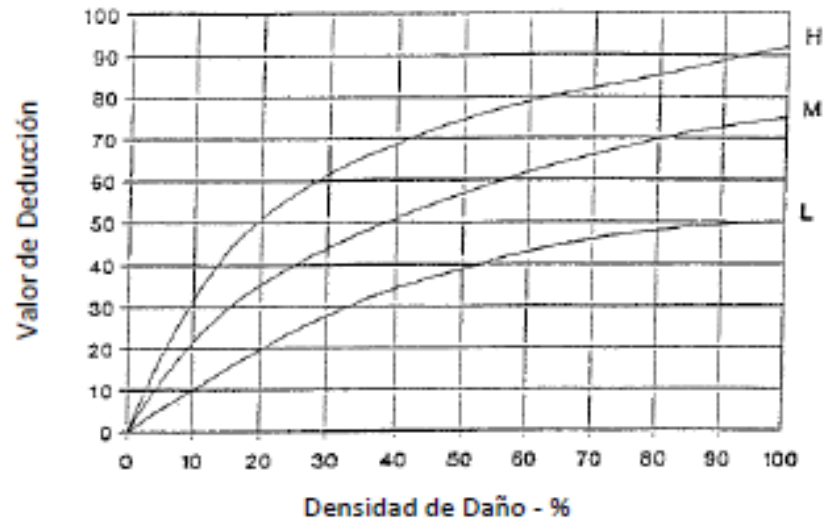
Se considera como fisura por losa dividida aquellas que presenten fisuras en cuatro o más piezas, que son originadas principalmente por las sobrecargas. Los niveles de severidad para losas divididas se observan en la siguiente tabla:

**Tabla 4:** Niveles de severidad para lisas divididas

| Nivel de Severidad Grietas | N° de piezas |       |           |
|----------------------------|--------------|-------|-----------|
|                            | 2 a 3        | 4 a 5 | Mayor a 5 |
| L                          | L            | L     | M         |
| L                          | L            | H     | H         |
| H                          | M            | M     | H         |

Fuente: (ASTM, 2005)

**Figura 8:** Fisura de esquina – Deducción



Fuente: (ASTM, 2005)

### 2.2.11.3. Fisuras Lineales: Longitudinales, Transversales y Diagonales

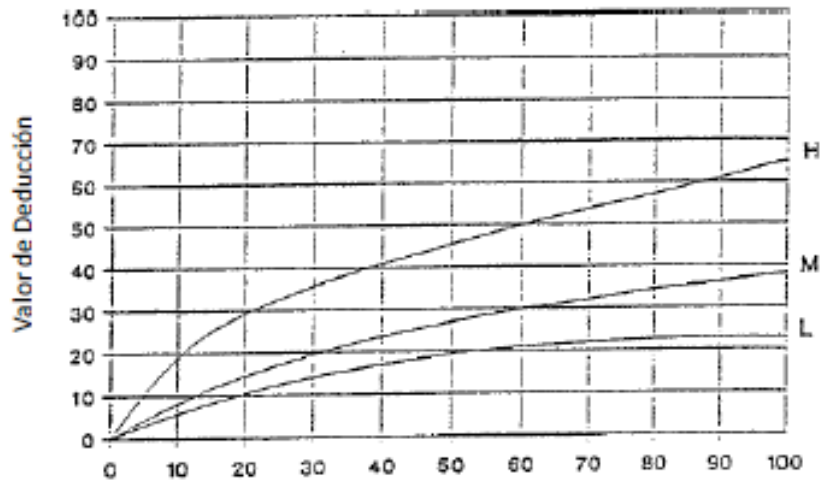
Estas fisuras, que dividen a la losa en dos o tres partes, usualmente son causadas por la combinación de cargas repetidas de tráfico, alabeo por el gradiente térmico, y cargas repetidas de humedad.

**Figura 9:** Fisura lineal – baja, media y alta.



Fuente: (ASTM, 2005)

**Figura 10:** Fisura lineal – Deducción



Fuente: (ASTM, 2005)

#### 2.2.11.4. Escalonamiento / Desnivel

El escalonamiento es la diferencia a niveles a través de la junta, algunas causas comunes son: asentamiento causa por una cimentación suave, bombeo o erosión del material proveniente debajo de la losa, alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura y humedad. Los niveles de severidad se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 5:** Niveles de severidad para escalonamientos

| Nivel de Severidad | Diferencia de Niveles |
|--------------------|-----------------------|
| L                  | De 3 a 10 mm          |
| M                  | De 10 a 20 mm         |
| H                  | Mayor a 20 mm         |

Fuente: (ASTM, 2005)

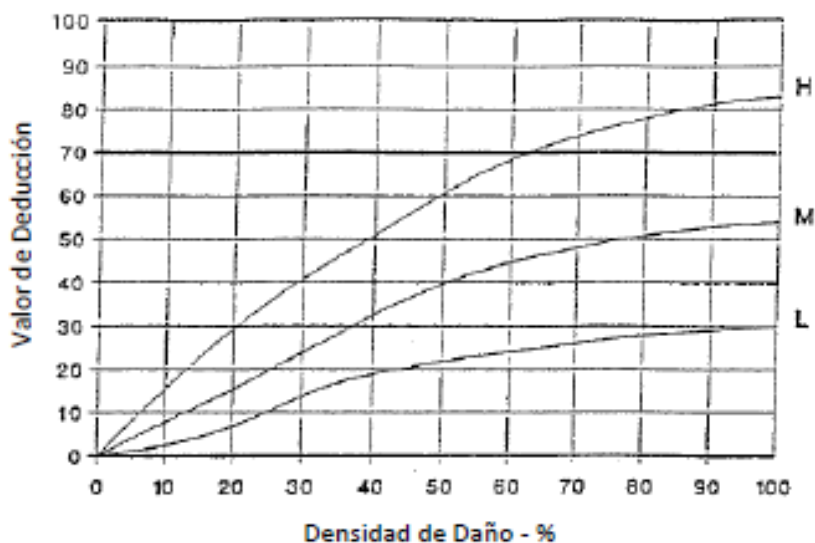
**Figura 11:** Fisura escalonamiento – baja, media y alta.



Fuente: (ASTM, 2005)



**Figura 12:** Escalonamiento – Deducción



Fuente: (ASTM, 2005)

#### 2.2.11.5. Daño en el sello de la junta

El daño en el sello de la junta se refiere a cualquier estado de la condición que permita la acumulación de material del suelo o rocas en las juntas, o que permita la infiltración de cantidades significativas de agua. Los daños típicos en los sellos de junta son los siguientes:

- Cuando se desprende el sellante de junta.
- Derrame o flujo sellante.
- Cuando crece vegetación en la junta.
- Endurecimiento del material de relleno (oxidación).
- Cuando hay pérdida de adherencia a los bordes de la losa.
- Carencia o ausencia del sellante en las juntas.

Los niveles de severidad son:

- **L** – se considera como severidad baja cuando los sellantes de las juntas tienen poca adherencia, sin embargo, aún siguen en contacto con el borde de las juntas.
- **M** – cuando el sellante de la junta de toda la sección se encuentra en condición regular, se dice que hay filtración de agua.
- **H** – se considera fisura de severidad alta si el sellante de la junta se ha desprendido, en una cantidad mayor o igual al 10%.

#### 2.2.11.6. Agregado pulido

Es causado por las repetidas cargas del tráfico. El agregado pulido se determina cuando un estudio exhaustivo del pavimento revela que la porción de agregado que se extiende sobre la superficie es muy pequeña, o no existe aspereza o partículas de agregado angular que proporcionen buena resistencia al deslizamiento.

Los niveles de severidad no están definidos, sin embargo, debe ser claramente notable sin considerarse como un daño. El agregado pulido en una losa se cuenta como una losa.

**Figura 13:** agregado pulido



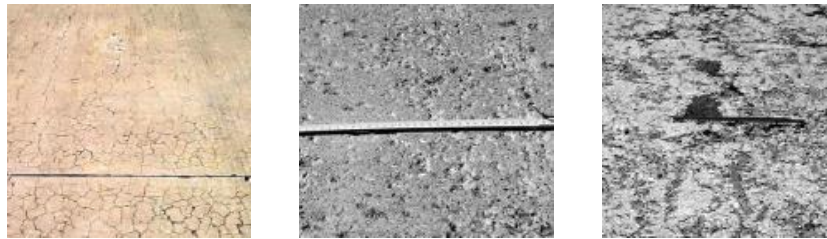
Fuente: (ASTM, 2005)

#### 2.2.11.7. Resquebrajamiento, Mapa de fisuras, craquelado

Los tipos de fallas por mapeo o craquelado se presentan como fallas superficiales y son muy finas de espesor del cabello humano, éstas se desarrollan sobre la parte superficial de la losa y su profundidad varía entre 6 a 13 mm. Los resquebrajamientos son causados generalmente por sales descongeladas, errores en el proceso constructivo, ciclos de congelamiento y derretimiento, y por la presencia de agregados pobres. Los niveles de seguridad son:

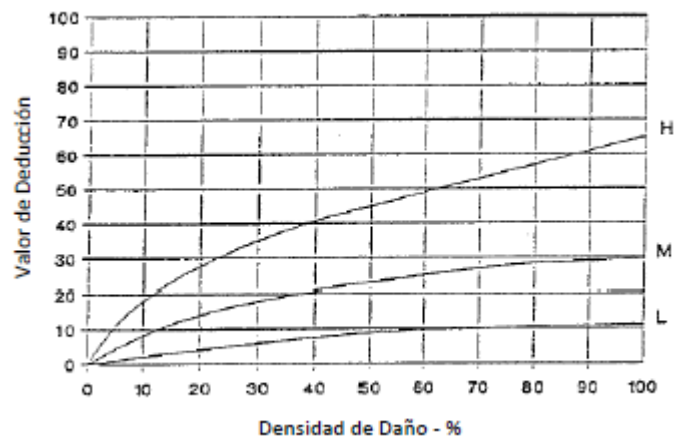
- **L** – cuando las fallas por mapeo están presentes en la mayor parte de la losa y esta se encuentra en condiciones óptimas y con poca presencia de resquebrajamientos.
- **M** – cuando las fallas presentes en la superficie de la losa están descascaradas y tiene un área menor al 15% del total de la losa.
- **H** – cuando las fallas presentes en la superficie están descascaradas y tiene un área mayor al 15% del total de la losa.

**Figura 14:** Mapa de fisuras – bajo, medio y alto



Fuente: (ASTM, 2005)

**Figura 15:** Mapa de fisuras – deducción



Fuente: (ASTM, 2005).

#### 2.2.11.8. Parches y acometidas de servicios públicos

Los parches se usan para reemplazar o remover áreas en la que el pavimento inicial ya se encuentra en malas condiciones, y son reemplazadas por un material de relleno. Se denomina parche de corte utilitario, al parche realizado para la instalación o mantenimiento de servicios públicos con instalaciones subterráneas. Para conocer el nivel de severidad de un corte utilitario, es necesario usar los criterios y tablas para parches grandes.

- **L** – cuando los deterioros formados dentro del parche tienen poca influencia, y tiene buena funcionalidad.
- **M** – cuando se observa un estado de deterioro muy apreciable con presencia de resquebrajamiento en los bordes.
- **H** – cuando el deterioro ya es muy grave y esta debe reemplazarse en su totalidad.

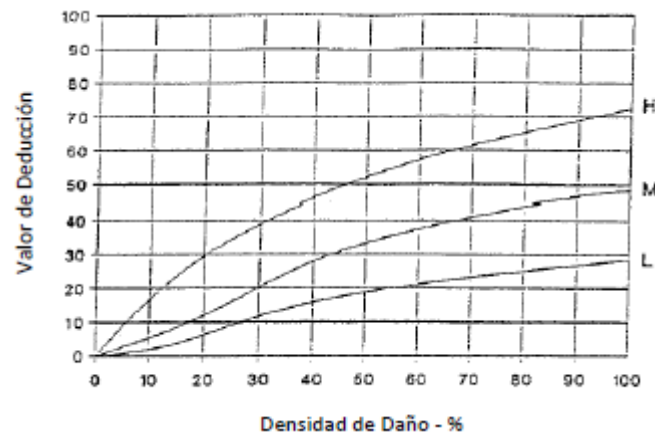
Si alguna losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, esta se cuenta como una losa que contiene dicho daño. Si alguna losa tiene más de un nivel de severidad, esta se cuenta como una losa considerando su más alto nivel de severidad.

**Figura 16:** Parches y acometidas de servicios públicos – severidad baja, media y alta respectivamente.



Fuente: (ASTM, 2005).

**Figura 17:** Parches y acometidas de servicios públicos - deducción



Fuente: (ASTM, 2005).

### 2.3. Definición de Términos Básicos

En el manual del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013), se definen los siguientes términos:

- Afirmado; es una capa de material granular que puede ser natural o procesada (debe tener una granulometría según su gradación específica), son destinadas a soportar las cargas de tránsito. Así mismo, debe contar con una cantidad óptima de material fino, cuya función es aglutinar las partículas.
- Adoquinado; se usa como un tipo de pavimento, dónde un conjunto de adoquines se encarga de formar la superficie de rodadura.

- Agregado granular; son los agregados (arena, grava, piedra triturada) que tienen bien formados y tienen los bordes bien definidos.
- Ahuellamiento; son fisuras o fallas que se presentan superficialmente en los pavimentos de una carretera, sea pavimentada o no pavimentada, estos se producen como consecuencia de los movimientos laterales de los materiales debido al tráfico ocasionado por el tránsito.
- Aplicación asfáltica; es cuando se usa materiales asfálticos en sus distintas formas, que pueden contar o no con agregados en el proceso de una pavimentación de una carretera.
- Asfalto; es de origen natural proveniente de la destilación del petróleo. Se usa como un material cementante, en el proceso de pavimentación en vías públicas.
- Bache; son huecos o desniveles que se presentan en la superficie de rodadura como consecuencia del flujo vehicular que con el paso del tiempo desgasta el pavimento.
- Caliza; es una roca de origen sedimentaria, formado principalmente por la calcita (conocida como carbonato de calcio) que se obtienen por precipitación química debido a la acumulación mecánica de los fragmentos de este mineral.
- Carretera; son caminos que se construyen para que transiten vehículos motorizados de mínimo 2 ejes, se rigen en función al diseño geométrico y normas técnicas vigentes que establece el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Carretera pavimentada; es aquella carretera que cuenta con una superficie de rodadura y puede estar conformada por una mezcla asfáltica (pavimento flexible) o de concreto portland (pavimento rígido).
- Carretera no pavimentada; son las carreteras donde se usan una o más capas de afirmado para conformar su superficie de rodadura.
- Cemento asfáltico; son materiales aglomerantes con o sin flujo y debido a su buena consistencia como también siendo un material de calidad, son usados en la construcción de pavimentos asfálticos.
- Cemento Portland; es un producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de yeso natural.

- Concreto; es una mezcla de materiales aglomerantes (conformado por agregados finos y gruesos, agua y cemento principalmente), en algunos casos es necesario el uso de aditivos cuya función principal es mejorar sus propiedades del concreto.
- Concreto asfáltico; es una mezcla que está compuesta principalmente por los agregados (finos y gruesos) y un material bituminoso, de ser necesario se usa aditivos según el requerimiento de su diseño o indicaciones de las especificaciones técnicas. Forma parte de la estructura de un pavimento y funciona como capa base o superficie de rodadura.
- Fatiga: es el desgaste que se produce gradualmente como consecuencia de las sollicitaciones repetidas del flujo vehicular.
- Fisura: son fallas o daños que se producen por diferentes factores, cuyo ancho debe ser menor o igual a 3 milímetros.
- Grieta: son fracturas como consecuencia de diversos factores y debe tener un ancho mayor a los 3 milímetros, se puede presentar tanto en el eje transversal como longitudinal de una vía pavimentada.
- Junta: en pavimentos rígidos es la separación entre dos losas contiguas, cuya aplicación permite la retracción o expansión debido a las temperaturas ambiente de una zona determinada.
- Mejoramiento: son ejecuciones necesarias en las obras de pavimentación, con la finalidad de mejorar la geometría y condición actual de una vía pavimentada, como la construcción de puentes si fuera necesaria, túneles, obras de drenaje y señalizaciones necesarias.
- Pavimento: Es una estructura, construida sobre la capa de la subrasante, su función es resistir y distribuir los esfuerzos ocasionados por el tránsito de los vehículos, como también mejorar las condiciones de seguridad y confort. Generalmente está compuesta por 3 capas: subbase, base y la superficie de rodadura.
- Pavimento Rígido: es aquel pavimento hecho de cemento portland como aglomerante, y agregados y en algunos casos se usa aditivos.
- Vía: se conoce como vía a los caminos, arteriales o calles.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

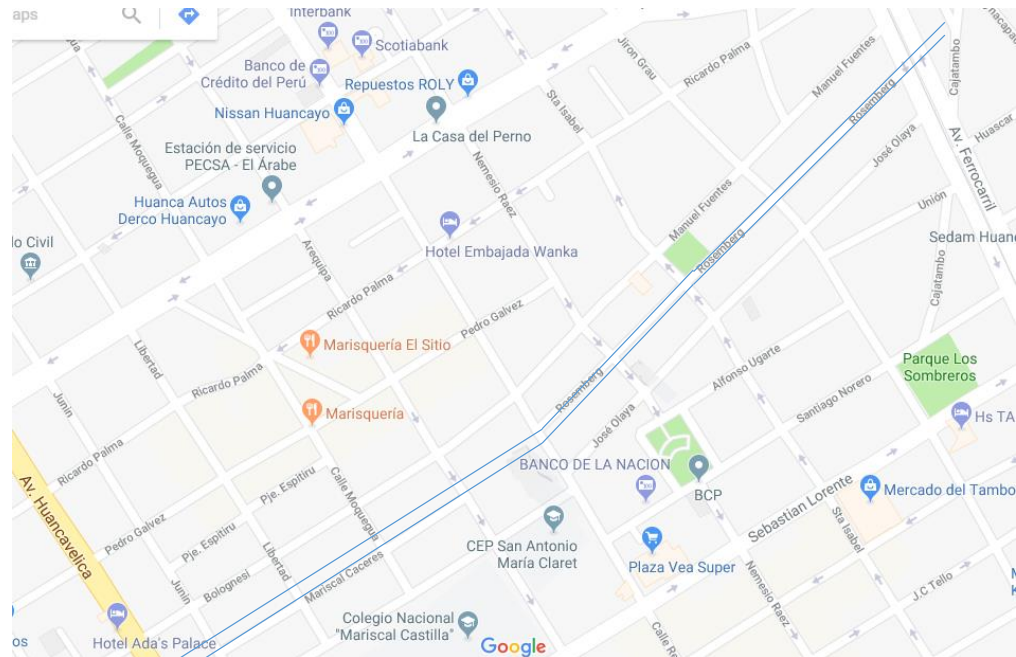
#### 3.1. Métodos y alcance de la investigación

##### Ubicación Geográfica

La Av. Bolognesi se encuentra en el Distrito de el Tambo. El tramo en evaluación comprende:

- Av. Bolognesi: desde la AV. Huancavelica hasta la Av. Real.
- Av. Manuel Fuentes (prolongación de la Av. Bolognesi): desde la AV. Real hasta la Av. Ferrocarril.

**Figura 18:** ubicación geográfica de la Av. Bolognesi (tramo en análisis)



Fuente: Google Maps





### 3.2. Diseño de la Investigación

Es un diseño **no experimental**, porque mediante la observación se apreciarán las fallas superficiales del pavimento tal y como se presenta en su estado natural (tipos de fallas presentes en el pavimento rígido, según su severidad) para analizarlos. Aplica un **Diseño Transeccional Correlacional** porque la recolección de datos se da en un solo momento (medición del tramo en análisis e identificación de las fallas superficiales presentes en el pavimento rígido de la Av. Bolognesi) y lo que se busca es encontrar la correlación que existe entre las dos variables en estudio, el índice de condición de pavimentos con el índice de servicialidad presente. (Hernández Sampieri, y otros, 2014).

### 3.3. Población y Muestra

- a) **Población:** En este trabajo de investigación, la población total está delimitado por todos los pavimentos rígidos que se encuentran en el Distrito de el Tambo, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín, abril 2016.
- b) **Muestra:** Como muestra se consideran los siguientes tramos:
  - Av. Bolognesi: desde la AV. Huancavelica hasta la Av. Real.
  - Av. Manuel Fuentes (prolongación de la Av. Bolognesi): desde la AV. Real hasta la Av. Ferrocarril.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### a) Técnicas de Recolección de datos

Para llevar a cabo el proyecto de investigación, se utilizó como estrategia la técnica de la observación como punto de partida a través de la inspección visual, para observar y describir los tipos de fallas o fisuras superficiales que se presentan en el pavimento rígido.

Se obtuvo la información necesaria para identificar y clasificar los tipos de daños presente en el pavimento rígido según las metodologías del índice de condición de pavimento y el índice de servicialidad presente.

El pavimento en estudio se ha dividido en 28 tramos de análisis, cada 40 metros, teniendo en cuenta que los pavimentos rígidos se analizan por cada 20 +/- 8 bloques o losas.

**b) Instrumentos de Recolección de datos**

- Ficha de observación para registrar manualmente los daños presentes según la metodología del PSI.
- Cámara fotográfica para registrar las fisuras encontradas.
- Laptop para la digitación y procesamiento de datos.
- Cinta métrica de 50 metros, para medir los tramos en cantidad de losas de concreto.
- Regla y flexómetro para la medición de los parches y asentamientos.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados estarán comprendidos:

- Ubicación del área de estudio, seleccionado por tramos.
- Se muestran los tipos de fisuras presentes en cada tramo en estudio.
- Nivel del índice de condición de pavimento y el índice de servicialidad presente, por tramos.
- Cuadros comparativos entre el PCI y el PSI para determinar la correlación entre ambas metodologías.

#### **4.1 Resultados del tratamiento y análisis de la información.**

Se identificaron las fisuras presentes en cada tramo, en la Av. Bolognesi, del Distrito de el Tambo. A continuación, se presentan cuadros estadísticos con los tipos de fisuras presentes en los 28 tramos seleccionados, como también el cuadro comparativo entre las metodologías: Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y el Índice de Servicialidad Presente (PSI), para determinar la correlación existente entre ambas metodologías.

En el pavimento rígido de la Av. Bolognesi se presentan diversos tipos de fisuras, por ello se ha procedido aplicar la metodología del PCI como también la metodología del PSI, que se encarga mediante la observación y a través de una encuesta la transitabilidad de los tramos en análisis.

## RESULTADOS APLICANDO EL MÉTODO DEL PCI

**Tabla 6:** Cálculo del PCI del 1er tramo

| 1erTramo 17 Bloques (0+00 - 0+040) |           |          |                | AREA = 350.91 m2 |           |                    | m = 6.6 | (Se toma para m = 7)            |    |   |   |   |   |                |                     | PCI   |
|------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------------|-----------|--------------------|---------|---------------------------------|----|---|---|---|---|----------------|---------------------|-------|
| FALLA                              | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD %       | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q       | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |    |   |   |   |   | DEDUCCIÓN SUMA | DEDUCCIÓN CORREGIDA |       |
| PARCHE PEQUEÑO                     | M         | 20.49    | M <sup>2</sup> | 5.84             | 1         | 39                 | 7       | 39                              | 12 | 9 | 5 | 4 | 3 | 2              | 74                  | 35.80 |
| LOSA DIVIDIDA                      | M         | 82.27    | M <sup>2</sup> | 23.44            | 39        | 12                 | 6       | 39                              | 12 | 9 | 5 | 4 | 3 | 2              | 74                  | 37.70 |
| FISURA LONGITUDINAL                | L         | 9.90     | M              | 2.82             | 2         | 9                  | 5       | 39                              | 12 | 9 | 5 | 4 | 2 | 2              | 73                  | 39.10 |
| FISURA TRANSVERSAL                 | L         | 25.02    | M              | 7.13             | 4         | 5                  | 4       | 39                              | 12 | 9 | 5 | 2 | 2 | 2              | 71                  | 40.50 |
|                                    | M         | 12.54    | M              | 3.57             | 3         | 4                  | 3       | 39                              | 12 | 9 | 2 | 2 | 2 | 2              | 68                  | 42.00 |
|                                    | H         | 4.14     | M              | 1.18             | 5         | 3                  | 2       | 39                              | 12 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2              | 61                  | 46.00 |
| FISURA ESQUINA                     | L         | 62.37    | M <sup>2</sup> | 17.77            | 12        | 2                  | 1       | 39                              | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2              | 51                  | 51.00 |
|                                    | M         | 20.49    | M <sup>2</sup> | 5.84             | 9         | 1                  |         |                                 |    |   |   |   |   |                |                     |       |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el 1er tramo son: parche pequeño, losa dividida, fisura longitudinal, fisura transversal y fisura de esquina. Siendo la fisura por losa dividida la de mayor incidencia. El PCI de 49 indica la condición del pavimento (pobre).

**Tabla 7:** Cálculo del PCI del 2do tramo

| 2doTramo 17 Bloques (0+40 - 0+080) |           |          |                | AREA = 350.91 m2 |           |                    | m = 6.2 | (Se toma para m = 7)            |    |    |    |   |   |                |                     | PCI |
|------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------------|-----------|--------------------|---------|---------------------------------|----|----|----|---|---|----------------|---------------------|-----|
| FALLA                              | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD %       | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q       | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |    |    |    |   |   | DEDUCCIÓN SUMA | DEDUCCIÓN CORREGIDA |     |
| PARCHE PEQUEÑO                     | L         | 20.49    | M <sup>2</sup> | 5.84             | 1         | 43                 | 6       | 43                              | 18 | 18 | 10 | 9 | 1 | 99             | 50.50               |     |
| LOSA DIVIDIDA                      | L         | 61.48    | M <sup>2</sup> | 17.52            | 18        | 18                 | 5       | 43                              | 18 | 18 | 10 | 9 | 2 | 100            | 54.50               |     |
|                                    | M         | 103.36   | M <sup>2</sup> | 29.45            | 43        | 18                 | 4       | 43                              | 18 | 18 | 10 | 2 | 2 | 93             | 54.00               |     |
| FISURA LONGITUDINAL                | L         | 4.95     | M              | 1.41             | 1         | 10                 | 3       | 43                              | 18 | 18 | 2  | 2 | 2 | 85             | 53.00               |     |
|                                    | M         | 4.95     | M              | 1.41             | 1         | 9                  | 2       | 43                              | 18 | 2  | 2  | 2 | 2 | 69             | 50.00               |     |
| FISURA TRANSVERSAL                 | L         | 8.34     | M              | 2.38             | 2         | 2                  | 1       | 43                              | 2  | 2  | 2  | 2 | 2 | 53             | 53.00               |     |
|                                    | M         | 4.14     | M              | 1.18             | 1         | 1                  |         |                                 |    |    |    |   |   |                |                     |     |
| FISURA ESQUINA                     | L         | 41.28    | M <sup>2</sup> | 11.76            | 9         | 1                  |         |                                 |    |    |    |   |   |                |                     |     |
|                                    | M         | 41.58    | M <sup>2</sup> | 11.85            | 18        | 1                  |         |                                 |    |    |    |   |   |                |                     |     |
| ESCALONAMIENTO                     | H         | 20.79    | M <sup>2</sup> | 5.92             | 10        | 1                  |         |                                 |    |    |    |   |   |                |                     |     |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el 2do tramo son: parche pequeño, losa dividida, fisura longitudinal, fisura transversal, fisura de esquina y fisura por escalonamiento. Siendo la fisura por losa dividida la de mayor incidencia. El PCI de 46 indica la condición del pavimento (pobre).

**Tabla 8:** Cálculo del PCI del 3er tramo

| 3erTramo 17 Bloques (0+80 - 0+120) |           |          |                | AREA =     | 350.91    | m2                 | m = | 7.0                             | (Se toma para m = 7) |   |   |   |   |   |    |                | PCI |
|------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------|----------------------|---|---|---|---|---|----|----------------|-----|
| FALLA                              | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q   | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |                      |   |   |   |   |   |    | DEDUCCIÓN SUMA |     |
| PARCHE GRANDE                      | L         | 20.49    | M <sup>2</sup> | 5.84       | 1         | 35                 | 7   | 35                              | 31                   | 9 | 5 | 3 | 2 | 1 | 86 | 41.67          |     |
| LOSA DIVIDIDA                      | L         | 144.34   | M <sup>2</sup> | 41.13      | 35        | 31                 | 6   | 35                              | 31                   | 9 | 5 | 3 | 2 | 2 | 87 | 45.00          |     |
|                                    | M         | 61.78    | M <sup>2</sup> | 17.60      | 31        | 9                  | 5   | 35                              | 31                   | 9 | 5 | 3 | 2 | 2 | 87 | 46.50          |     |
| FISURA LONGITUDINAL                | L         | 9.90     | M              | 2.82       | 2         | 5                  | 4   | 35                              | 31                   | 9 | 5 | 2 | 2 | 2 | 86 | 48.00          |     |
| FISURA TRANSVERSAL                 | L         | 12.60    | M              | 3.59       | 3         | 3                  | 3   | 35                              | 31                   | 9 | 2 | 2 | 2 | 2 | 83 | 52.00          |     |
| FISURA ESQUINA                     | L         | 20.79    | M <sup>2</sup> | 5.92       | 5         | 2                  | 2   | 35                              | 31                   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 76 | 54.00          |     |
| ESCALONAMIENTO                     | H         | 20.79    | M <sup>2</sup> | 5.92       | 9         | 1                  | 1   | 35                              | 2                    | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 47 | 45.00          |     |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el 3er tramo son: parche grande, losa dividida, fisura longitudinal, fisura transversal, fisura de esquina y la fisura por escalonamiento. Siendo la fisura por losa dividida la de mayor incidencia. El PCI de 46 indica la condición del pavimento (pobre).

**Tabla 9:** Cálculo del PCI del 4to tramo

| 4toTramo 16 Bloques (0+120 - 0+160) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = | 7.8                             | (Se toma para m = 7) |    |   |   |   |   |    |                | PCI |
|-------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------|----------------------|----|---|---|---|---|----|----------------|-----|
| FALLA                               | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q   | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |                      |    |   |   |   |   |    | DEDUCCIÓN SUMA |     |
| LOSA DIVIDIDA                       | L         | 82.57    | M <sup>2</sup> | 25.00      | 24        | 26                 | 7   | 26                              | 24                   | 21 | 5 | 4 | 2 | 2 | 84 | 40.33          |     |
|                                     | M         | 40.99    | M <sup>2</sup> | 12.41      | 26        | 24                 | 6   | 26                              | 24                   | 21 | 5 | 4 | 2 | 2 | 84 | 42.50          |     |
| FISURA LONGITUDINAL                 | L         | 9.90     | M              | 3.00       | 2         | 21                 | 5   | 26                              | 24                   | 21 | 5 | 4 | 2 | 2 | 84 | 45.25          |     |
| FISURA TRANSVERSAL                  | L         | 20.82    | M              | 6.30       | 5         | 5                  | 4   | 26                              | 24                   | 21 | 5 | 2 | 2 | 2 | 82 | 47.00          |     |
|                                     | M         | 4.20     | M              | 1.27       | 2         | 4                  | 3   | 26                              | 24                   | 21 | 2 | 2 | 2 | 2 | 79 | 49.00          |     |
| FISURA ESQUINA                      | L         | 20.49    | M <sup>2</sup> | 6.21       | 4         | 2                  | 2   | 26                              | 24                   | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 60 | 45.00          |     |
| ESCALONAMIENTO                      | H         | 41.58    | M <sup>2</sup> | 12.59      | 21        | 2                  | 1   | 26                              | 2                    | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 38 | 38.00          |     |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el 4to tramo son: losa dividida, fisura longitudinal, fisura transversal, fisura de esquina y fisura de escalonamiento. Siendo la fisura por losa dividida la de mayor incidencia. El PCI de 51 indica la condición del pavimento (pobre).

**Tabla 10:** Cálculo del PCI del 5to tramo

| 5toTramo 18 Bloques (0+160 - 0+200) |           |          |                | AREA =     | 371.55    | m2                 | m = | 7.8                             | (Se toma para m = 7) |    |    |   |   |   |                | PCI |
|-------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------|----------------------|----|----|---|---|---|----------------|-----|
| FALLA                               | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q   | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |                      |    |    |   |   |   | DEDUCCIÓN SUMA |     |
| AGREGADO PULIDO                     | L         | 82.57    | M <sup>2</sup> | 22.22      | 26        | 26                 | 7   | 26                              | 24                   | 23 | 11 | 2 | 1 | 1 | 88             | 42  |
| LOSA DIVIDIDA                       | L         | 40.99    | M <sup>2</sup> | 11.03      | 11        | 24                 | 6   | 26                              | 24                   | 23 | 11 | 2 | 1 | 2 | 89             | 45  |
|                                     | M         | 41.28    | M <sup>2</sup> | 11.11      | 23        | 23                 | 5   | 26                              | 24                   | 23 | 11 | 2 | 2 | 2 | 90             | 49  |
| FISURA LONGITUDINAL                 | L         | 4.95     | M              | 1.33       | 1         | 11                 | 4   | 26                              | 24                   | 23 | 11 | 2 | 2 | 2 | 90             | 52  |
| FISURA TRANSVERSAL                  | L         | 12.60    | M              | 3.39       | 2         | 2                  | 3   | 26                              | 24                   | 23 | 2  | 2 | 2 | 2 | 81             | 51  |
|                                     | M         | 4.14     | M              | 1.11       | 1         | 1                  | 2   | 26                              | 24                   | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 60             | 45  |
| FISURA ESQUINA                      | L         | 62.37    | M <sup>2</sup> | 16.79      | 24        | 1                  | 1   | 26                              | 2                    | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 38             | 38  |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el 5to tramo son: agregado pulido, losa dividida, fisura longitudinal, fisura transversal y fisura de esquina. Siendo la fisura por agregado pulido la de mayor incidencia. El PCI de 48 indica la condición del pavimento (pobre).

**Tabla 11:** Cálculo del PCI del 6to tramo

| 6toTramo 15 Bloques (0+200 - 0+240) |           |          |                | AREA =     | 309.62    | m2                 | m = | 7.6                             | (Se toma para m = 4) |   |   |  |  |  |                | PCI |
|-------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------|----------------------|---|---|--|--|--|----------------|-----|
| FALLA                               | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q   | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |                      |   |   |  |  |  | DEDUCCIÓN SUMA |     |
| PARCHE PEQUEÑO                      | L         | 20.49    | M <sup>2</sup> | 6.62       | 1         | 28                 | 4   | 28                              | 11                   | 8 | 1 |  |  |  | 48             | 27  |
| LOSA DIVIDIDA                       | M         | 41.28    | M <sup>2</sup> | 13.33      | 28        | 11                 | 3   | 28                              | 11                   | 8 | 2 |  |  |  | 49             | 31  |
| FISURA TRANSVERSAL                  | L         | 41.76    | M              | 13.49      | 8         | 8                  | 2   | 28                              | 11                   | 2 | 2 |  |  |  | 43             | 35  |
| FISURA ESQUINA                      | L         | 41.28    | M <sup>2</sup> | 13.33      | 11        | 1                  | 1   | 28                              | 2                    | 2 | 2 |  |  |  | 34             | 36  |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el 6to tramo son: parche pequeño, losa dividida, fisura transversal y fisura de esquina. Siendo la fisura por losa dividida, fisura transversal y las fisuras de esquina las de mayor incidencia. El PCI de 64 indica la condición del pavimento (normal).

**Tabla 12:** Cálculo del PCI del 7mo tramo

| 7moTramo 16 Bloques (0+240 - 0+280) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = | 6.8                             | (Se toma para m = 7) |    |   |   |   |   |                | PCI   |
|-------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------|----------------------|----|---|---|---|---|----------------|-------|
| FALLA                               | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q   | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |                      |    |   |   |   |   | DEDUCCIÓN SUMA |       |
| AGREGADO PULIDO                     | L         | 20.49    | M <sup>2</sup> | 6.21       | 13        | 37                 | 7   | 37                              | 32                   | 13 | 9 | 7 | 7 | 5 | 110            | 53.67 |
| LOSA DIVIDIDA                       | L         | 20.49    | M <sup>2</sup> | 6.21       | 7         | 32                 | 6   | 37                              | 32                   | 13 | 9 | 7 | 7 | 2 | 107            | 55    |
|                                     | M         | 62.07    | M <sup>2</sup> | 18.79      | 32        | 13                 | 5   | 37                              | 32                   | 13 | 9 | 7 | 2 | 2 | 102            | 55    |
|                                     | H         | 41.28    | M <sup>2</sup> | 12.50      | 37        | 9                  | 4   | 37                              | 32                   | 13 | 9 | 2 | 2 | 2 | 97             | 55    |
| FISURA TRANSVERSAL                  | L         | 33.48    | M              | 10.14      | 7         | 7                  | 3   | 37                              | 32                   | 13 | 2 | 2 | 2 | 2 | 90             | 57    |
|                                     | M         | 4.14     | M              | 1.25       | 2         | 7                  | 2   | 37                              | 32                   | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 79             | 56    |
| FISURA ESQUINA                      | L         | 20.49    | M <sup>2</sup> | 6.21       | 5         | 5                  | 1   | 37                              | 2                    | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 49             | 49    |
|                                     | M         | 20.49    | M <sup>2</sup> | 6.21       | 9         | 2                  |     |                                 |                      |    |   |   |   |   |                |       |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el 7mo tramo son: agregado pulido, losa dividida, fisura transversal y fisura de esquina. Siendo la fisura por losa dividida la de mayor incidencia. El PCI de 43 indica la condición del pavimento (pobre).

**Tabla 13:** Cálculo del PCI del 8avo tramo

| 8voTramo 16 Bloques (0+280 - 0+320) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = | 4.9                             | (Se toma para m = 5) |    |   |   |  |  |                | PCI |
|-------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------|----------------------|----|---|---|--|--|----------------|-----|
| FALLA                               | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q   | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |                      |    |   |   |  |  | DEDUCCIÓN SUMA |     |
| LOSA DIVIDIDA                       | L         | 62.37    | M <sup>2</sup> | 18.88      | 18        | 57                 | 5   | 57                              | 38                   | 18 | 4 | 3 |  |  | 120            | 64  |
|                                     | M         | 164.84   | M <sup>2</sup> | 49.91      | 57        | 38                 | 4   | 57                              | 38                   | 18 | 4 | 2 |  |  | 119            | 66  |
|                                     | H         | 40.99    | M <sup>2</sup> | 12.41      | 38        | 18                 | 3   | 57                              | 38                   | 18 | 2 | 2 |  |  | 117            | 71  |
| FISURA LONGITUDINAL                 | L         | 9.90     | M              | 3.00       | 2         | 4                  | 2   | 57                              | 38                   | 2  | 2 | 2 |  |  | 101            | 70  |
| FISURA TRANSVERSAL                  | L         | 12.54    | M              | 3.80       | 3         | 3                  | 1   | 57                              | 2                    | 2  | 2 | 2 |  |  | 65             | 65  |
| FISURA ESQUINA                      | L         | 20.79    | M <sup>2</sup> | 6.29       | 4         | 2                  |     |                                 |                      |    |   |   |  |  |                |     |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el 8avo tramo son: losa dividida, fisura longitudinal, fisura transversal y fisura de esquina. Siendo la fisura por losa dividida la de mayor incidencia. El PCI de 29 indica la condición del pavimento (muy pobre).

**Tabla 14:** Cálculo del PCI del 9eno tramo

| 9noTramo 16 Bloques (0+320 - 0+360) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = | 6.6                             | (Se toma para m = 6) |   |   |   |   |                | PCI |
|-------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------|----------------------|---|---|---|---|----------------|-----|
| FALLA                               | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q   | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |                      |   |   |   |   | DEDUCCIÓN SUMA |     |
| LOSA DIVIDIDA                       | L         | 41.28    | M <sup>2</sup> | 12.50      | 12        | 39                 | 6   | 39                              | 12                   | 6 | 5 | 3 | 1 | 66             | 32  |
|                                     | M         | 82.27    | M <sup>2</sup> | 24.91      | 39        | 12                 | 5   | 39                              | 12                   | 6 | 5 | 3 | 2 | 67             | 36  |
| FISURA LONGITUDINAL                 | L         | 14.85    | M              | 4.50       | 3         | 6                  | 4   | 39                              | 12                   | 6 | 5 | 2 | 2 | 66             | 39  |
| FISURA TRANSVERSAL                  | L         | 33.48    | M              | 10.14      | 6         | 5                  | 3   | 39                              | 12                   | 6 | 2 | 2 | 2 | 63             | 40  |
|                                     | M         | 4.14     | M              | 1.25       | 1         | 3                  | 2   | 39                              | 12                   | 2 | 2 | 2 | 2 | 59             | 44  |
| FISURA ESQUINA                      | L         | 20.79    | M <sup>2</sup> | 6.29       | 5         | 1                  | 1   | 39                              | 2                    | 2 | 2 | 2 | 2 | 49             | 49  |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el 9eno tramo son: losa dividida, fisura longitudinal, fisura transversal y fisura de esquina. Siendo la fisura por losa dividida la de mayor incidencia. El PCI de 51 indica la condición del pavimento (pobre).

**Tabla 15:** Cálculo del PCI del 10mo tramo

| 10moTramo 16 Bloques (0+360 - 0+400) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = | 7.2                             | (Se toma para m = 6) |    |   |   |   |                | PCI |
|--------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------|----------------------|----|---|---|---|----------------|-----|
| FALLA                                | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q   | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |                      |    |   |   |   | DEDUCCIÓN SUMA |     |
| LOSA DIVIDIDA                        | L         | 20.79    | M <sup>2</sup> | 6.29       | 6         | 32                 | 6   | 32                              | 27                   | 11 | 6 | 3 | 2 | 81             | 41  |
|                                      | M         | 61.78    | M <sup>2</sup> | 18.71      | 32        | 27                 | 5   | 32                              | 27                   | 11 | 6 | 3 | 2 | 81             | 44  |
| FISURA TRANSVERSAL                   | L         | 12.48    | M              | 3.78       | 3         | 11                 | 4   | 32                              | 27                   | 11 | 6 | 2 | 2 | 80             | 45  |
|                                      | M         | 4.20     | M              | 1.27       | 2         | 6                  | 3   | 32                              | 27                   | 11 | 2 | 2 | 2 | 76             | 48  |
| FISURA ESQUINA                       | L         | 41.28    | M <sup>2</sup> | 12.50      | 11        | 3                  | 2   | 32                              | 27                   | 2  | 2 | 2 | 2 | 67             | 49  |
|                                      | M         | 62.37    | M <sup>2</sup> | 18.88      | 27        | 2                  | 1   | 32                              | 2                    | 2  | 2 | 2 | 2 | 42             | 42  |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el décimo tramo son: losa dividida, fisura transversal y fisura de esquina. Siendo la fisura por losa dividida y las fisuras de esquina las de mayor incidencia. El PCI de 51 indica la condición del pavimento (pobre).



**Tabla 16:** Cálculo del PCI del 11avo tramo

| 11avoTramo 16 Bloques (0+400 - 0+440) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = 6.1 | (Se toma para m = 5)            |    |   |   |   |                |                     |    | PCI |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|---------|---------------------------------|----|---|---|---|----------------|---------------------|----|-----|
| FALLA                                 | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q       | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |    |   |   |   | DEDUCCIÓN SUMA | DEDUCCIÓN CORREGIDA |    |     |
| LOSA DIVIDIDA                         | L         | 124.44   | M <sup>2</sup> | 37.68      | 32        | 45                 | 5       | 45                              | 32 | 9 | 2 | 2 |                |                     | 90 | 49  |
|                                       | M         | 102.76   | M <sup>2</sup> | 31.12      | 45        | 32                 | 4       | 45                              | 32 | 9 | 2 | 2 |                |                     | 90 | 52  |
| FISURA TRANSVERSAL                    | L         | 8.28     | M              | 2.51       | 2         | 9                  | 3       | 45                              | 32 | 9 | 2 | 2 |                |                     | 90 | 57  |
|                                       | M         | 8.34     | M              | 2.53       | 2         | 2                  | 2       | 45                              | 32 | 2 | 2 | 2 |                |                     | 83 | 60  |
| FISURA DE ESQUINA                     | M         | 20.49    | M <sup>2</sup> | 6.21       | 9         | 2                  | 1       | 45                              | 2  | 2 | 2 | 2 |                |                     | 53 | 53  |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el onceavo son: losa dividida, fisura transversal y fisura de esquina. Siendo la fisura por losa dividida la de mayor incidencia. El PCI de 40 indica la condición del pavimento (pobre).

**Tabla 17:** Cálculo del PCI del 12avo tramo

| 12avoTramo 16 Bloques (0+440 - 0+480) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = 9.1 | (Se toma para m = 4)            |    |   |   |  |                |                     |    | PCI |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|---------|---------------------------------|----|---|---|--|----------------|---------------------|----|-----|
| FALLA                                 | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q       | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |    |   |   |  | DEDUCCIÓN SUMA | DEDUCCIÓN CORREGIDA |    |     |
| LOSA DIVIDIDA                         | L         | 41.58    | M <sup>2</sup> | 12.59      | 12        | 12                 | 4       | 12                              | 10 | 4 | 4 |  |                |                     | 30 | 17  |
| FISURA LONGITUDINAL                   | L         | 24.75    | M              | 7.49       | 4         | 10                 | 3       | 12                              | 10 | 4 | 2 |  |                |                     | 28 | 17  |
| FISURA TRANSVERSAL                    | L         | 24.96    | M              | 7.56       | 4         | 4                  | 2       | 12                              | 10 | 2 | 2 |  |                |                     | 26 | 21  |
| FISURA ESQUINA                        | L         | 40.99    | M <sup>2</sup> | 12.41      | 10        | 4                  | 1       | 12                              | 2  | 2 | 2 |  |                |                     | 18 | 18  |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el doceavo son: losa dividida, fisura longitudinal, fisura transversal y fisura de esquina. Siendo las fisuras por losa dividida y las fisuras de esquina las de mayor incidencia. El PCI de 79 indica la condición del pavimento (bueno).

**Tabla 18:** Cálculo del PCI del 13avo tramo

| 13avoTramo 16 Bloques (0+480 - 0+520) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = 7.9 | (Se toma para m = 5)            |   |   |   |   |                |                     |      | PCI |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|---------|---------------------------------|---|---|---|---|----------------|---------------------|------|-----|
| FALLA                                 | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q       | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |   |   |   |   | DEDUCCIÓN SUMA | DEDUCCIÓN CORREGIDA |      |     |
| PARCHE GRANDE                         | M         | 20.5     | M <sup>2</sup> | 6.21       | 2         | 25                 | 5       | 25                              | 7 | 6 | 3 | 2 |                | 43                  | 22.5 |     |
| LOSA DIVIDIDA                         | L         | 82.57    | M <sup>2</sup> | 25.00      | 25        | 7                  | 4       | 25                              | 7 | 6 | 3 | 2 |                | 43                  | 25   |     |
| FISURA LONGITUDINAL                   | L         | 14.85    | M              | 4.50       | 3         | 6                  | 3       | 25                              | 7 | 6 | 2 | 2 |                | 42                  | 27   |     |
| FISURA TRANSVERSAL                    | L         | 37.56    | M              | 11.37      | 6         | 3                  | 2       | 25                              | 7 | 2 | 2 | 2 |                | 38                  | 30   |     |
| FISURA ESQUINA                        | L         | 20.49    | M <sup>2</sup> | 6.21       | 7         | 2                  | 1       | 25                              | 2 | 2 | 2 | 2 |                | 33                  | 33   |     |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el treceavo tramo son: parche grande, losa dividida, fisura longitudinal, fisura transversal y fisura de esquina. Siendo la fisura por losa dividida la de mayor incidencia. El PCI de 67 indica la condición del pavimento (normal).

**Tabla 19:** Cálculo del PCI del 14avo tramo

| 14avoTramo 16 Bloques (0+520 - 0+560) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = 7.7 | (Se toma para m = 6)            |    |   |   |   |                |                     |    | PCI |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|---------|---------------------------------|----|---|---|---|----------------|---------------------|----|-----|
| FALLA                                 | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q       | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |    |   |   |   | DEDUCCIÓN SUMA | DEDUCCIÓN CORREGIDA |    |     |
| AGREGADO PULIDO                       | L         | 81.97    | M <sup>2</sup> | 24.82      | 27        | 27                 | 6       | 27                              | 17 | 3 | 2 | 2 | 1              |                     | 52 | 25  |
| PARCHE GRANDE                         | M         | 20.49    | M <sup>2</sup> | 6.21       | 3         | 17                 | 5       | 27                              | 17 | 3 | 2 | 2 | 2              |                     | 53 | 28  |
| FISURA LONGITUDINAL                   | L         | 4.95     | M              | 1.50       | 1         | 3                  | 4       | 27                              | 17 | 3 | 2 | 2 | 2              |                     | 53 | 30  |
| FISURA TRANSVERSAL                    | L         | 8.34     | M              | 2.53       | 2         | 2                  | 3       | 27                              | 17 | 3 | 2 | 2 | 2              |                     | 53 | 34  |
|                                       | M         | 4.14     | M              | 1.25       | 2         | 2                  | 2       | 27                              | 17 | 2 | 2 | 2 | 2              |                     | 52 | 40  |
| FISURA ESQUINA                        | L         | 62.07    | M <sup>2</sup> | 18.79      | 17        | 1                  | 1       | 27                              | 2  | 2 | 2 | 2 | 2              |                     | 37 | 37  |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el catorceavo tramo son: agregado pulido, parche grande, fisura longitudinal, fisura transversal y fisura de esquina. Siendo las fisuras por agregado pulido y de esquina las de mayor incidencia. El PCI de 60 indica la condición del pavimento (normal).

**Tabla 20:** Cálculo del PCI del 15avo tramo

| 15avoTramo 16 Bloques (0+560 - 0+600) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = | 7.6                             | (Se toma para m = 6) |   |   |   |   |  |                | PCI |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------|----------------------|---|---|---|---|--|----------------|-----|
| FALLA                                 | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q   | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |                      |   |   |   |   |  | DEDUCCIÓN SUMA |     |
| AGREGADO PULIDO                       | L         | 82.86    | M <sup>2</sup> | 25.09      | 28        | 28                 | 6   | 28                              | 16                   | 3 | 2 | 2 | 1 |  | 52             | 25  |
| FISURA LONGITUDINAL                   | L         | 19.80    | M              | 6.00       | 3         | 16                 | 5   | 28                              | 16                   | 3 | 2 | 2 | 2 |  | 53             | 28  |
|                                       | M         | 9.90     | M              | 3.00       | 1         | 3                  | 4   | 28                              | 16                   | 3 | 2 | 2 | 2 |  | 53             | 30  |
| FISURA TRANSVERSAL                    | L         | 8.34     | M              | 2.53       | 2         | 2                  | 3   | 28                              | 16                   | 3 | 2 | 2 | 2 |  | 53             | 34  |
|                                       | M         | 4.14     | M              | 1.25       | 2         | 2                  | 2   | 28                              | 16                   | 2 | 2 | 2 | 2 |  | 52             | 40  |
| FISURA ESQUINA                        | L         | 62.07    | M <sup>2</sup> | 18.79      | 16        | 1                  | 1   | 28                              | 2                    | 2 | 2 | 2 | 2 |  | 38             | 38  |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el quinceavo tramo son: agregado pulido, fisura longitudinal, fisura transversal y fisura de esquina. Siendo las fisuras por agregado pulido y de esquina las de mayor incidencia. El PCI de 60 indica la condición del pavimento (normal).

**Tabla 21:** Cálculo del PCI del 16avo tramo

| 16avoTramo 16 Bloques (0+600 - 0+640) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = | 7.1                             | (Se toma para m = 3) |   |  |  |  |  |                | PCI  |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------|----------------------|---|--|--|--|--|----------------|------|
| FALLA                                 | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q   | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |                      |   |  |  |  |  | DEDUCCIÓN SUMA |      |
| AGREGADO PULIDO                       | L         | 123.55   | M <sup>2</sup> | 37.41      | 34        | 34                 | 3   | 34                              | 1                    | 1 |  |  |  |  | 36             | 22.5 |
| FISURA LONGITUDINAL                   | L         | 4.95     | M              | 1.50       | 1         | 1                  | 2   | 34                              | 1                    | 2 |  |  |  |  | 37             | 30   |
| FISURA TRANSVERSAL                    | L         | 4.20     | M              | 1.27       | 1         | 1                  | 1   | 34                              | 2                    | 2 |  |  |  |  | 38             | 38   |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el dieciseisavo tramo son: agregado pulido, fisura longitudinal y fisura transversal. Siendo la fisura por agregado pulido la de mayor incidencia. El PCI de 62 indica la condición del pavimento (normal).

**Tabla 22:** Cálculo del PCI del 17avo tramo

| 17avoTramo 16 Bloques (0+640 - 0+680) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = 7.3 | (Se toma para m = 2)            |   |  |  |  |  |  | PCI |                |                     |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|---------|---------------------------------|---|--|--|--|--|--|-----|----------------|---------------------|
| FALLA                                 | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q       | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |   |  |  |  |  |  |     | DEDUCCIÓN SUMA | DEDUCCIÓN CORREGIDA |
| AGREGADO PULIDO                       | L         | 102.47   | M <sup>2</sup> | 31.03      | 31        | 31                 | 2       | 31                              | 1 |  |  |  |  |  |     | 32             | 27                  |
| FISURA TRANSVERSAL                    | L         | 4.20     | M              | 1.27       | 1         | 1                  | 1       | 31                              | 2 |  |  |  |  |  |     | 33             | 33                  |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el diecisieteavo tramo son: agregado pulido y fisura de esquina. Siendo la fisura por agregado pulido la de mayor incidencia. El PCI de 67 indica la condición del pavimento (normal).

**Tabla 23:** Cálculo del PCI del 18avo tramo

| 18avoTramo 16 Bloques (0+680 - 0+720) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = 9.0 | (Se toma para m = 6)            |    |   |   |   |   |  | PCI |                |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|---------|---------------------------------|----|---|---|---|---|--|-----|----------------|
| FALLA                                 | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q       | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |    |   |   |   |   |  |     | DEDUCCIÓN SUMA |
| AGREGADO PULIDO                       | L         | 20.8     | M <sup>2</sup> | 6.29       | 13        | 13                 | 6       | 13                              | 13 | 6 | 4 | 2 | 2 |  | 40  | 18             |
| LOSA DIVIDIDA                         | L         | 41.28    | M <sup>2</sup> | 12.50      | 13        | 13                 | 5       | 13                              | 13 | 6 | 4 | 2 | 2 |  | 40  | 20.5           |
| FISURA LONGITUDINAL                   | L         | 24.75    | M              | 7.49       | 4         | 6                  | 4       | 13                              | 13 | 6 | 4 | 2 | 2 |  | 40  | 23             |
|                                       | M         | 4.95     | M              | 1.50       | 2         | 4                  | 3       | 13                              | 13 | 6 | 2 | 2 | 2 |  | 38  | 24             |
| FISURA TRANSVERSAL                    | L         | 12.42    | M              | 3.76       | 2         | 2                  | 2       | 13                              | 13 | 2 | 2 | 2 | 2 |  | 34  | 28             |
| FISURA ESQUINA                        | L         | 20.79    | M <sup>2</sup> | 6.29       | 6         | 2                  | 1       | 13                              | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 |  | 23  | 23             |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el dieciochoavo tramo son: agregado pulido, losa dividida, fisura longitudinal, fisura transversal y fisura de esquina. Siendo la fisura por losa dividida la de mayor incidencia. El PCI de 72 indica la condición del pavimento (bueno).

**Tabla 24:** Cálculo del PCI del 19avo tramo

| 19avoTramo 16 Bloques (0+720 - 0+760) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = 7.2 | (Se toma para m = 4)            |    |   |   |  |  |  | PCI |                |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|---------|---------------------------------|----|---|---|--|--|--|-----|----------------|
| FALLA                                 | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q       | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |    |   |   |  |  |  |     | DEDUCCIÓN SUMA |
| AGREGADO PULIDO                       | L         | 123.8    | M <sup>2</sup> | 37.50      | 33        | 33                 | 4       | 33                              | 18 | 3 | 1 |  |  |  | 55  | 31             |
| LOSA DIVIDIDA                         | L         | 62.07    | M <sup>2</sup> | 18.79      | 18        | 18                 | 3       | 33                              | 18 | 3 | 2 |  |  |  | 56  | 32             |
| FISURA LONGITUDINAL                   | L         | 4.95     | M              | 1.50       | 1         | 3                  | 2       | 33                              | 18 | 2 | 2 |  |  |  | 55  | 42             |
| FISURA TRANSVERSAL                    | M         | 8.34     | M              | 2.53       | 3         | 1                  | 1       | 33                              | 2  | 2 | 2 |  |  |  | 39  | 39             |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el diecinueveavo tramo son: agregado pulido, losa dividida, fisura longitudinal y fisura transversal. Siendo la fisura por agregado pulido la de mayor incidencia. El PCI de 58 indica la condición del pavimento (normal).

**Tabla 25:** Cálculo del PCI del 20avo tramo

| 20avoTramo 16 Bloques (0+760 - 0+800) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = 6.7 | (Se toma para m = 4)            |    |   |   |  |  |  | PCI |                |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|---------|---------------------------------|----|---|---|--|--|--|-----|----------------|
| FALLA                                 | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q       | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |    |   |   |  |  |  |     | DEDUCCIÓN SUMA |
| AGREGADO PULIDO                       | L         | 165.4    | M <sup>2</sup> | 50.09      | 38        | 38                 | 4       | 38                              | 25 | 3 | 1 |  |  |  | 67  | 38             |
| LOSA DIVIDIDA                         | L         | 81.97    | M <sup>2</sup> | 24.82      | 25        | 25                 | 3       | 38                              | 25 | 3 | 2 |  |  |  | 68  | 43             |
| FISURA TRANSVERSAL                    | L         | 8.34     | M              | 2.53       | 1         | 3                  | 2       | 38                              | 25 | 2 | 2 |  |  |  | 67  | 49             |
|                                       | H         | 4.20     | M              | 1.27       | 3         | 1                  | 1       | 38                              | 2  | 2 | 2 |  |  |  | 44  | 44             |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el veinteavo tramo son: agregado pulido, losa dividida y fisura transversal. Siendo la fisura por losa dividida la de mayor incidencia. El PCI de 51 indica la condición del pavimento (pobre).

**Tabla 26:** Cálculo del PCI del 21avo tramo

| 21avoTramo 16 Bloques (0+800 - 0+840) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = 7.6 | (Se toma para m = 5)            |    |   |   |   |                |                     | PCI |      |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|---------|---------------------------------|----|---|---|---|----------------|---------------------|-----|------|
| FALLA                                 | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q       | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |    |   |   |   | DEDUCCIÓN SUMA | DEDUCCIÓN CORREGIDA |     |      |
| PARCHE PEQUEÑO                        | L         | 20.5     | M <sup>2</sup> | 6.21       | 1         | 28                 | 5       | 28                              | 27 | 6 | 1 | 1 |                |                     | 63  | 33.5 |
| AGREGADO PULIDO                       | L         | 82.3     | M <sup>2</sup> | 24.91      | 27        | 27                 | 4       | 28                              | 27 | 6 | 1 | 2 |                |                     | 64  | 37   |
| LOSA DIVIDIDA                         | L         | 20.49    | M <sup>2</sup> | 6.21       | 6         | 6                  | 3       | 28                              | 27 | 6 | 2 | 2 |                |                     | 65  | 42   |
|                                       | M         | 40.99    | M <sup>2</sup> | 12.41      | 28        | 1                  | 2       | 28                              | 27 | 2 | 2 | 2 |                |                     | 61  | 45   |
| FISURA TRANSVERSAL                    | L         | 4.14     | M              | 1.25       | 1         | 1                  | 1       | 28                              | 2  | 2 | 2 | 2 |                |                     | 36  | 36   |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el veintiunavo tramo son: parche pequeño, agregado pulido, losa dividida y fisura transversal. Siendo la fisura por agregado pulido la de mayor incidencia. El PCI de 55 indica la condición del pavimento (pobre).

**Tabla 27:** Cálculo del PCI del 22avo tramo

| 22avoTramo 16 Bloques (0+840 - 0+880) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = 5.9 | (Se toma para m = 2)            |   |  |  |  |                |                     | PCI |    |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|---------|---------------------------------|---|--|--|--|----------------|---------------------|-----|----|
| FALLA                                 | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q       | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |   |  |  |  | DEDUCCIÓN SUMA | DEDUCCIÓN CORREGIDA |     |    |
| AGREGADO PULIDO                       | L         | 268.2    | M <sup>2</sup> | 81.21      | 47        | 47                 | 2       | 47                              | 1 |  |  |  |                |                     | 48  | 37 |
| FISURA TRANSVERSAL                    | L         | 4.20     | M              | 1.27       | 1         | 1                  | 1       | 47                              | 2 |  |  |  |                |                     | 49  | 49 |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el veintidosavo tramo son: agregado pulido y fisura transversal. Siendo la fisura por agregado pulido la de mayor incidencia. El PCI de 51 indica la condición del pavimento (pobre).

**Tabla 28:** Cálculo del PCI del 23avo tramo

| 23avoTramo 16 Bloques (0+880 - 0+920) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = | 7.6                             | (Se toma para m = 3) |   |  |  |  |  |                | PCI |                     |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------|----------------------|---|--|--|--|--|----------------|-----|---------------------|
| FALLA                                 | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q   | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |                      |   |  |  |  |  | DEDUCCIÓN SUMA |     | DEDUCCIÓN CORREGIDA |
| AGREGADO PULIDO                       | L         | 82.6     | M <sup>2</sup> | 25.00      | 28        | 28                 | 3   | 28                              | 6                    | 1 |  |  |  |  |                | 35  | 22                  |
| LOSA DIVIDIDA                         | L         | 20.79    | M <sup>2</sup> | 6.29       | 6         | 6                  | 2   | 28                              | 6                    | 2 |  |  |  |  |                | 36  | 29                  |
| FISURA LONGITUDINAL                   | M         | 4.95     | M              | 1.50       | 1         | 1                  | 1   | 28                              | 2                    | 2 |  |  |  |  |                | 32  | 32                  |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el veintitresavo tramo son: agregado pulido, losa dividida y fisura longitudinal. Siendo la fisura por agregado pulido la de mayor incidencia. El PCI de 68 indica la condición del pavimento (normal).

**Tabla 29:** Cálculo del PCI del 24avo tramo

| 24avoTramo 16 Bloques (0+920 - 0+960) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = | 8.2                             | (Se toma para m = 1) |  |  |  |  |  |                | PCI |                     |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------|----------------------|--|--|--|--|--|----------------|-----|---------------------|
| FALLA                                 | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q   | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |                      |  |  |  |  |  | DEDUCCIÓN SUMA |     | DEDUCCIÓN CORREGIDA |
| AGREGADO PULIDO                       | L         | 61.8     | M <sup>2</sup> | 18.71      | 22        | 22                 | 1   | 22                              |                      |  |  |  |  |  |                | 22  | 22                  |

**Descripción e Interpretación:** La única fisura presente en el veinticuatroavo tramo es: por agregado pulido. El PCI de 78 indica la condición del pavimento (bueno).

**Tabla 30:** Cálculo del PCI del 25avo tramo

| 25avoTramo 16 Bloques (0+960 - 0+1000) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = | 8.3                             | (Se toma para m = 2) |  |  |  |  |  |                | PCI |                     |
|--|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------|----------------------|--|--|--|--|--|----------------|-----|---------------------|
| FALLA                                  | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q   | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |                      |  |  |  |  |  | DEDUCCIÓN SUMA |     | DEDUCCIÓN CORREGIDA |
| AGREGADO PULIDO                        | L         | 41.0     | M <sup>2</sup> | 12.41      | 21        | 21                 | 2   | 21                              | 1                    |  |  |  |  |  |                | 22  | 19                  |
| FISURA LONGITUDINAL                    | L         | 4.95     | M              | 1.50       | 1         | 1                  | 1   | 21                              | 2                    |  |  |  |  |  |                | 23  | 23                  |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el veinticincoavo tramo son: agregado pulido y fisura longitudinal. Siendo la fisura por agregado pulido la de mayor incidencia. El PCI de 77 indica la condición del pavimento (bueno).

**Tabla 31:** Cálculo del PCI del 26avo tramo

| 26avoTramo 16 Bloques (0+1000 - 0+1040) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = | 7.2                             | (Se toma para m = 1) |  |  |  |  |                | PCI |                     |    |
|---|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------|----------------------|--|--|--|--|----------------|-----|---------------------|----|
| FALLA                                   | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q   | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |                      |  |  |  |  | DEDUCCIÓN SUMA |     | DEDUCCIÓN CORREGIDA |    |
| AGREGADO PULIDO                         | L         | 123.0    | M <sup>2</sup> | 37.23      | 33        | 33                 | 1   | 33                              |                      |  |  |  |  |                | 33  | 33                  | 67 |

**Descripción e Interpretación:** La única fisura presente en el veintiseisavo tramo es por agregado pulido. El PCI de 67 indica la condición del pavimento (normal).

**Tabla 32:** Cálculo del PCI del 27avo tramo

| 27avoTramo 16 Bloques (0+1040 - 0+1080) |           |          |                | AREA =     | 330.26    | m2                 | m = | 7.2                             | (Se toma para m = 2) |  |  |  |  |                | PCI |                     |    |
|---|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------|----------------------|--|--|--|--|----------------|-----|---------------------|----|
| FALLA                                   | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q   | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |                      |  |  |  |  | DEDUCCIÓN SUMA |     | DEDUCCIÓN CORREGIDA |    |
| AGREGADO PULIDO                         | L         | 123.8    | M <sup>2</sup> | 37.50      | 33        | 33                 | 2   | 33                              | 1                    |  |  |  |  |                | 34  | 28                  | 65 |
| ESCALONAMIENTO                          | L         | 20.8     | M <sup>3</sup> | 6.29       | 1         | 1                  | 1   | 33                              | 2                    |  |  |  |  |                | 35  | 35                  |    |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el veintisieteavo tramo son: agregado pulido y escalonamiento. Siendo la fisura por agregado pulido la de mayor incidencia. El PCI de 65 indica la condición del pavimento (normal).

**Tabla 33:** Cálculo del PCI del 28avo tramo

| 28avoTramo 29 Bloques (0+1080 - 0+1150) |           |          |                | AREA =     | 598.60    | m2                 | m = | 8.0                             | (Se toma para m = 3) |   |  |  |  |                | PCI |                     |    |
|---|-----------|----------|----------------|------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------|----------------------|---|--|--|--|----------------|-----|---------------------|----|
| FALLA                                   | SEVERIDAD | MEDICIÓN | UNIDAD         | DENSIDAD % | DEDUCCIÓN | DEDUCCIÓN ORDENADA | q   | DEDUCCIONES ORDENADAS PARA SUMA |                      |   |  |  |  | DEDUCCIÓN SUMA |     | DEDUCCIÓN CORREGIDA |    |
| AGREGADO PULIDO                         | L         | 124.4    | M <sup>2</sup> | 20.79      | 24        | 24                 | 3   | 24                              | 1                    | 1 |  |  |  |                | 26  | 15                  | 72 |
| FISURA TRANSVERSAL                      | L         | 4.14     | M <sup>2</sup> | 0.69       | 1         | 1                  | 2   | 24                              | 1                    | 2 |  |  |  |                | 27  | 22                  |    |
| ESCALONAMIENTO                          | L         | 41.58    | M              | 6.95       | 1         | 1                  | 1   | 24                              | 2                    | 2 |  |  |  |                | 28  | 28                  |    |

**Descripción e Interpretación:** Las fisuras presentes en el veintiochoavo tramo son: agregado pulido, fisura longitudinal y por escalonamiento. Siendo la fisura por agregado pulido la de mayor incidencia. El PCI de 72 indica la condición del pavimento (bueno).



## RESULTADOS APLICANDO EL MÉTODO DEL PSI

Tabla 34: Cálculo del PSI evaluado en tramos

| TRAMOS     | PSI | CONDICIÓN |
|------------|-----|-----------|
| 1er Tramo  | 2   | Mala      |
| 2do Tramo  | 2   | Mala      |
| 3er Tramo  | 2   | Mala      |
| 4to Tramo  | 2   | Mala      |
| 5to Tramo  | 2   | Mala      |
| 6to Tramo  | 3   | Regular   |
| 7mo Tramo  | 2   | Mala      |
| 8vo Tramo  | 2   | Mala      |
| 9no Tramo  | 2   | Mala      |
| 10mo Tramo | 2   | Mala      |
| 11mo Tramo | 2   | Mala      |
| 12mo Tramo | 4   | Buena     |
| 13er Tramo | 3   | Regular   |
| 14to Tramo | 3   | Regular   |
| 15to Tramo | 3   | Regular   |
| 16to Tramo | 3   | Regular   |
| 17mo Tramo | 3   | Regular   |
| 18vo Tramo | 4   | Buena     |
| 19no Tramo | 3   | Regular   |
| 20mo Tramo | 2   | Mala      |
| 21er Tramo | 2   | Mala      |
| 22do Tramo | 2   | Mala      |
| 23er Tramo | 3   | Regular   |
| 24to Tramo | 4   | Buena     |
| 25to Tramo | 4   | Buena     |
| 26to Tramo | 3   | Regular   |
| 27mo Tramo | 3   | Regular   |
| 28vo Tramo | 4   | Buena     |

**Descripción e interpretación:** Los resultados obtenidos del PSI evaluados en tramos, fueron tomados en función a una encuesta, a 8 personas que en función a la transitabilidad de la vía urbana dieron sus opiniones, según la condición en que se encuentra el pavimento rígido. (Los resultados de las encuestas se adjunta en la parte final del proyecto de investigación – ANEXOS).

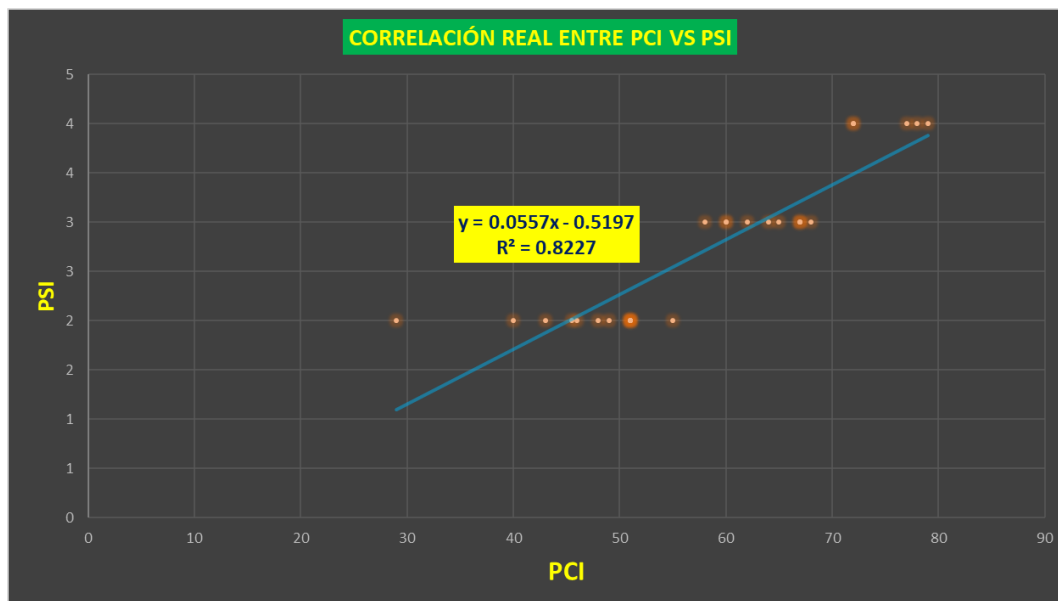
## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Tabla 35:** 1er cuadro comparativo entre el PCI vs PSI, con los datos obtenidos en campo

| <b>TRAMOS</b>     | <b>PCI</b> | <b>CONDICIÓN</b> | <b>PSI</b> | <b>CONDICIÓN</b> |
|-------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| <b>1er Tramo</b>  | 49         | Pobre            | 2          | Mala             |
| <b>2do Tramo</b>  | 46         | Pobre            | 2          | Mala             |
| <b>3er Tramo</b>  | 46         | Pobre            | 2          | Mala             |
| <b>4to Tramo</b>  | 51         | Pobre            | 2          | Mala             |
| <b>5to Tramo</b>  | 48         | Pobre            | 2          | Mala             |
| <b>6to Tramo</b>  | 64         | Normal           | 3          | Regular          |
| <b>7mo Tramo</b>  | 43         | Pobre            | 2          | Mala             |
| <b>8vo Tramo</b>  | 29         | Pobre            | 2          | Mala             |
| <b>9no Tramo</b>  | 51         | Pobre            | 2          | Mala             |
| <b>10mo Tramo</b> | 51         | Pobre            | 2          | Mala             |
| <b>11mo Tramo</b> | 40         | Pobre            | 2          | Mala             |
| <b>12mo Tramo</b> | 79         | Bueno            | 4          | Buena            |
| <b>13er Tramo</b> | 67         | Normal           | 3          | Regular          |
| <b>14to Tramo</b> | 60         | Normal           | 3          | Regular          |
| <b>15to Tramo</b> | 60         | Normal           | 3          | Regular          |
| <b>16to Tramo</b> | 62         | Normal           | 3          | Regular          |
| <b>17mo Tramo</b> | 67         | Normal           | 3          | Regular          |
| <b>18vo Tramo</b> | 72         | Bueno            | 4          | Buena            |
| <b>19no Tramo</b> | 58         | Normal           | 3          | Regular          |
| <b>20mo Tramo</b> | 51         | Pobre            | 2          | Mala             |
| <b>21er Tramo</b> | 55         | Pobre            | 2          | Mala             |
| <b>22do Tramo</b> | 51         | Pobre            | 2          | Mala             |
| <b>23er Tramo</b> | 68         | Normal           | 3          | Regular          |
| <b>24to Tramo</b> | 78         | Bueno            | 4          | Buena            |
| <b>25to Tramo</b> | 77         | Bueno            | 4          | Buena            |
| <b>26to Tramo</b> | 67         | Normal           | 3          | Regular          |
| <b>27mo Tramo</b> | 65         | Normal           | 3          | Regular          |
| <b>28vo Tramo</b> | 72         | Bueno            | 4          | Buena            |

**Descripción e interpretación:** Son los resultados finales obtenidos en función al índice de condición de pavimento “PCI” con los resultados del índice de Servicialidad presente “PSI”, se van a comparar para determinar la correlación entre ambas metodologías. En esta tabla se muestran los resultados finales tal cual fueron analizados en los 28 tramos, de la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica hasta Av. Ferrocarril – El Tambo – Huancayo.

**Figura 20:** Determinación de la correlación entre ambas metodologías en función a los datos obtenidos en campo.



**Descripción e interpretación:** En este primer caso tenemos el cuadro comparativo entre las metodologías del PCI vs PSI, con un coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.8227$ ), así mismo para comprobar la hipótesis se recurrirá al modelo de la “t” de STUDEN.

**Tabla 36:** Análisis estadístico con la “t” de student

| <b>Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales</b> |             |            |
|--|-------------|------------|
|  | Variable 1  | Variable 2 |
| Media  | 58.08928571 | 2.71428571 |
| Varianza   | 154.4824735 | 0.58201058 |
| Observaciones  | 28          | 28         |
| Varianza agrupada  | 77.53224206 |            |
| Diferencia hipotética de las medias                            | 0           |            |
| Grados de libertad   | 54          |            |
| Estadístico t  | 23.5307942  |            |
| P(T<=t) una cola   | 2.32923E-30 |            |
| Valor crítico de t (una cola)                                  | 1.673564906 |            |
| P(T<=t) dos colas  | 4.65846E-30 |            |
| Valor crítico de t (dos colas)                                 | 2.004879288 |            |

Se acepta la correlación entre ambas metodologías debido a que el grado de significancia es menor al 5%, siendo su nivel de confianza mayor al 95%, por tanto, su correlación es:

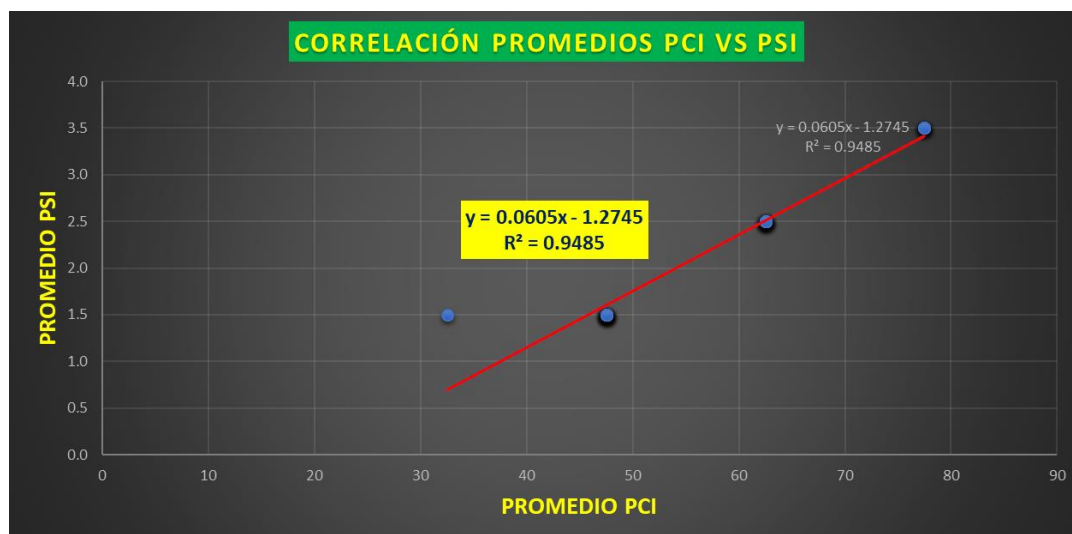
$$PSI = 0.0557 * PCI - 0.5157$$

**Tabla 37:** 2do cuadro comparativo entre el PCI vs PSI, con los valores promedios

| <b>TRAMOS</b> | <b>PROMEDIO PCI</b> | <b>CONDICIÓN</b> | <b>PROMEDIO PSI</b> | <b>CONDICIÓN</b> |
|---------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|
| 1er Tramo     | 47.5                | Pobre            | 1.5                 | Mala             |
| 2do Tramo     | 47.5                | Pobre            | 1.5                 | Mala             |
| 3er Tramo     | 47.5                | Pobre            | 1.5                 | Mala             |
| 4to Tramo     | 47.5                | Pobre            | 1.5                 | Mala             |
| 5to Tramo     | 47.5                | Pobre            | 1.5                 | Mala             |
| 6to Tramo     | 62.5                | Normal           | 2.5                 | Regular          |
| 7mo Tramo     | 47.5                | Pobre            | 1.5                 | Mala             |
| 8vo Tramo     | 32.5                | Pobre            | 1.5                 | Mala             |
| 9no Tramo     | 47.5                | Pobre            | 1.5                 | Mala             |
| 10mo Tramo    | 47.5                | Pobre            | 1.5                 | Mala             |
| 11mo Tramo    | 47.5                | Pobre            | 1.5                 | Mala             |
| 12mo Tramo    | 77.5                | Bueno            | 3.5                 | Buena            |
| 13er Tramo    | 62.5                | Normal           | 2.5                 | Regular          |
| 14to Tramo    | 62.5                | Normal           | 2.5                 | Regular          |
| 15to Tramo    | 62.5                | Normal           | 2.5                 | Regular          |
| 16to Tramo    | 62.5                | Normal           | 2.5                 | Regular          |
| 17mo Tramo    | 62.5                | Normal           | 2.5                 | Regular          |
| 18vo Tramo    | 77.5                | Bueno            | 3.5                 | Buena            |
| 19no Tramo    | 62.5                | Normal           | 2.5                 | Regular          |
| 20mo Tramo    | 47.5                | Pobre            | 1.5                 | Mala             |
| 21er Tramo    | 47.5                | Pobre            | 1.5                 | Mala             |
| 22do Tramo    | 47.5                | Pobre            | 1.5                 | Mala             |
| 23er Tramo    | 62.5                | Normal           | 2.5                 | Regular          |
| 24to Tramo    | 77.5                | Bueno            | 3.5                 | Buena            |
| 25to Tramo    | 77.5                | Bueno            | 3.5                 | Buena            |
| 26to Tramo    | 62.5                | Normal           | 2.5                 | Regular          |
| 27mo Tramo    | 62.5                | Normal           | 2.5                 | Regular          |
| 28vo Tramo    | 77.5                | Bueno            | 3.5                 | Buena            |

**Descripción e interpretación:** En esta tabla se muestran los resultados de los índices del PCI y el PSI, en función a sus promedios y según la condición que se encuentra el pavimento y el grado de transitabilidad que está actualmente el pavimento rígido de la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica hasta Av. Ferrocarril – El Tambo – Huancayo.

**Figura 21:** Determinación de la correlación entre ambas metodologías, con los datos promedios y relacionados con los datos obtenidos en campo según su condición.



**Descripción e Interpretación:** En este 2do caso tenemos el cuadro comparativo entre las metodologías del PCI vs PSI, con un coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.9485$ ), así mismo para comprobar la hipótesis se recurrirá al modelo de la “t” de STUDEN.

**Tabla 38:** Análisis estadístico con la “t” de student

| Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales |             |             |
|---|-------------|-------------|
|   | Variable 1  | Variable 2  |
| Media   | 57.67857143 | 2.214285714 |
| Varianza  | 150.8928571 | 0.582010582 |
| Observaciones   | 28          | 28          |
| Varianza agrupada                                       | 75.73743386 |             |
| Diferencia hipotética de las medias                     | 0           |             |
| Grados de libertad                                      | 54          |             |
| Estadístico t   | 23.84636291 |             |
| P(T<=t) una cola  | 1.20707E-30 |             |
| Valor crítico de t (una cola)                           | 1.673564906 |             |
| P(T<=t) dos colas                                       | 2.41413E-30 |             |
| Valor crítico de t (dos colas)                          | 2.004879288 |             |

Se acepta la correlación entre ambas metodologías debido a que el grado de significancia es menor al 5%, siendo su nivel de confianza mayor al 95%, por tanto, si existe correlación entre ambas metodologías y es:

$$PSI = 0.0605 * PCI - 1.2745$$

- En ambos casos observamos que, si existe una correlación directa entre ambas metodologías, siendo el índice del PCI directamente proporcional con el índice del PSI, así mismo, el modelo que mejor se adapta a esta correlación es el “modelo de la regresión lineal.

## **4.2 Prueba de Hipótesis**

### **Prueba de la Hipótesis General**

Se acepta la hipótesis general, debido a que si existe correlación entre las metodologías Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y el Índice de Servicialidad Presente (PSI), estos índices son directamente proporcionales y están en función a las patologías presentes en la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica hasta Av. Ferrocarril – El Tambo – Huancayo, con un nivel de confianza mayor al 95%.

### **Prueba de las Hipótesis Específicas**

- Las fallas superficiales presentes en el pavimento rígido de la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril (Distrito de El Tambo), de mayor incidencia son las fallas por losa dividida, fallas por agregado pulido y las fallas lineales (longitudinal y transversales), por tanto, se acepta esta prueba específica.
- La condición actual del pavimento rígido de la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril (Distrito de El Tambo), tienen PCI variables según los 28 tramos analizados. En el 8avo tramo se observa un PCI de 29% lo cual representa el estado más crítico del pavimento rígido y está en una condición pobre, y el tramo que se encuentra en mejor estado está en el 24avo tramo con un PCI del 78%; por lo que se rechaza esta hipótesis debido a que en algunos tramos el pavimento rígido se encuentra en buen estado.
- El estado actual de deterioro y servicialidad en la Av. Bolognesi tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril (Distrito de El Tambo), tiene PSI variables siendo el más crítico de 2 (tramos: 1 -2 – 3 – 4 – 5 – 7 – 8 -9 – 10 – 11 – 20 – 21 y 22) que representan una condición de mala transitabilidad, y en algunos tramos tiene un PSI de 4 (tramo: 12 – 18 – 24 – 25 y 28) que representa que la transitabilidad es buena y aceptable; por lo que se rechaza esta hipótesis específica debido a que no todos los tramos están con una transitabilidad en mal estado.

### 4.3 Discusión de Resultados

- En la tesis presentada por (Alvariño Diego, 2016) se obtuvo los siguientes resultados en función al índice del PCI, el estudio se llevó a cabo en la Avenida las Malvinas, del Distrito de Mazamari – Provincia de Satipo – región de Junín:

**Tabla 39:** Resultado de las tres cuadras en estudio según el PCI

| AGRUPAMIENTO | PCI  | RESULTADO |
|--------------|------|-----------|
| 1            | 64.6 | Bueno     |
| 2            | 50.2 | Regular   |
| 3            | 44.5 | Regular   |

En el primer grupo, se tiene un PCI de 64.6 lo que indica que el estado o condición del pavimento es buena, relacionado con el índice del PSI representa una transitabilidad en buen estado.

En el agrupamiento 2, se tiene un PCI de 50.2 lo que indica que el estado o condición del pavimento es regular, relacionado con el índice del PSI representa una transitabilidad en regular estado.

En el agrupamiento 3, se tiene un PCI de 44.5 lo que indica que el estado o condición del pavimento es regular, relacionado con el índice del PSI representa una transitabilidad en regular estado; por tanto, podemos decir que entre ambas metodologías si existe un correlación, ya que cuando se usa el índice del PCI nos da la condición en que se encuentra el pavimento que tiene que ver directamente con el índice del PSI que está en función a su accesibilidad y transitabilidad del pavimento rígido.

## CONCLUSIONES

- La correlación entre las metodologías Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y el Índice de Servicialidad Presente (PSI), en la medición del estado actual de deterioro de pavimentos, en la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica hasta Av. Ferrocarril – El Tambo – Huancayo son:

Cuando se comparan los datos reales obtenidos en campo:

$$\text{PSI} = 0.0557 * \text{PCI} - 0.5157$$

Cuando se comparan los datos reales obtenidos en campo, en función a los promedios a la condición del pavimento según el índice del PCI y el promedio según la transitabilidad del pavimento rígido:

$$\text{PSI} = 0.0605 * \text{PCI} - 1.2745$$

Por tanto, según la condición en que se encuentre actualmente el pavimento nos indicará que tan transitable está el pavimento rígido ubicado en la Avenida Bolognesi del Distrito del Tambo.

- Los daños superficiales presentes en el pavimento rígido de la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril (Distrito de El Tambo) son: Losa dividida, agregado pulido, fisura transversal, fisura longitudinal, fisura de esquina, parche pequeño, parche grande y las fisuras por escalonamiento, las mismas que fueron analizamos en 28 tramos como se muestra en la tabla de resultados según los índices del PCI y del PSI.
- Según la metodología del PCI el pavimento rígido de la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril (Distrito de El Tambo), se encuentra en condición de pobre en los tramos (1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 20 – 21 y 22), es decir en estos tramos se necesita hacer un mantenimiento, dado que si no se hace su condición seguirá empeorando hasta que colapse y tenga que hacerse una reconstrucción de todos estos tramos; en los tramos (6 – 13 – 14 – 15 – 16 – 17 – 19 – 23 – 26 y 27) el pavimento rígido está en condición de normal; y en los tramos (12 – 18 – 24 – 25 y 28) el pavimento se encuentra en buen estado.
- Según la metodología del PSI el estado actual de deterioro y servicialidad de la Avenida Bolognesi tramo: Av. Huancavelica – Av. Ferrocarril (Distrito de El Tambo), los tramos más críticos y con mala transitabilidad son los tramos (1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 20 – 21 y 22); los tramos que tienen una regular transitabilidad son (6 – 13 – 14 – 15 – 16 – 17 – 19 – 23 – 26 y 27); y finalmente



los tramos que están en buen estado y con buena transitabilidad son: (12 – 18 – 24 – 25 y 28).

- Como conclusión final, podemos decir que para la prueba de hipótesis se utilizó el método de la “t” de student para dos muestras suponiendo las varianzas iguales, la misma que indica que el grado de significancia es mucho menor al 5% permisible para las investigaciones en ingeniería y con un nivel de confianza mayor al 95%; por lo que se concluye finalmente la correlación directa que existe entre las metodologías del índice de condición de pavimento (PCI) y el índice de servicialidad presente (PSI).

## BIBLIOGRAFÍA

**Acosta Barreto, Carol Liseth y Rubiano Álvarez, Anggie Carolina. 2017.** *Identificación de Patologías en Pavimentos del Corredor Siberia Tenjo por medio del Método PCI e INVIAS y Reconocimiento de Especies Arbóreas Contiguas al Tramo.* Bogotá - Colombia : Universidad Santo Tomás - Facultad de Ingeniería Civil - Grupo de Investigación SEMVIUSTA, 2017.

**Altamirano Kauffmann, Luis F.** Universidad Nacional de Ingeniería - Deterioro de Pavimentos Rígidos. *Universidad Nacional de Ingeniería.* [En línea] <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/deterioro-pavimentos-rigidos/deterioro-pavimentos-rigidos.pdf>.

**Alvariño Diego, Junior Camilo. 2016.** *Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto para obtener el Índice de Integridad Estructural del Pavimento y Condición Operacional de la Superficie de la Pista en la Avenida las Malvinas, Distrito de Mazamari, Provincia de satipo, Junín.* Satipo - Perú : Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote., 2016.

**ASTM, NORMA. 2005.** *INDICE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS.* s.l. : Traducción Español Norma ASTM 5340-98 Apendice X2 PCC, 2005.

**Becerra Salas , Mario. 2012.** *Tópicos de Pavimentos de Concreto "Diseño, Construcción y Supervisión".* Lima : Empresa Flujo Libre, 2012.

**Bernaola Chuquillanqui, Roberto José. 2014.** *Evaluación y Determinación del Índice de Condición de Pavimento Rígido en la Av. Huancavelica, Distrito de Chilca, Huancayo.* Huancayo - Perú : Universidad Nacional del Centro del Perú - Facultad de Ingeniería Civil, 2014.

**Bernaola Chuquillanqui, Roberto José. 2014.** *Evaluación y Determinación del Índice de Condición de Pavimento Rígido en la Av. Huancavelica, Distrito de Chilca, Huancayo.* Huancayo - Perú : Universidad Nacional del Centro del Perú - Facultad de Ingeniería Civil, 2014.

**Cote Sosa, Gina y Villalba Oyola, Lina. 2017.** *Índice de Condición del Pavimento Rígido en la Ciudad de Cartagena de Indias y Medidas de Conservación. Caso de Estudio: Carrera 1ra del Barrio Bocagrande.* Cartagena - Colombia : Universidad de Cartagena - Programa de Ingeniería Civil, 2017.

**Fernández Egusquiza, Evelyn. 2017.** Construcción en Consultoría: COSANHER. <http://www.cosanher.com>. [En línea] 03 de 02 de 2017. <http://www.cosanher.com/single-post/2017/03/02/PSI-INDICE-DE-SERVICIALIDAD-PRESENTE>.

**GTT, Ministerio de Transporte y Comunicaciones - Oficina General de Planeamiento y Presupuesto -. 2015.** <http://www.asocem.org.pe/productos-b/pavimentos-de-concreto-estado-de-arte-de-los-pavimentos-en-el-peru>. <http://www.asocem.org.pe>. [En línea] 2015.

**Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014.** *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGRAW - HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. - Sexta Edición, 2014.

**Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2013.** *Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos"*. Lima : Ministerio de Transporte y Comunicaciones - Viceministro de Transportes - Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013.

—. **2015.** *Pavimentos de Concreto: Estado de arte de los Pavimentos en el Perú*. Lima - Perú : Oficina General de Planeamiento y Presupuesto - MTC, 2015.

**Miranda Rebolledo, Ricardo Javier. 2010.** *Deterioros en Pavimentos Flexibles y Rígidos*. Valdivia - Chile : Universidad Austral de Chile - Facultad de Ciencias de la Ingeniería - Escuela de Construcción Civil, 2010.

**Morales Cárdenas, Pedro Joaquín, Chávez Arévalo, Oswaldo y López Poveda, Luis. 2009.** *Efectos de la Alta Compactación de la Capa de Base en Pavimentos Flexibles*. Managua - Nicaragua : Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de la tecnología de la Construcción, 2009.

**Porta Romero, Soledad Yanina. 2016.** *Evaluación y Comparación de Metodologías Índice de Condición de Pavimento (PCI) y Visión e Inspección de Zonas e Itinerarios en Riesgo (VIZIR) en la Av. Mariscal Castilla Tramo: Fundo el Porvenir - La Victoria*. Huancayo - Perú : Universidad Nacional del Centro del Perú - Facultad de Ingeniería Civil, 2016.

**Porta Romero, Soledad Yanina. 2016.** *Evaluación y Comparación de Metodologías Índice de Conición de Pavimentos (PCI) y Visión e Inspección de Zonas e Itinerarios en Riesgo (VIZIR) en la Avenida Mariscal Castilla, Tramo: Fundo el Porvenir - La Victoria*. Huancayo - Perú : Universidad Nacional del Centro del Perú - Facultad de Ingeniería Civil, 2016.

**Robles Bustios, Raúl. 2015.** Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Barranco - Surco - Lima. Lima - Perú : Universidad Ricardo Palma - Facultad de Ingeniería - Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2015, pág. 126.

**Ronald, Villanueva M. 2015.** Slideshare.net. [En línea] 20 de abril de 2015. <https://es.slideshare.net/PedroFiguroa8/ppt-pavimento-rigido>.

**Uribe García, Marco Antonio. 2016.** *Curso Regional de Geotecnia y Pavimentos: Diseño de Pavimento Rígidos*. Santiago de Querétaro : Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres A.C, 2016.

**Vásquez Varela, Luis Ricardo. 2002.** Ingepav - Ingeniería de Pavimentos. *Ingepav*. [En línea] Febrero de 2002. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>.

**Vergara Vicuña, Antony Luis. 2014.** *Evaluación del Estado Funcional y Estructural del Pavimento Flexible Mediante la Metodología PCI, Tramo Quichuay - Ingenio 2014*. Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú - Facultad de Ingeniería Civil, 2014.

# ANEXOS

### MODELO DE ENCUESTA PARA MEDIR EL PSI

(Según la transitabilidad vehicular, la persona encuestada dará una calificación de cada tramo, obteniéndose una calificación determinando que tan transitable es la Avenida Bolognesi – se adjunta el cuadro de resultados de los encuestados para dar veracidad a los datos tomados en campo).

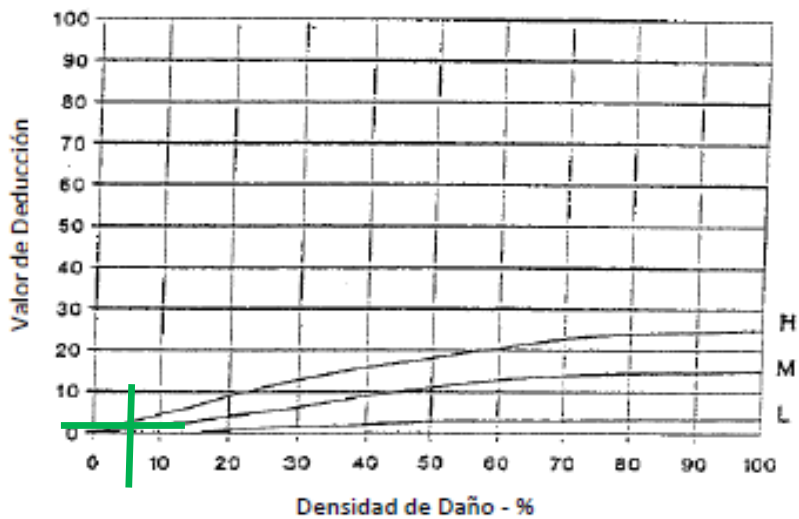
**Nombres y Apellidos:**

| N° DE TRAMOS | CALIFICACION | TRANSITABILIDAD |
|--------------|--------------|-----------------|
| 1            |              |                 |
| 2            |              |                 |
| 3            |              |                 |
| 4            |              |                 |
| 5            |              |                 |
| 6            |              |                 |
| 7            |              |                 |
| 8            |              |                 |
| 9            |              |                 |
| 10           |              |                 |
| 11           |              |                 |
| 12           |              |                 |
| 13           |              |                 |
| 14           |              |                 |
| 15           |              |                 |
| 16           |              |                 |
| 17           |              |                 |
| 18           |              |                 |
| 19           |              |                 |
| 20           |              |                 |
| 21           |              |                 |
| 22           |              |                 |
| 23           |              |                 |
| 24           |              |                 |
| 25           |              |                 |
| 26           |              |                 |
| 27           |              |                 |
| 28           |              |                 |

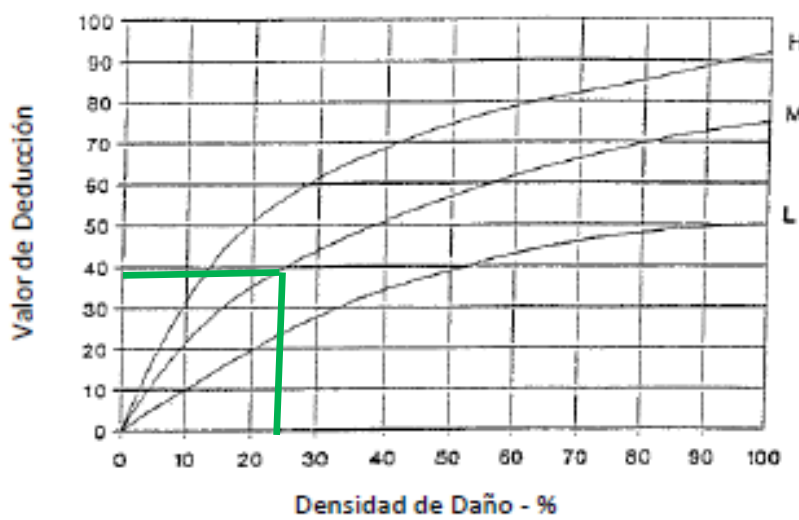
**CALCULO DE DEDUCCIONES** (Tablas para pavimento rígido)

**1. 1er Tramo (0+00 - 0+040)**

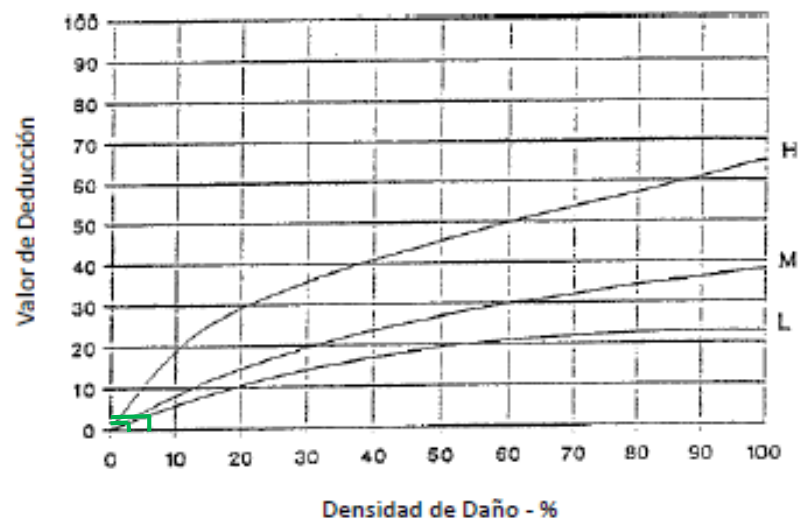
**FISURA:  
Parche**



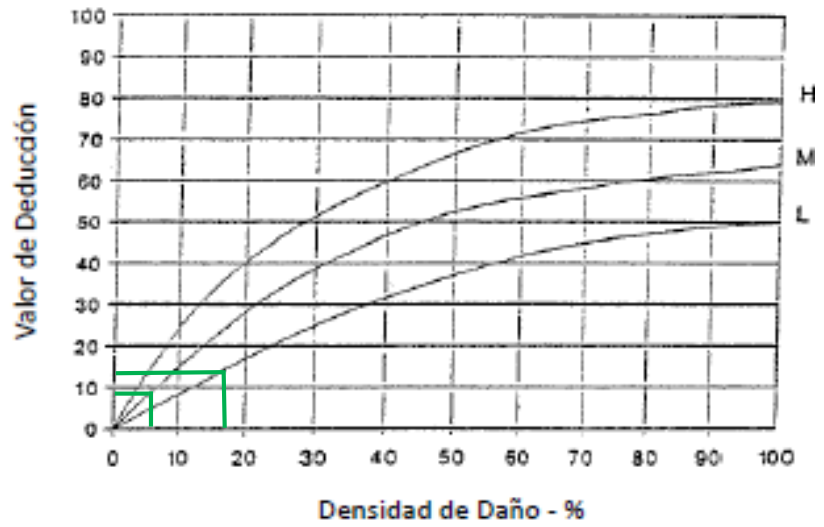
**FISURA:  
Losa Dividida**



**FISURA:  
Longitudinal /**

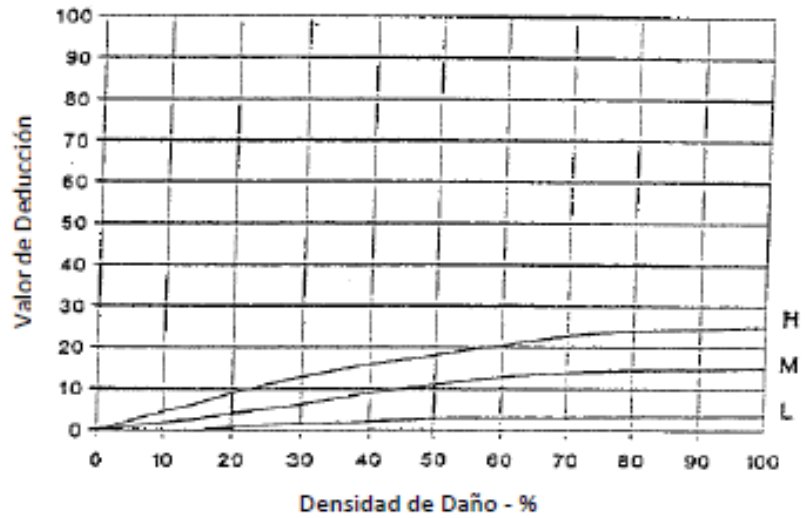


**FISURA:  
Esquina**

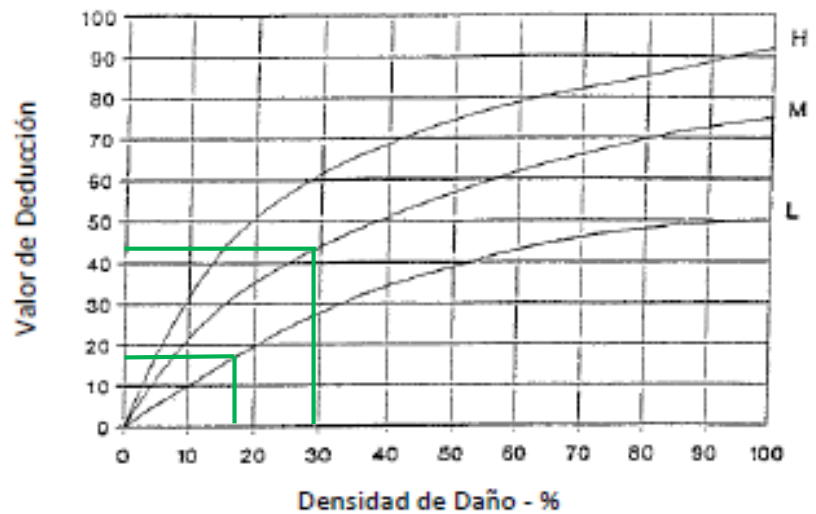


**2. 2do Tramo (0+40 - 0+080)**

**FISURA:  
Parche Pequeño**

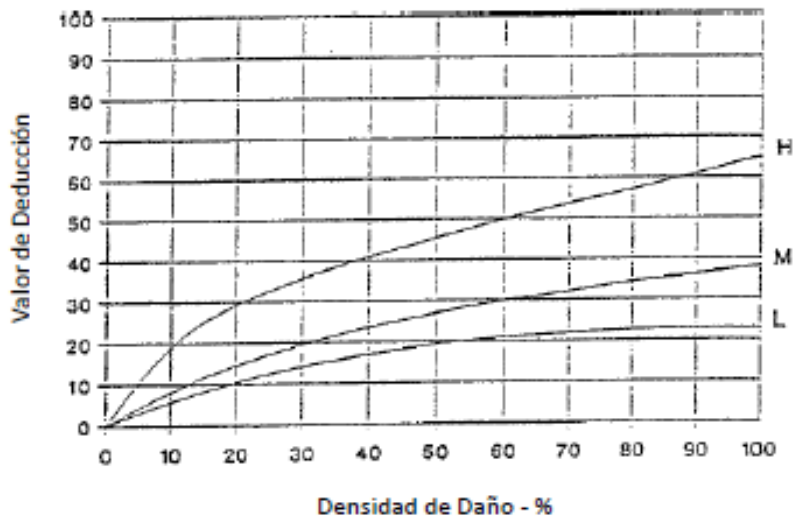


**FISURA:  
Losa Dividida**

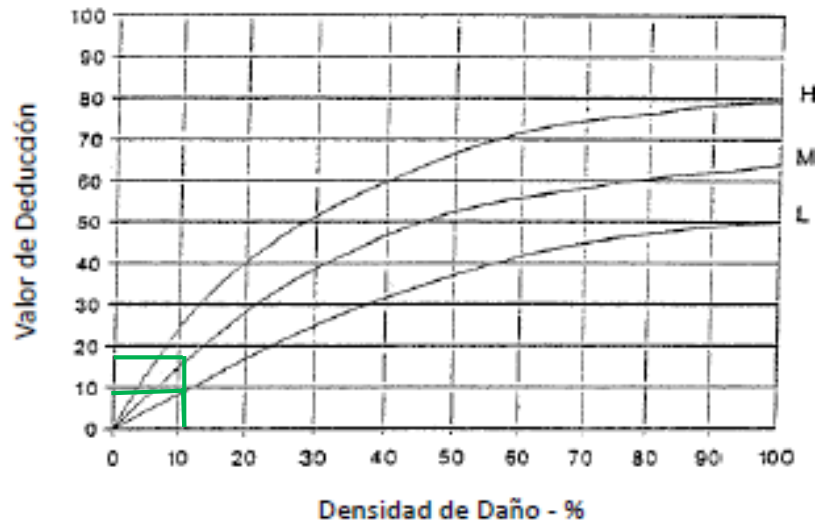




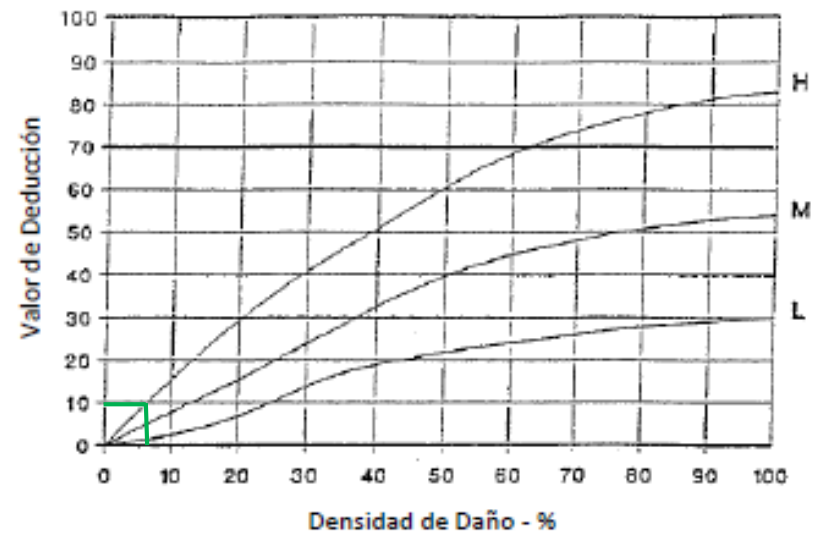
**FISURA:  
Longitudinal /**



**FISURA:  
Esquina**



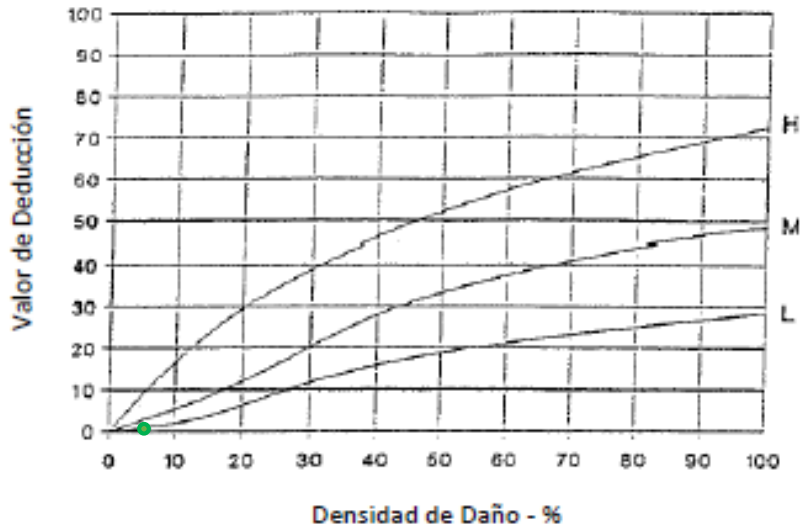
**FISURA:  
Escalonamiento**



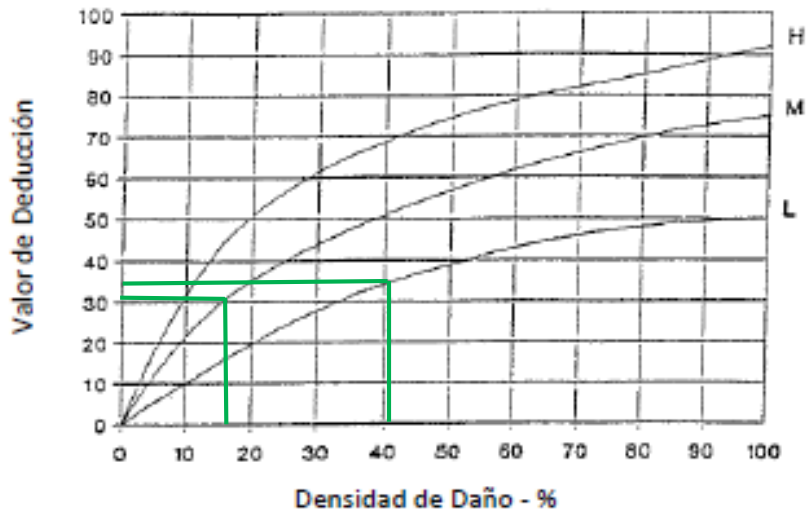
3. 3er Tramo (0+80

- 0+120)

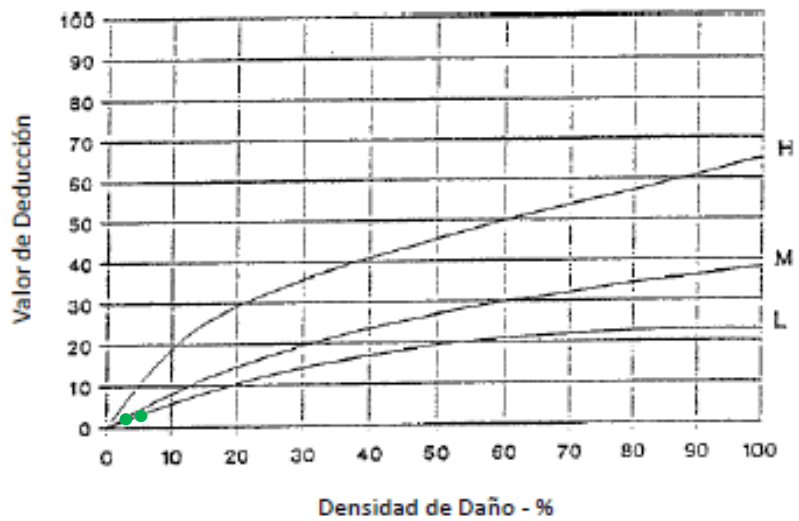
**FISURA:**  
**Parche Grande**



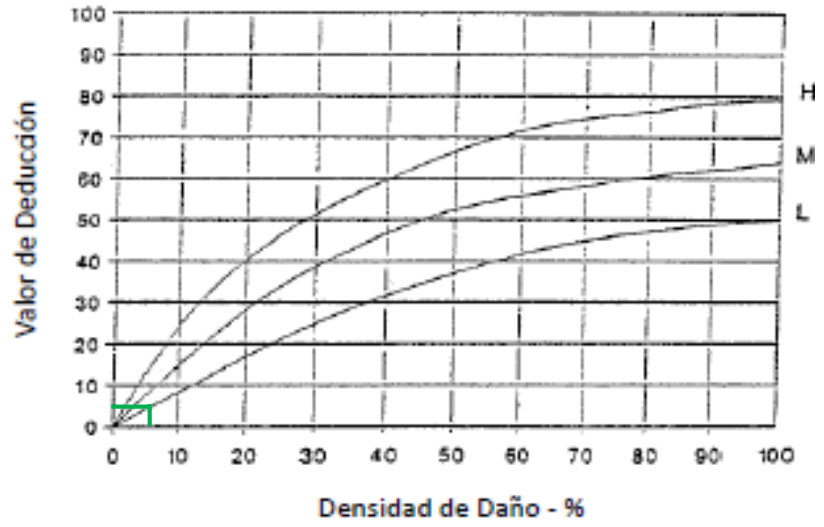
**FISURA:**  
**Losa Dividida**



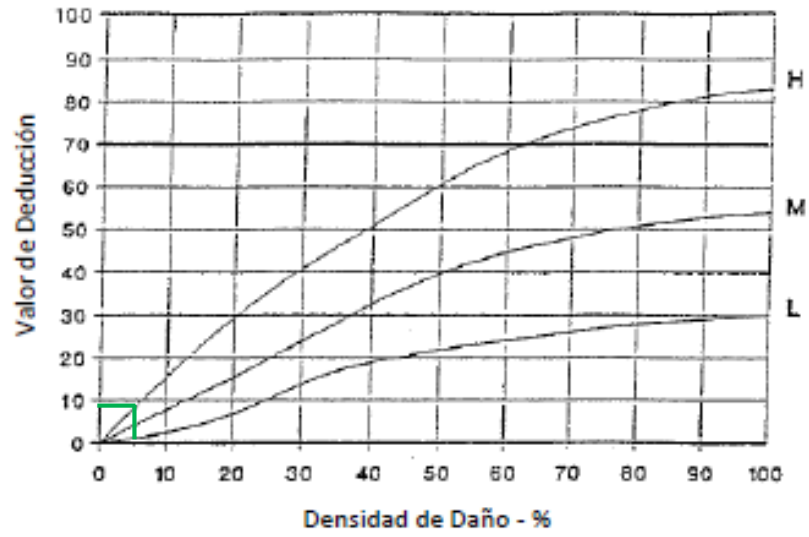
**FISURA:**  
**Longitudinal /**



**FISURA:**  
**Fisura Esquina**

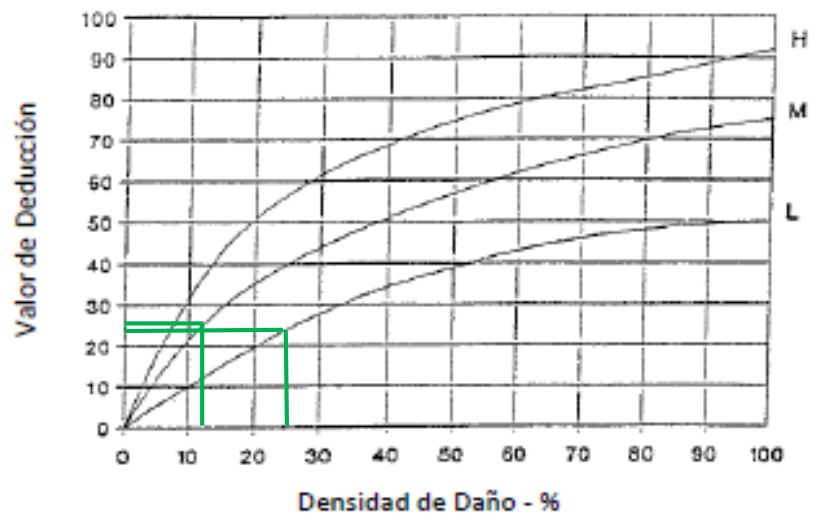


**FISURA:**  
**Escalonamiento**

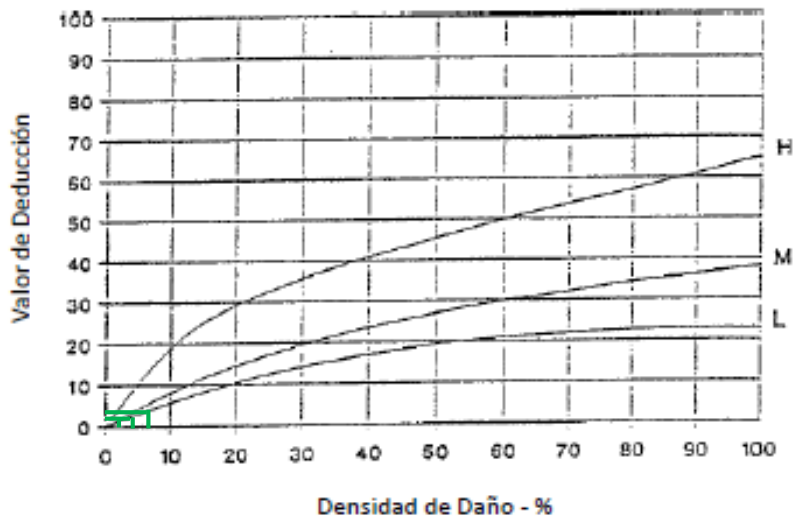


**4. 4to Tramo (0+120) - 0+160)**

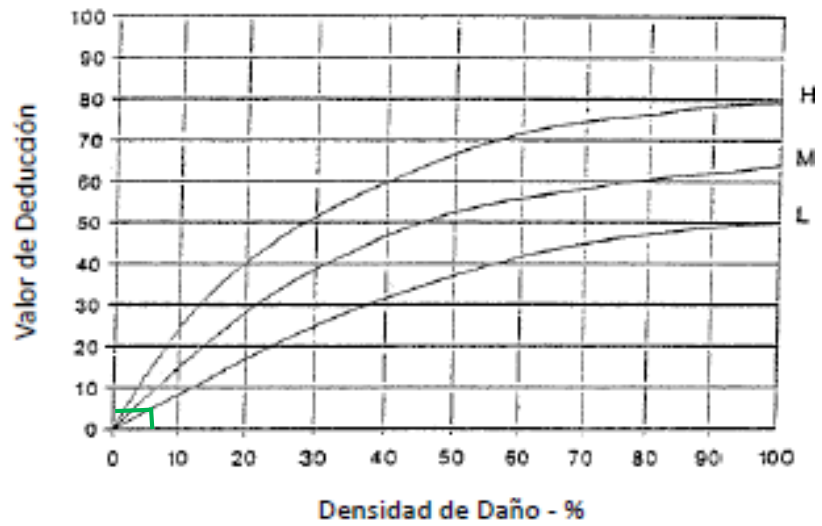
**FISURA:**  
**Losa Dividida**



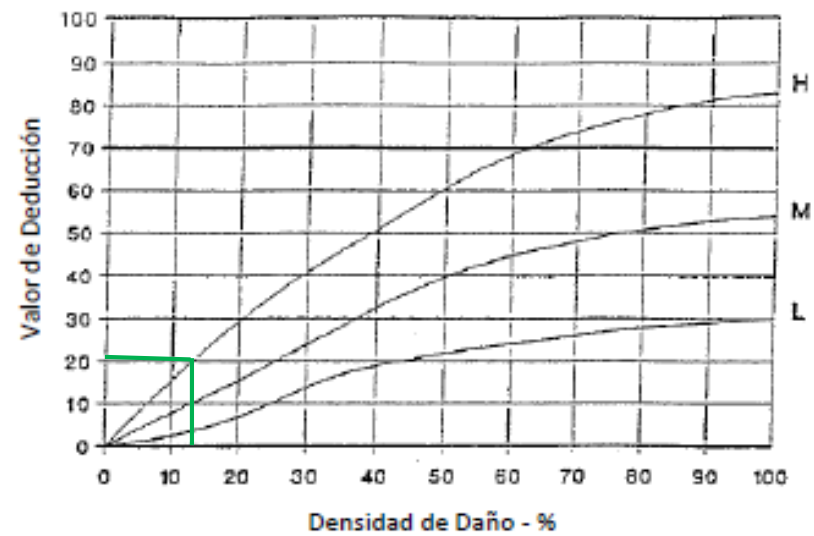
**FISURA:**  
Longitudinal /



**FISURA:**  
Fisura Esquina

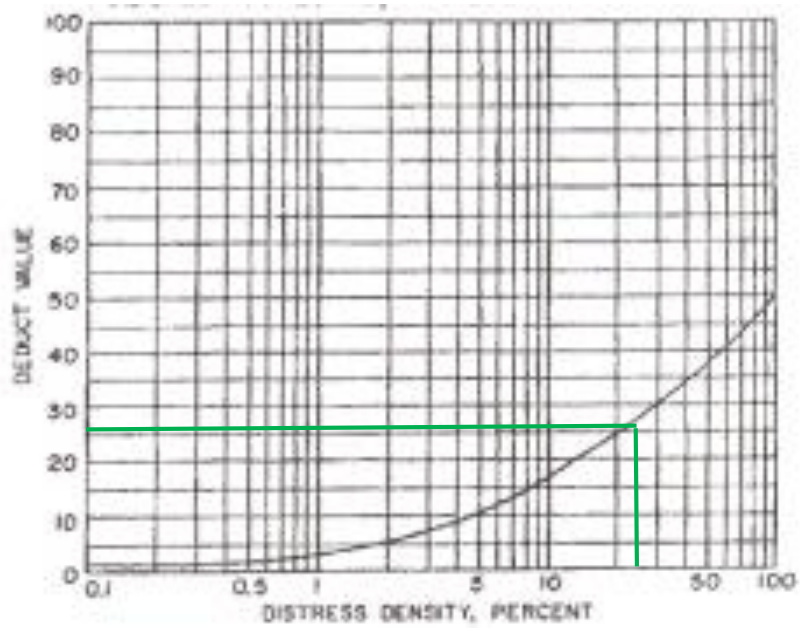


**FISURA:**  
Escalonamiento

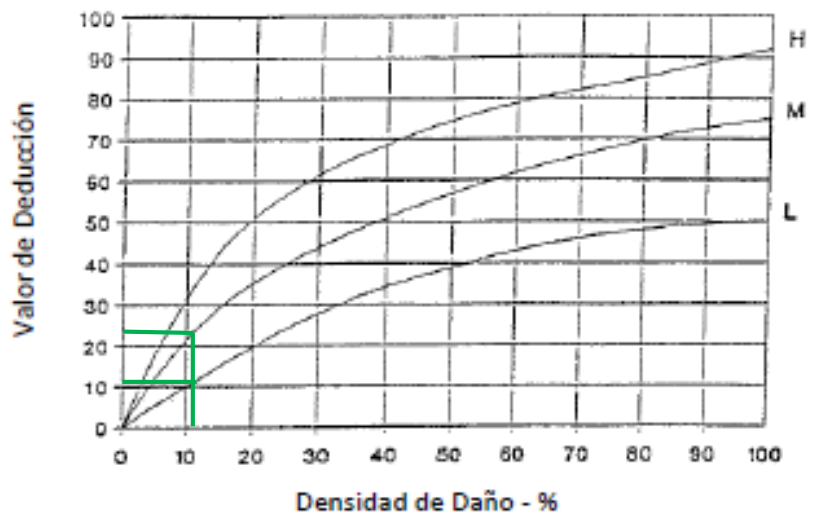


5. 5to Tramo (0+160 - 0+200)

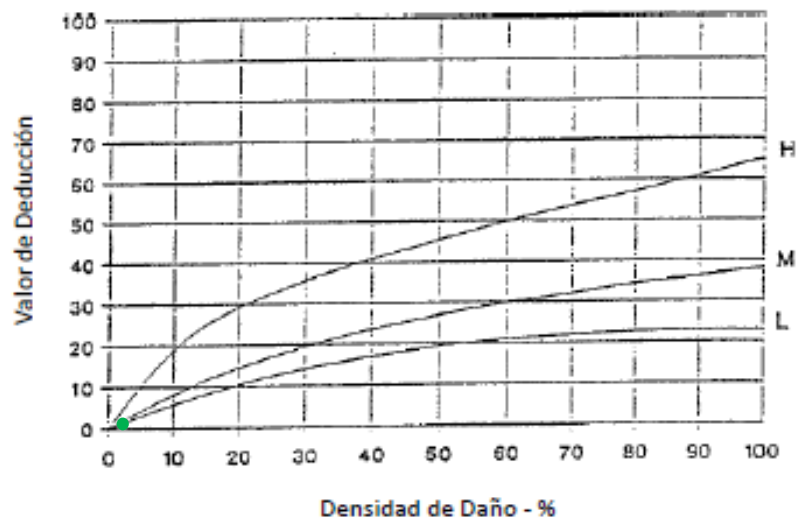
FISURA:  
Agregado



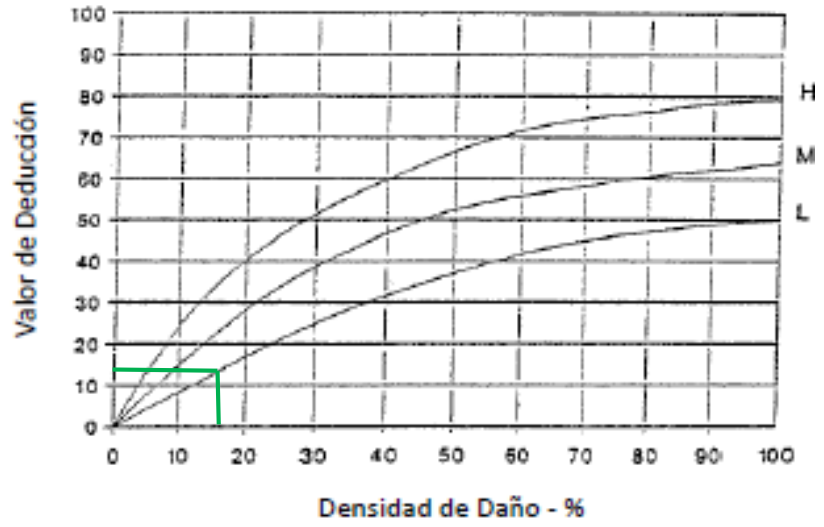
FISURA:  
Losa Dividida



FISURA:  
Longitudinal /

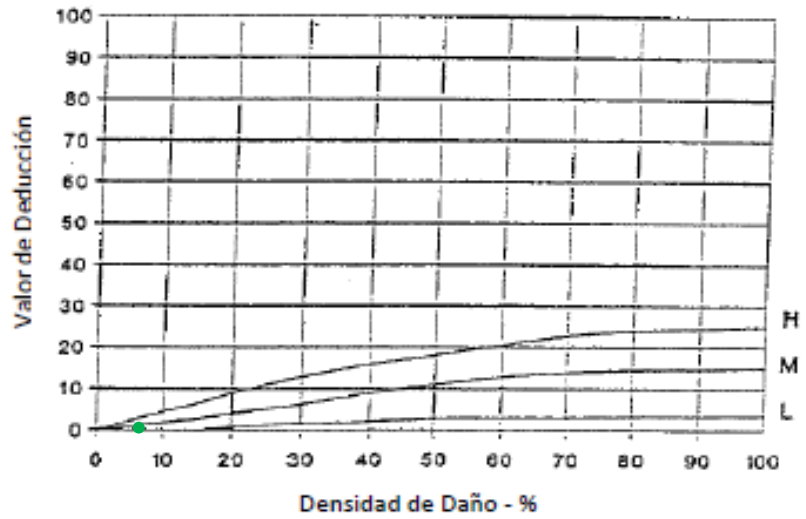


**FISURA:  
Fisura Esquina**

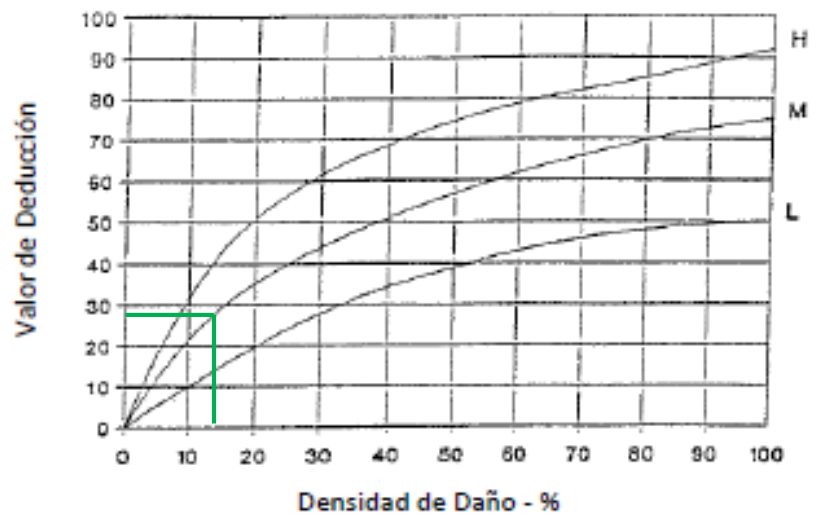


**6. 6to Tramo (0+200 - 0+240)**

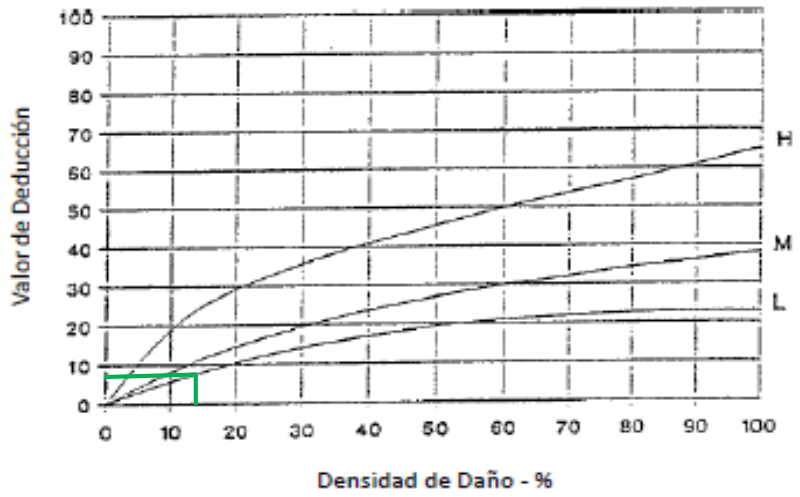
**FISURA:  
Parche Pequeño**



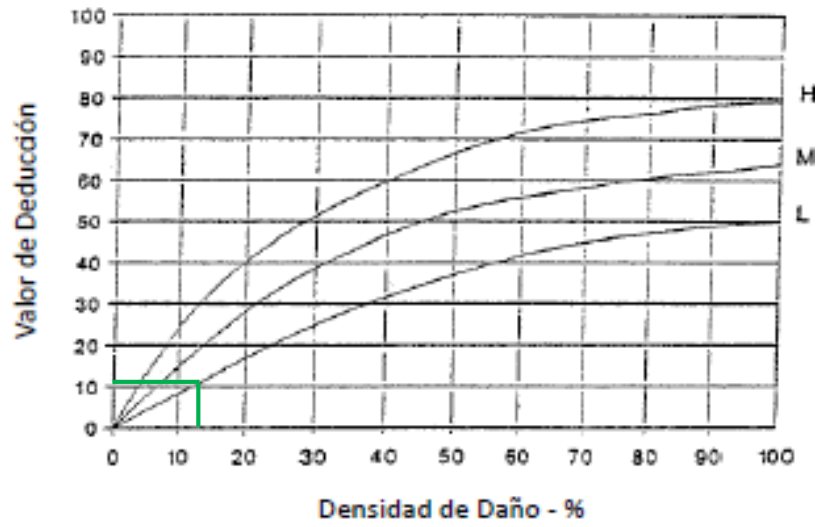
**FISURA:  
Losa Dividida**



**FISURA:  
Transversal**

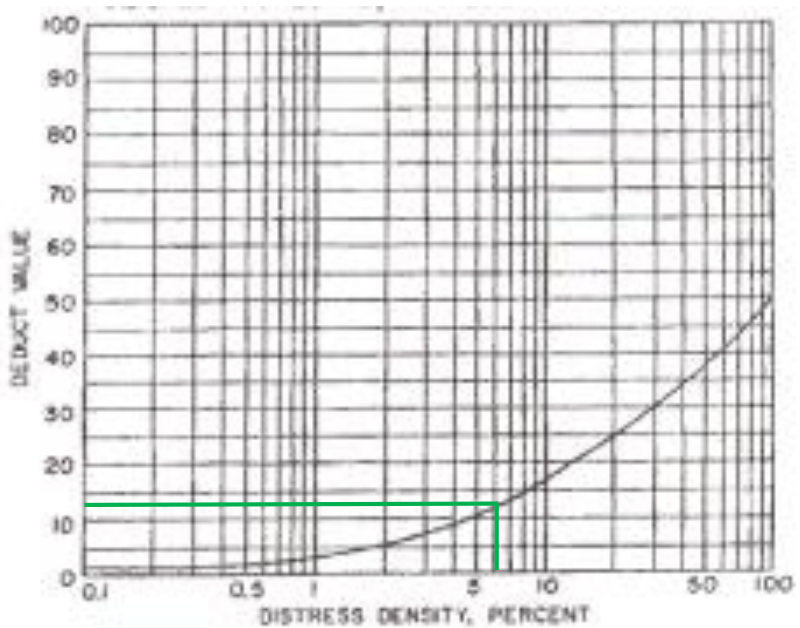


**FISURA:  
Esquina**

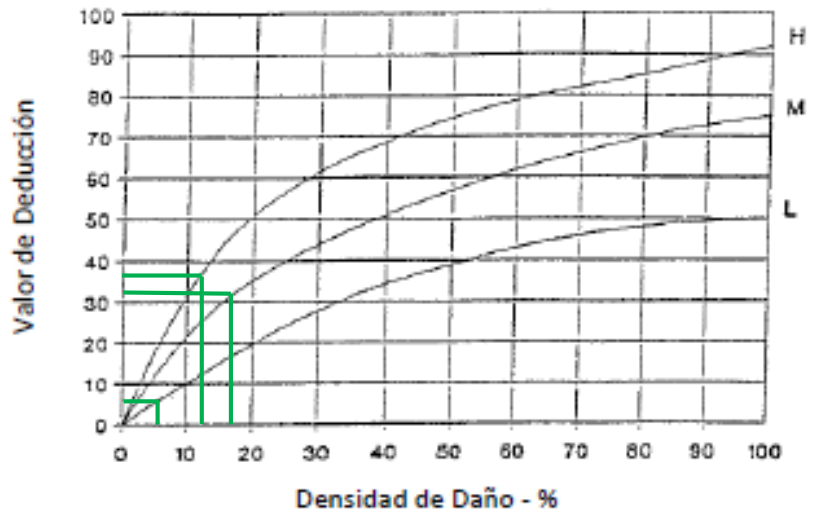


**7. 7mo Tramo (0+240 - 0+280)**

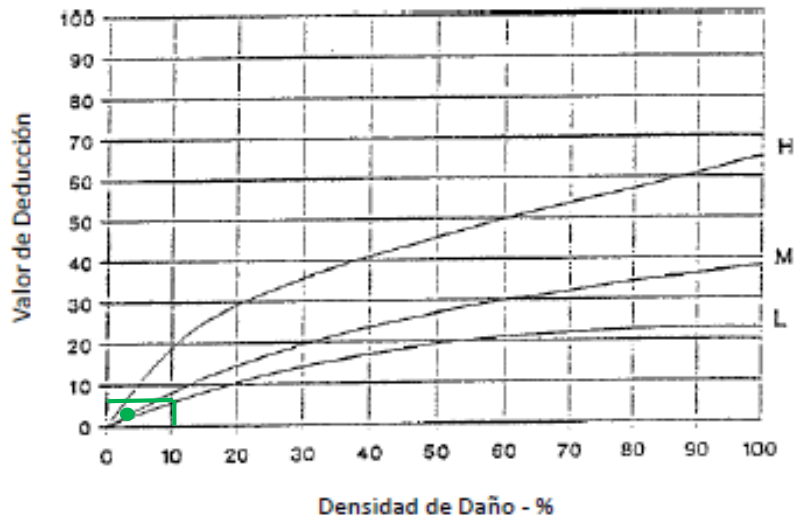
**FISURA:  
Agregado**



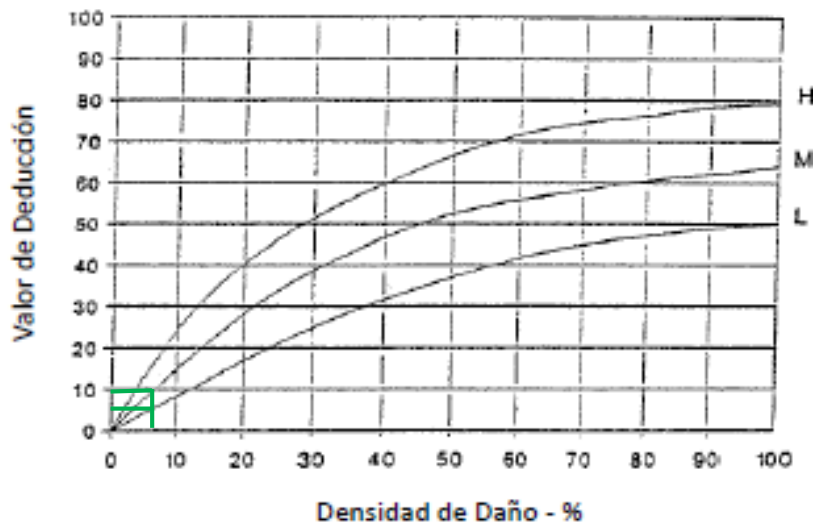
**FISURA:  
Losa Dividida**



**FISURA:  
Transversal**



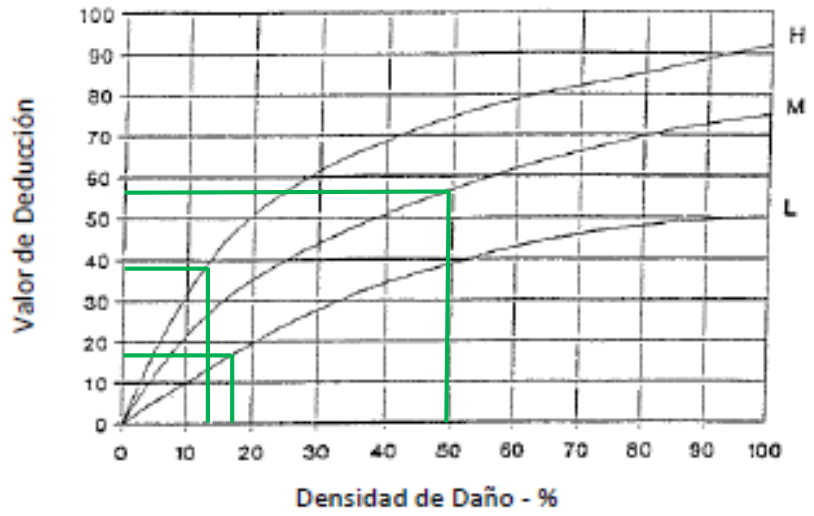
**FISURA:  
Fisura Esquina**



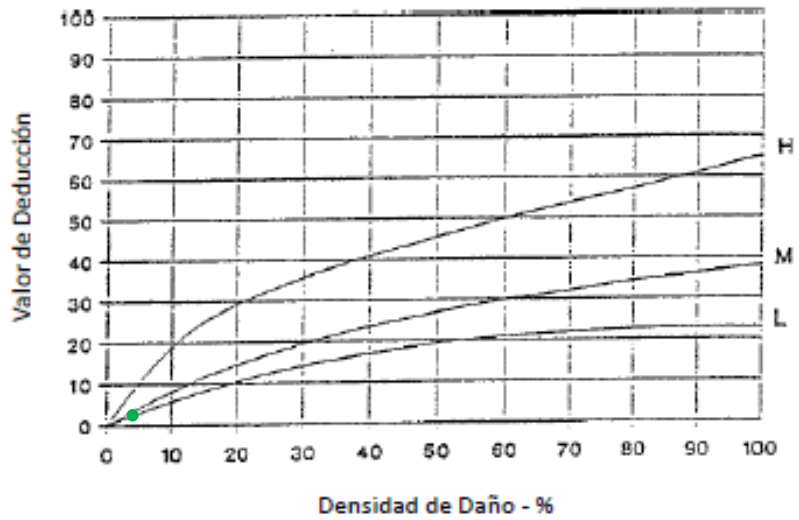


8. 8avo Tramo (0+280 - 0+320)

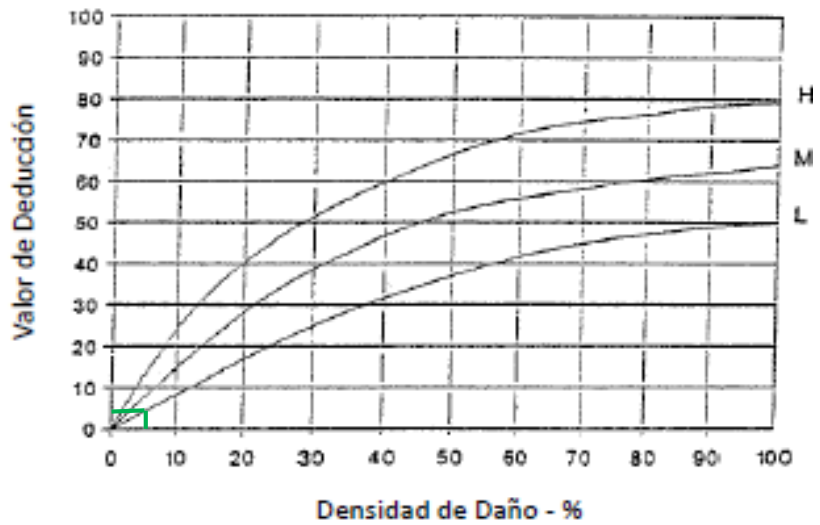
**FISURA:**  
**Losa Dividida**



**FISURA:**  
**Longitudinal /**

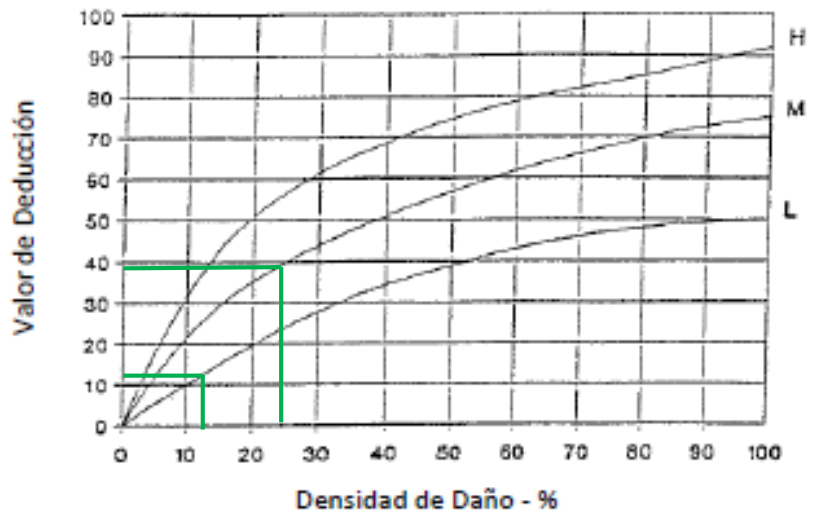


**FISURA:**  
**Esquina**

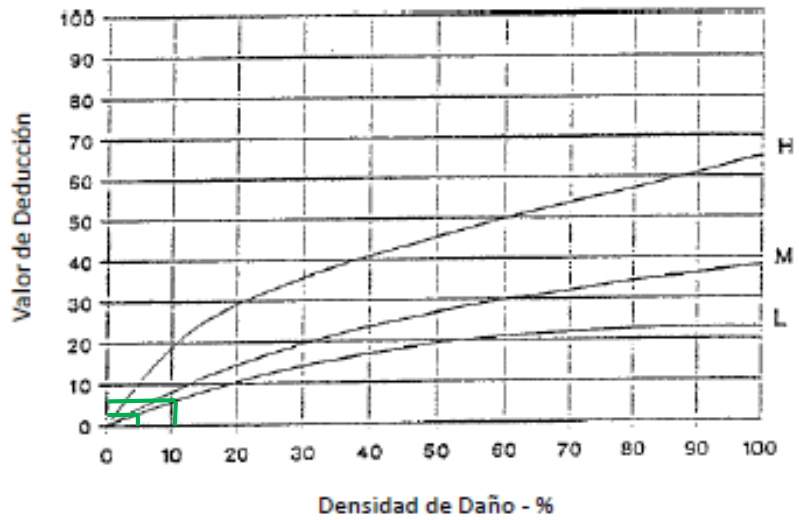


9. 9no Tramo (0+320 - 0+360)

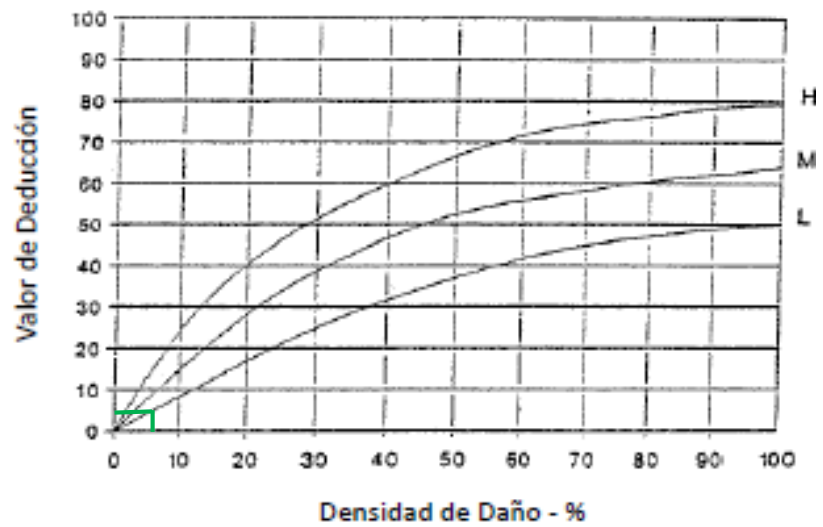
**FISURA:**  
**Losa Dividida**



**FISURA:**  
**Longitudinal /**

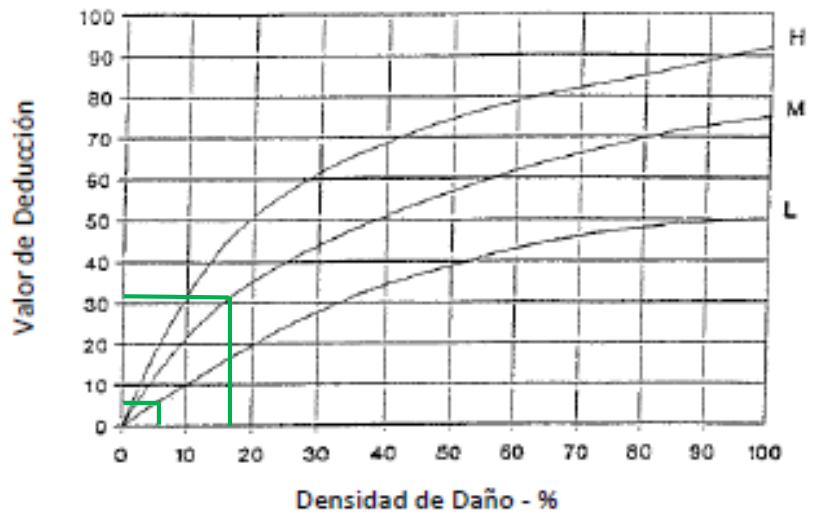


**FISURA:**  
**Esquina**

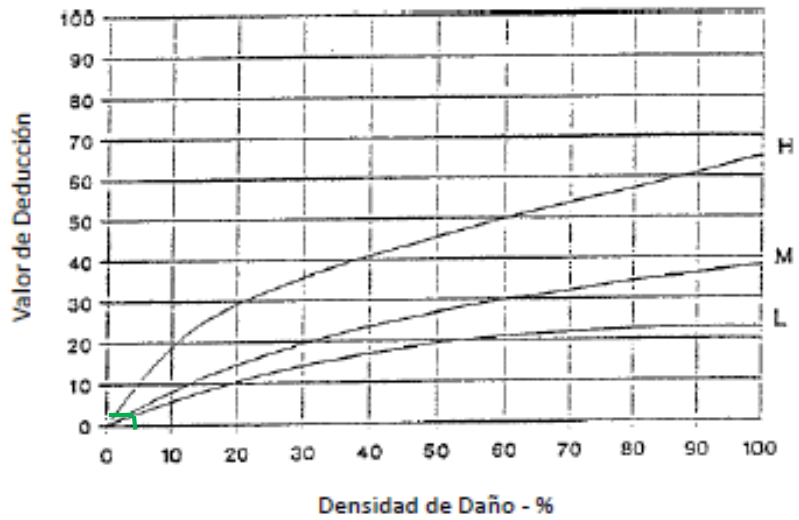


10. 10mo Tramo (0+360 - 0+400)

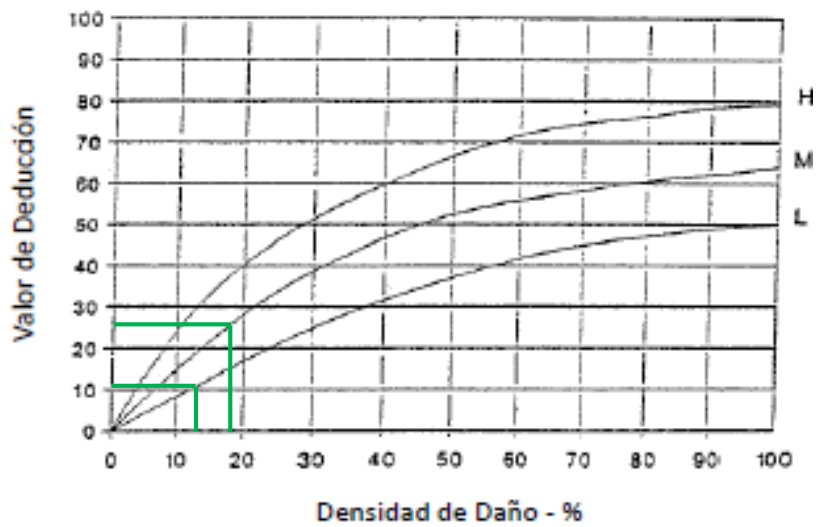
**FISURA:  
Losa Dividida**



**FISURA:  
Transversal**

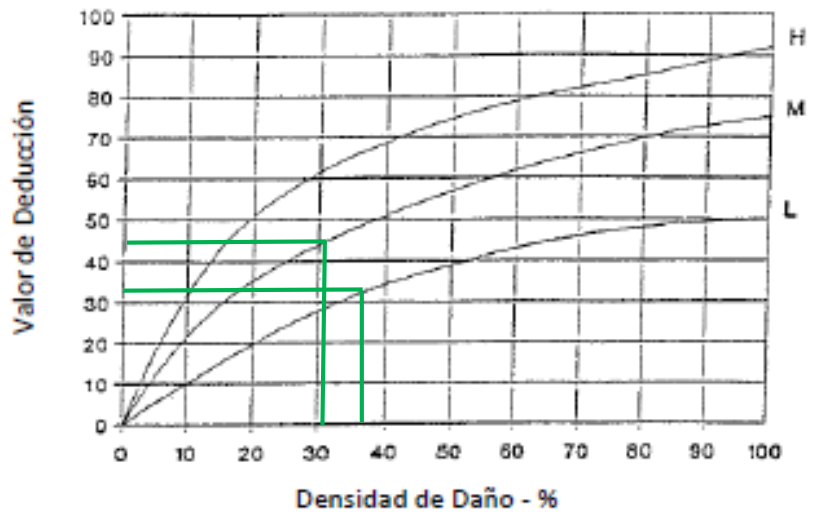


**FISURA:  
Esquina**

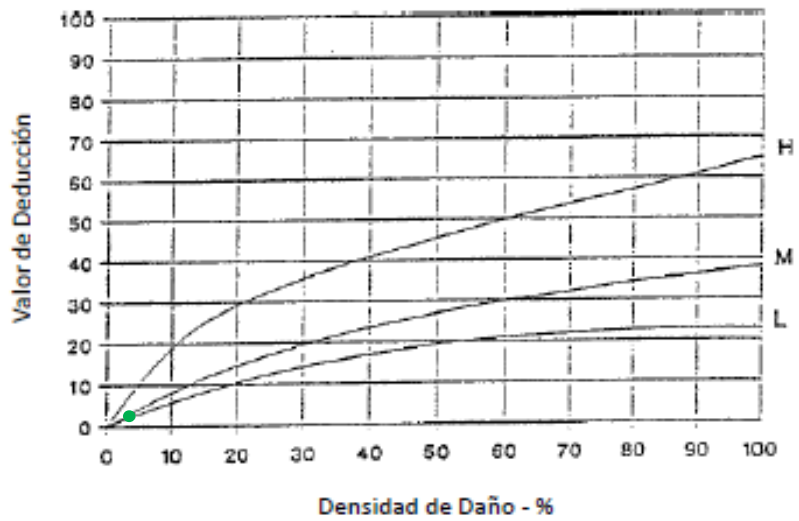


11. 11avo Tramo (0+400 - 0+440)

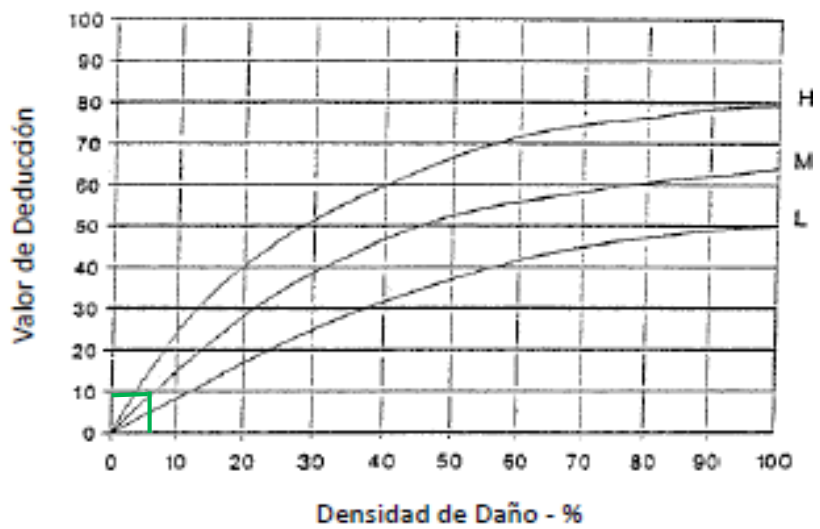
FISURA:  
Losa Dividida



FISURA:  
Transversal

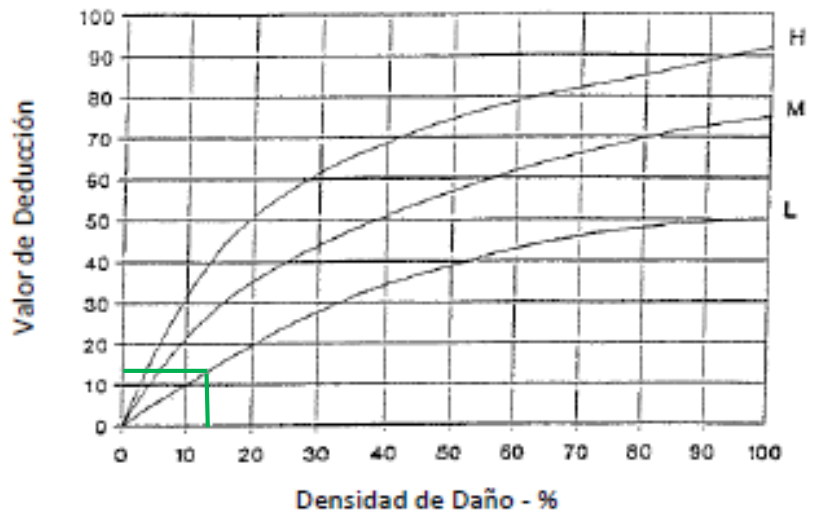


FISURA:  
Esquina

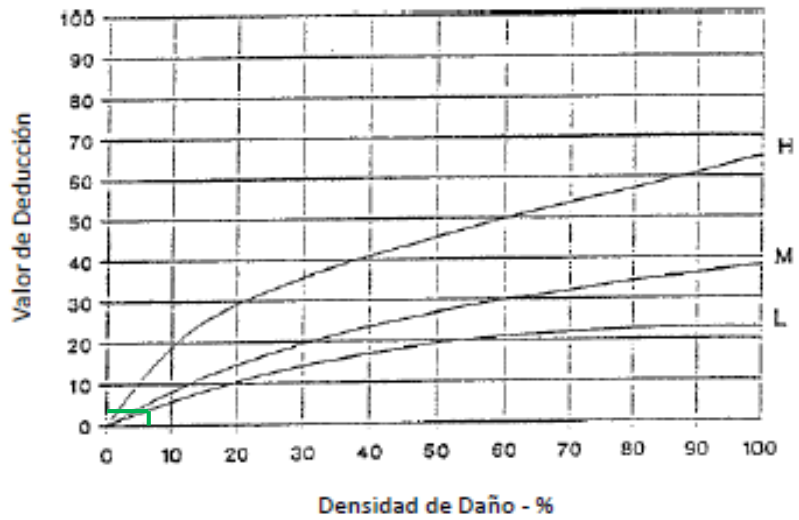


12. 12avo Tramo (0+440 - 0+480)

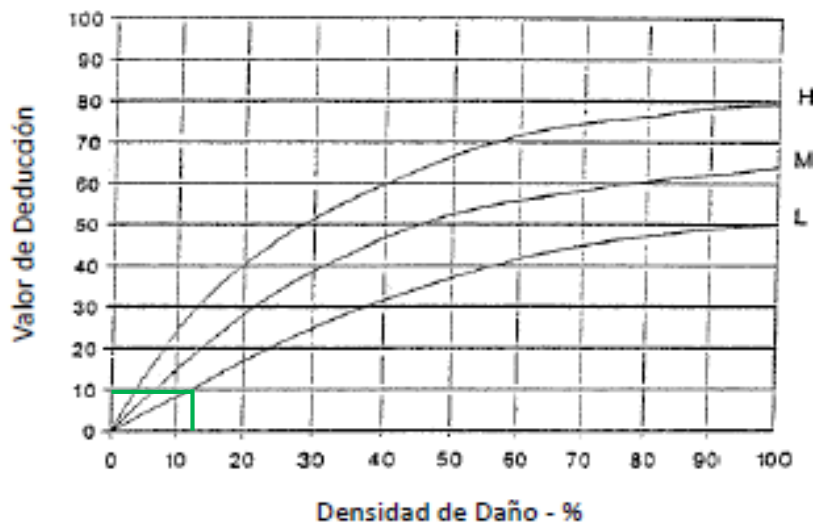
**FISURA:  
Losa Dividida**



**FISURA:  
Longitudinal /**

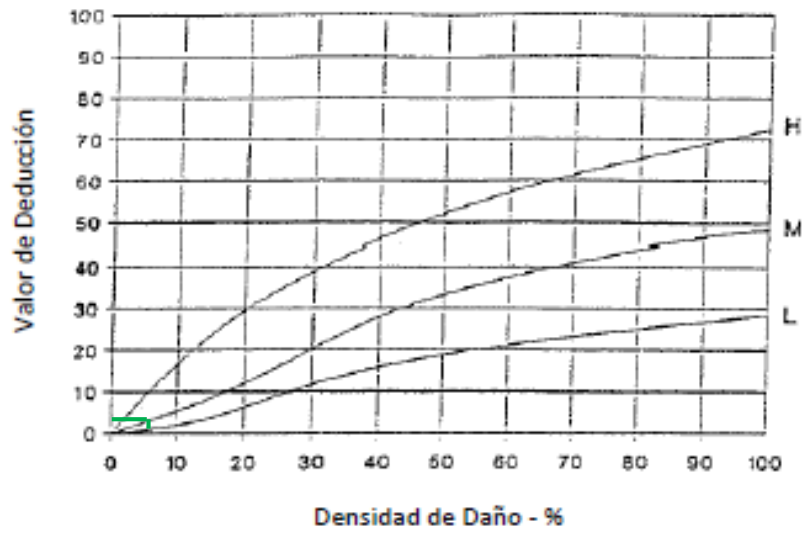


**FISURA:  
Esquina**

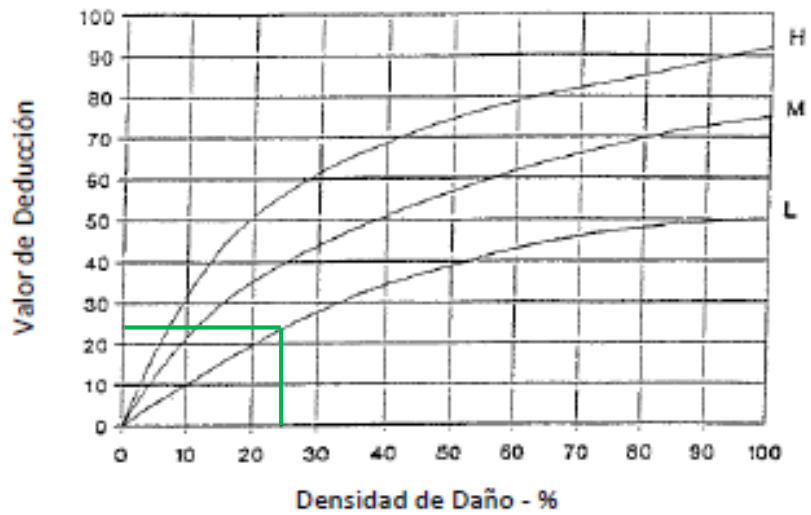


13. 13avo Tramo (0+480 - 0+520)

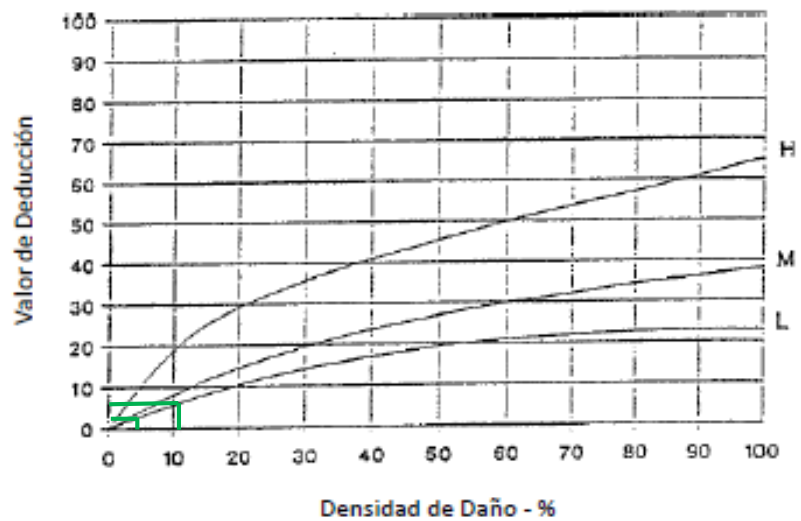
**FISURA:**  
**Parche Grande**



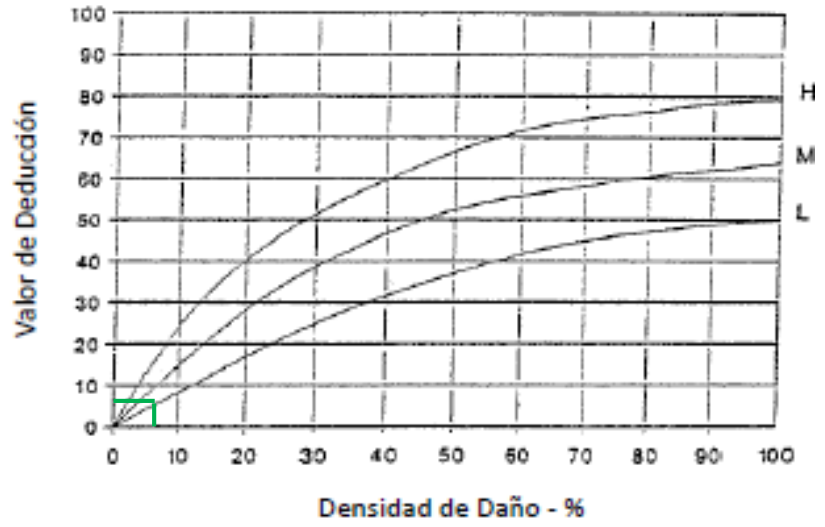
**FISURA:**  
**Losa Dividida**



**FISURA:**  
**Longitudinal /**

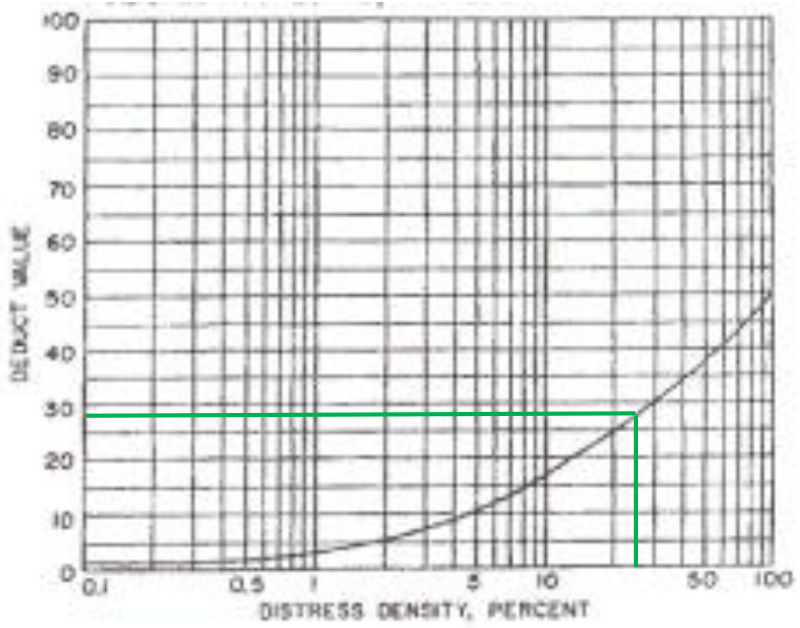


**FISURA:**  
**Fisura Esquina**

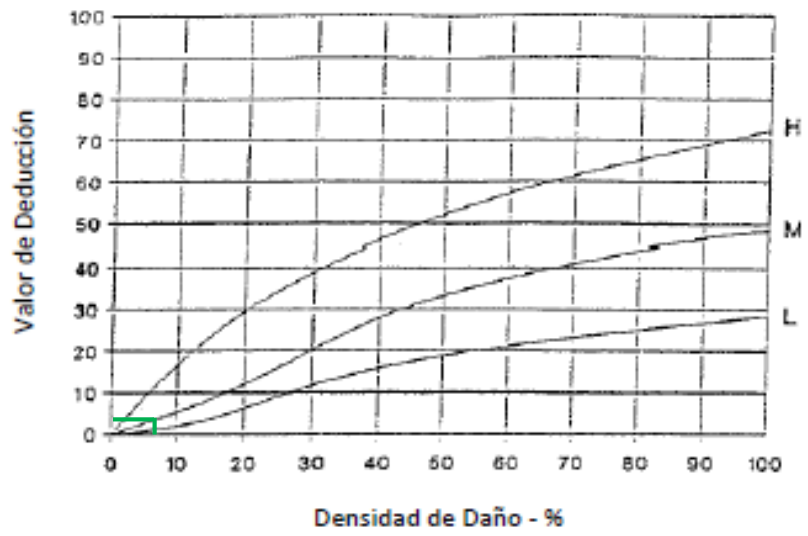


**14. 14avo Tramo (0+520- 0+560)**

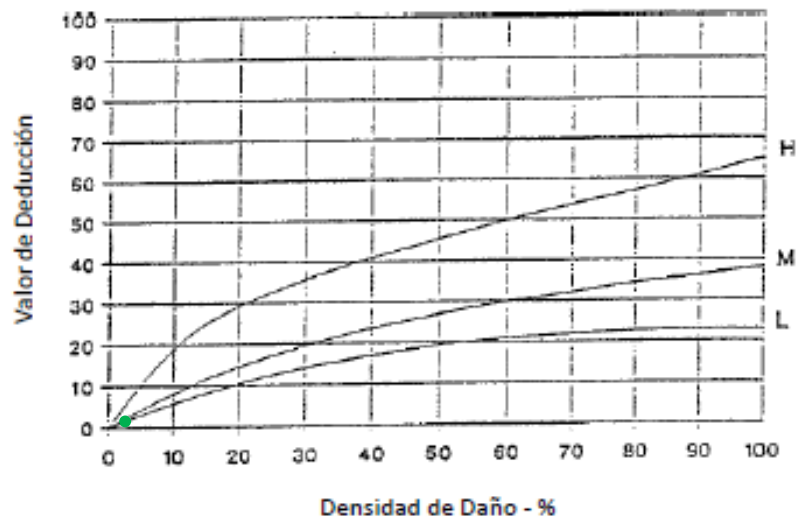
**FISURA:**  
**Agregado**



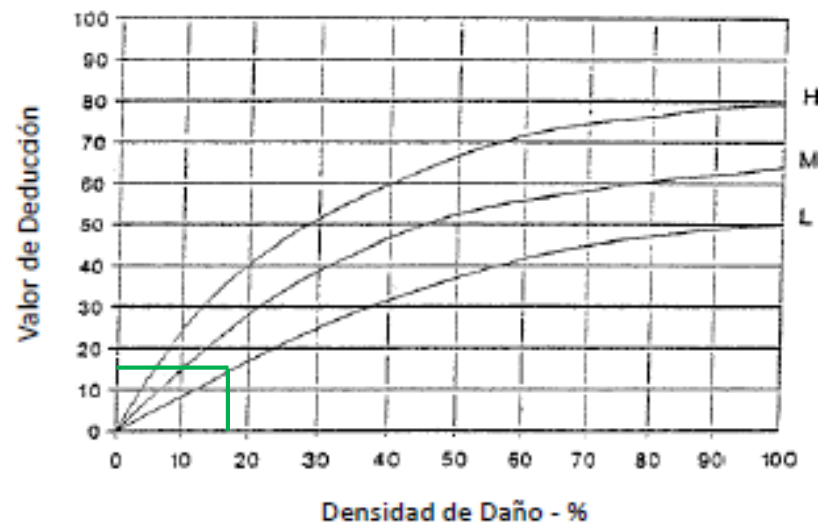
**FISURA:  
Parche Grande**



**FISURA:  
Longitudinal /**



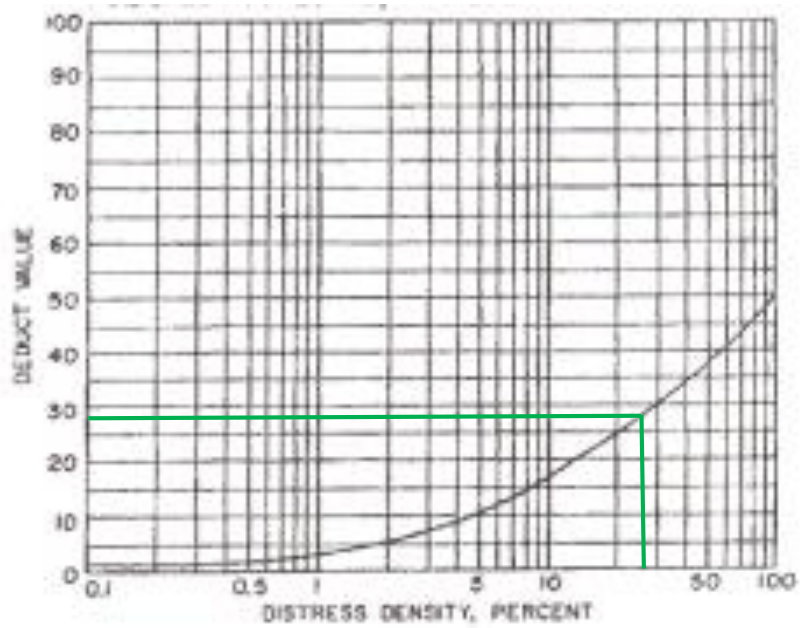
**FISURA:  
Fisura Esquina**



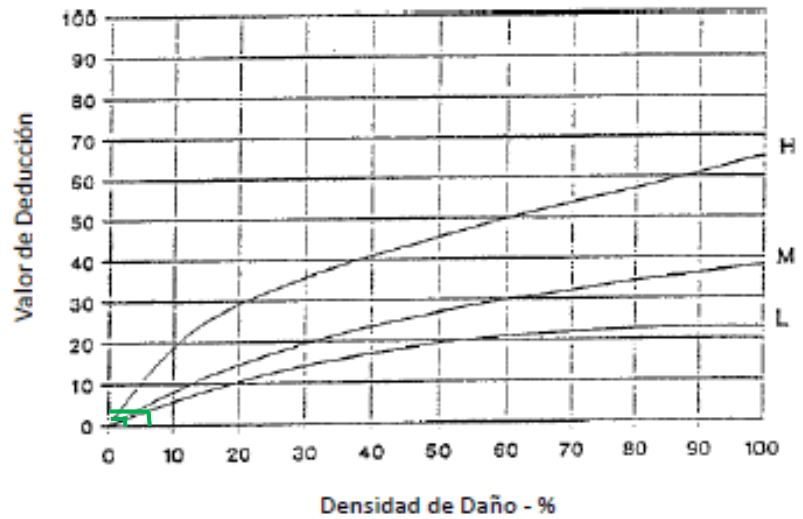


15. 15avo Tramo (0+560 - 0+600)

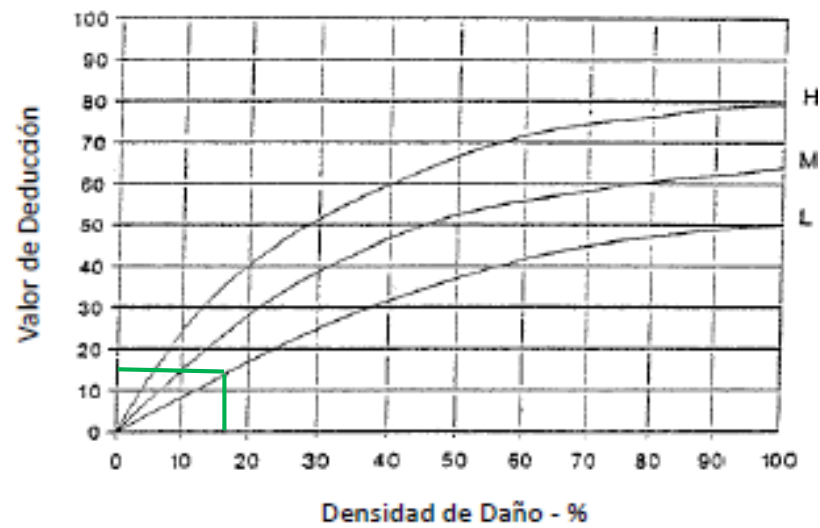
**FISURA:**  
Agregado



**FISURA:**  
Longitudinal /

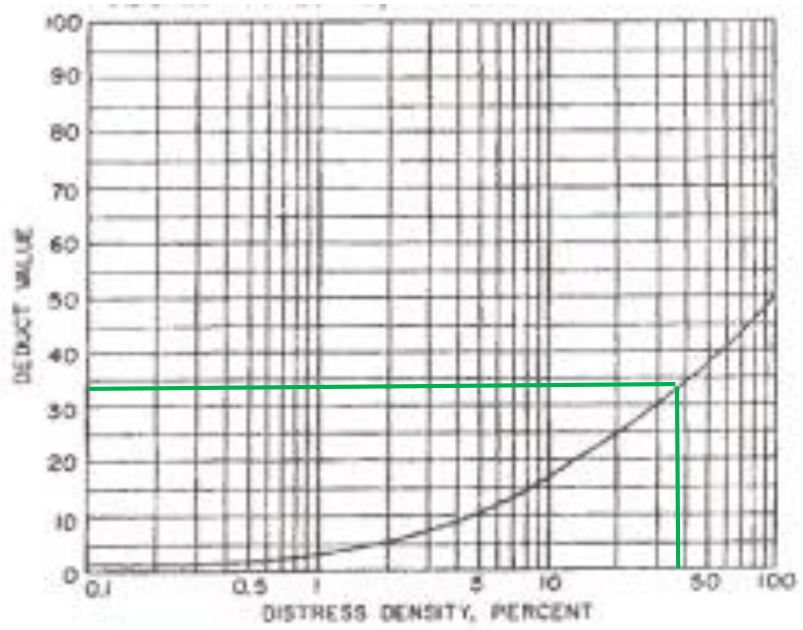


**FISURA:**  
Fisura Esquina

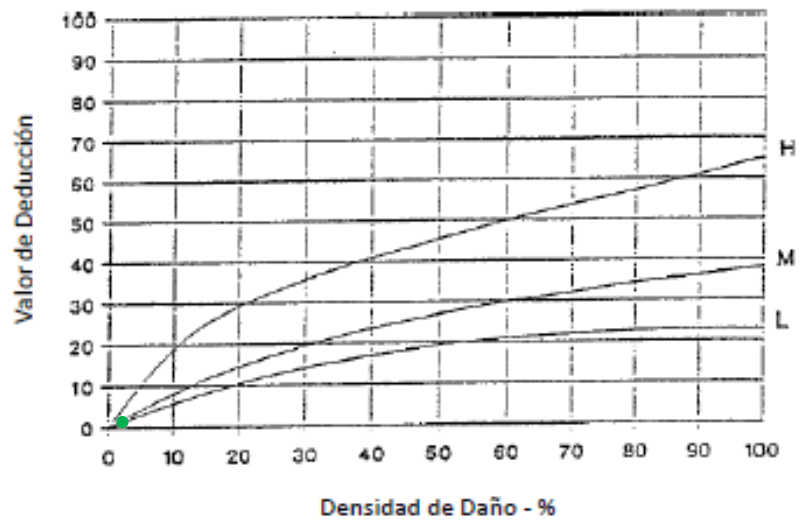


16. 16avo Tramo (0+600 - 0+640)

FISURA:  
Agregado

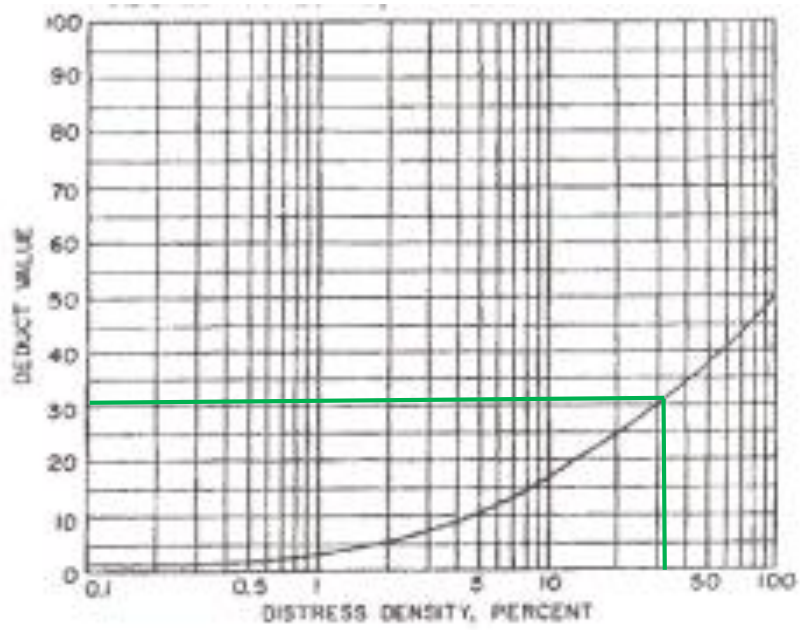


FISURA:  
Longitudinal /

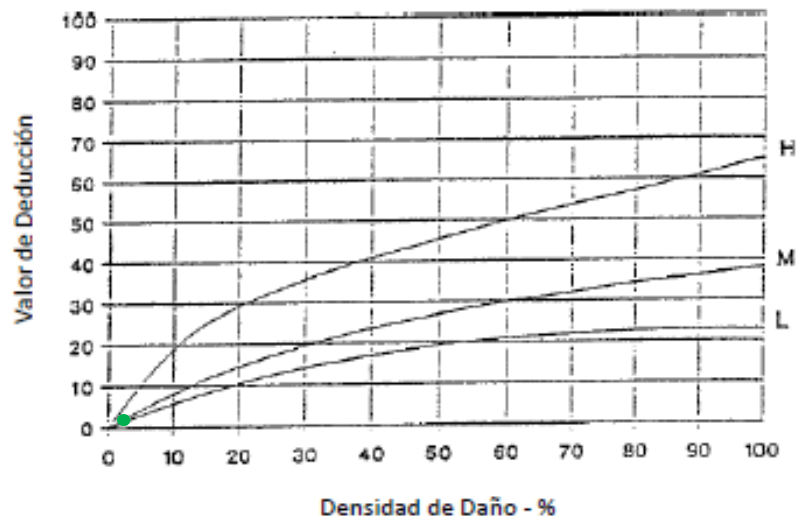


17. 17avo Tramo (0+640 - 0+680)

FISURA:  
Agregado

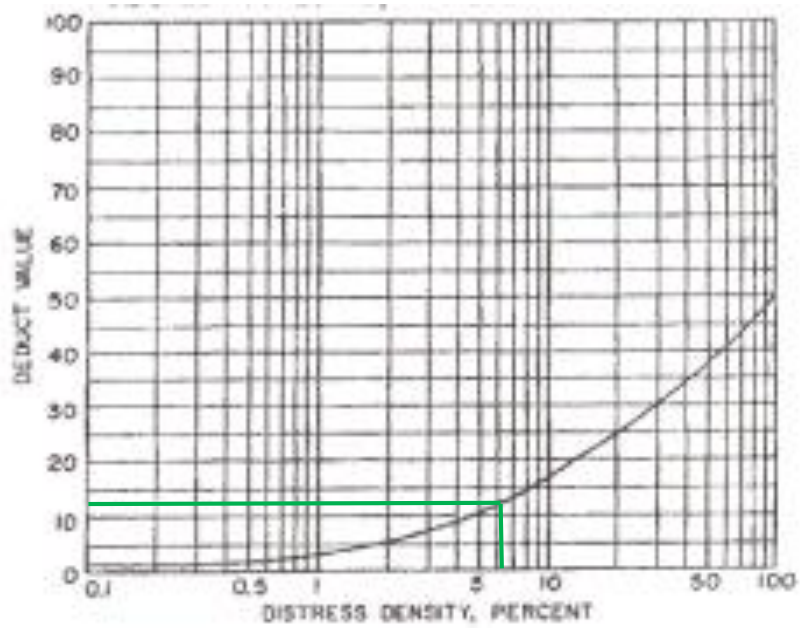


FISURA:  
Transversal

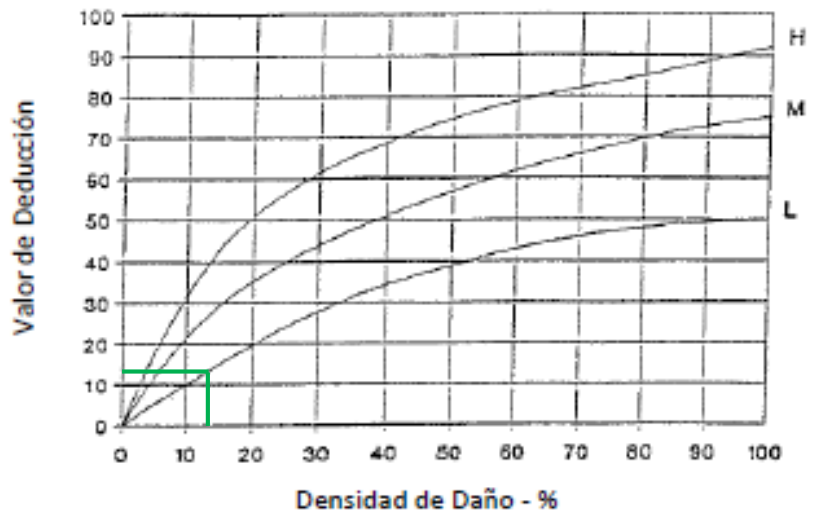


18. 18avo Tramo (0+680 - 0+720)

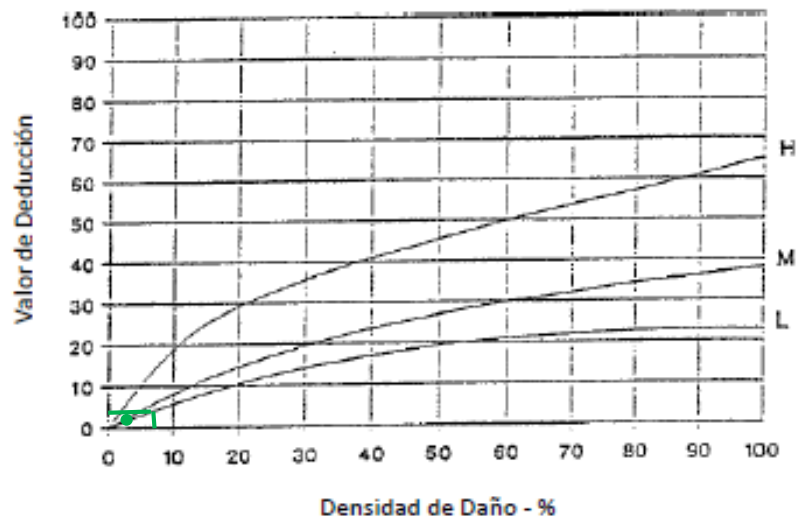
**FISURA:  
Agregado**



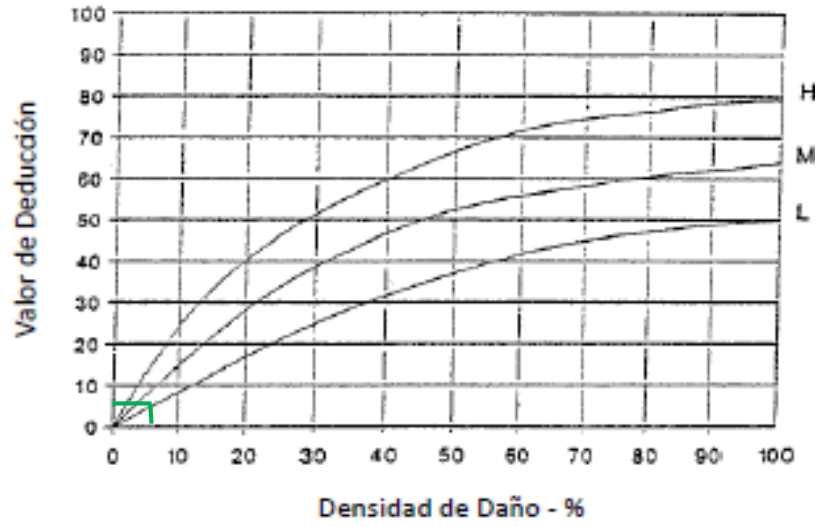
**FISURA:  
Losa Dividida**



**FISURA:  
Longitudinal /**

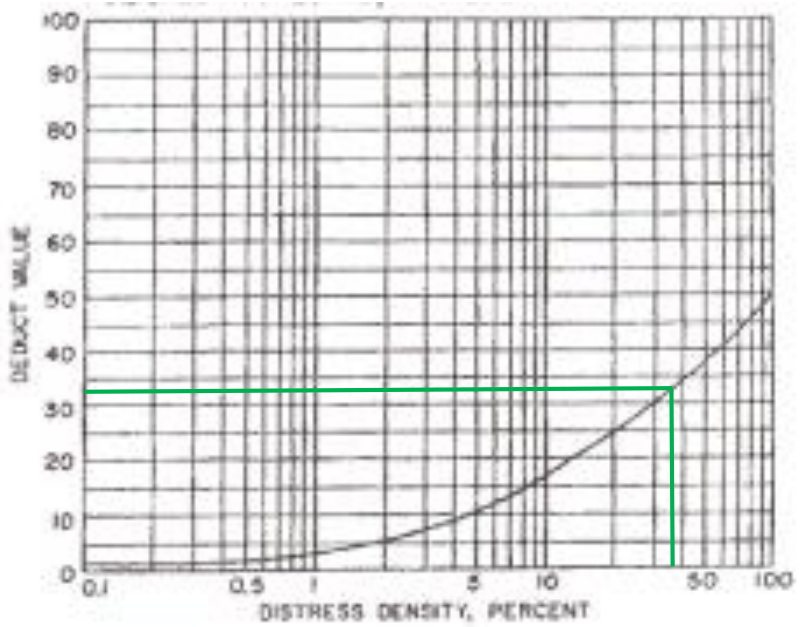


**FISURA:  
Esquina**

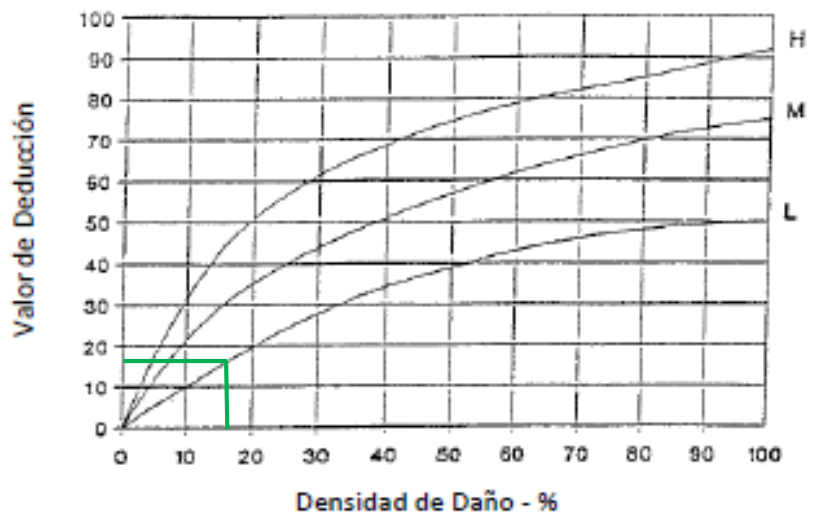


**19. 19avo Tramo (0+720 - 0+760)**

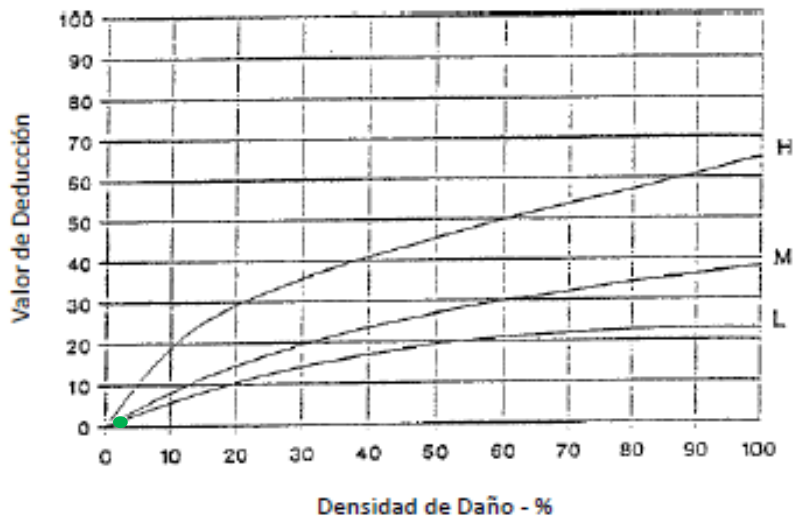
**FISURA:  
Agregado**



**FISURA:  
Losa Dividida**

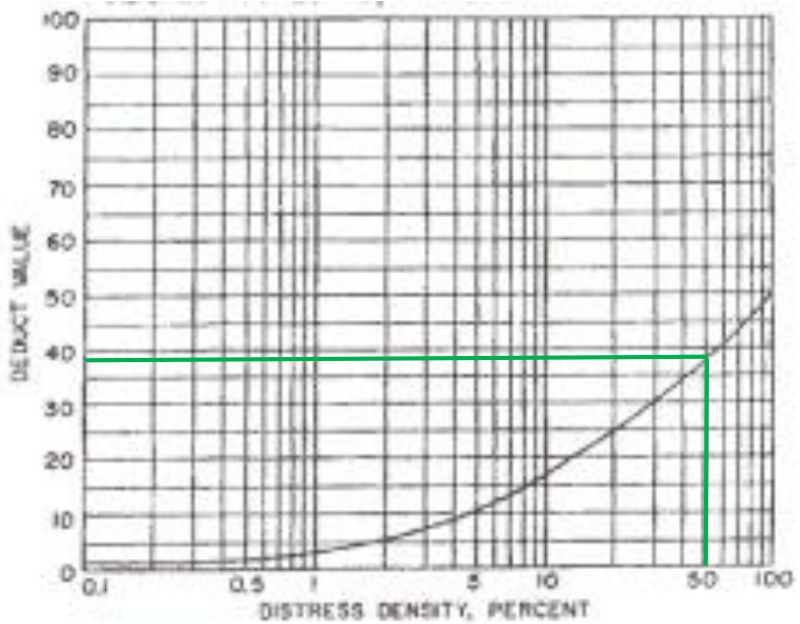


**FISURA:  
Longitudinal /**

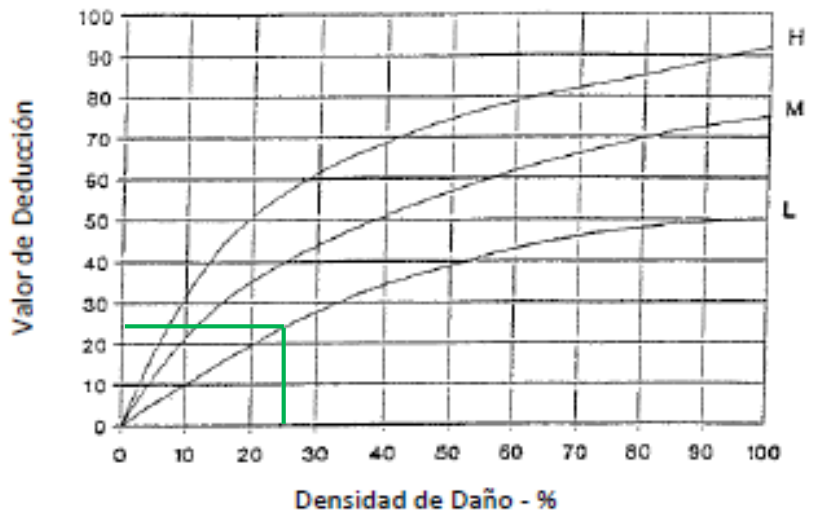


**20. 20avo Tramo (0+760 - 0+800)**

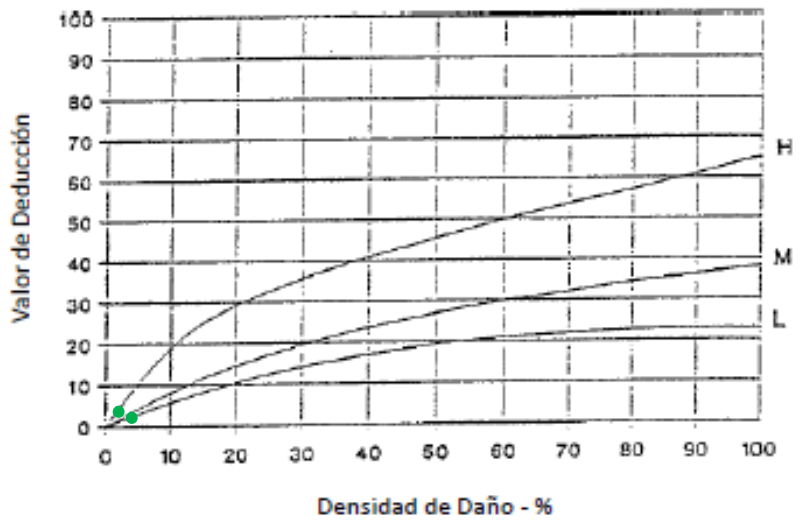
**FISURA:  
Agregado**



**FISURA:  
Losas Divididas**

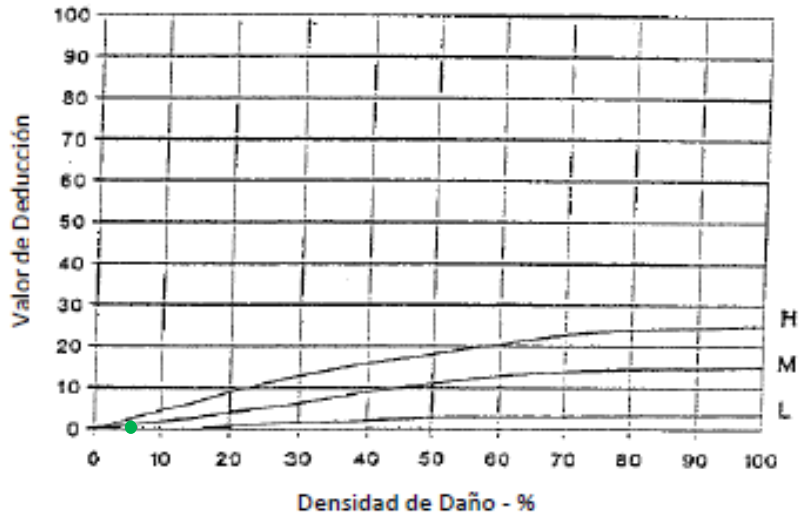


**FISURA:  
Transversal**

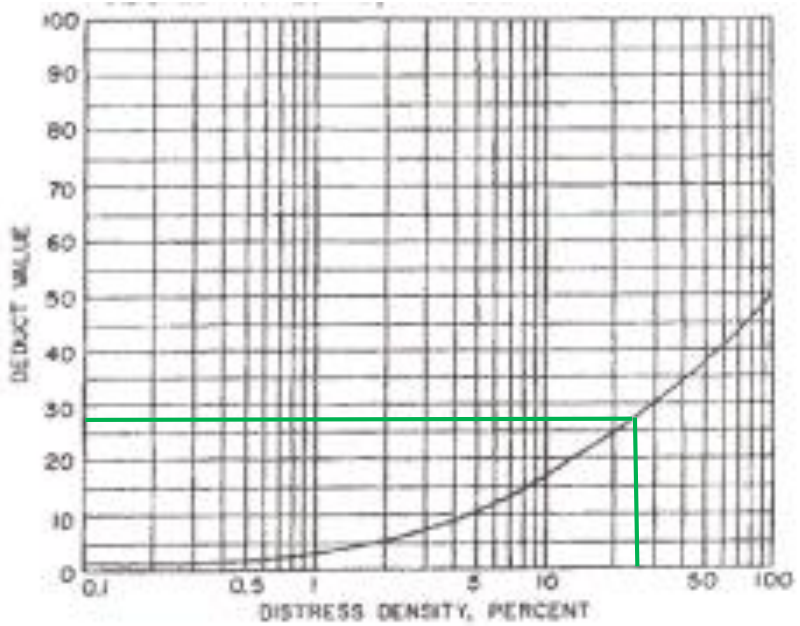


**21. 21avo Tramo (0+800 - 0+840)**

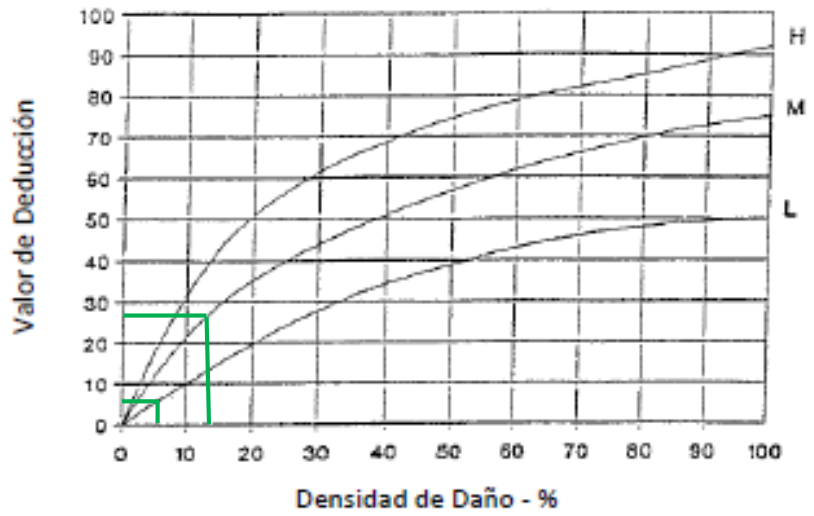
**FISURA:  
Parche Pequeño**



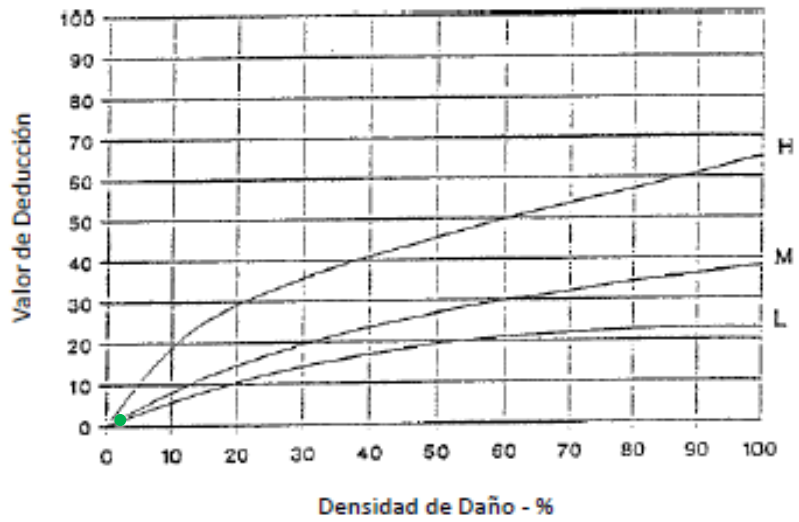
**FISURA:  
Agregado**



**FISURA:  
Losa Dividida**

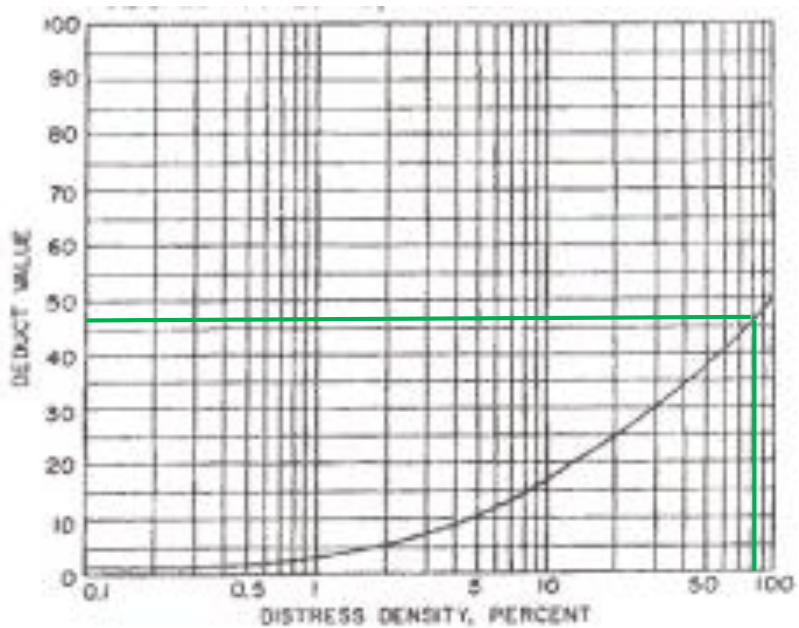


**FISURA:  
Transversal**



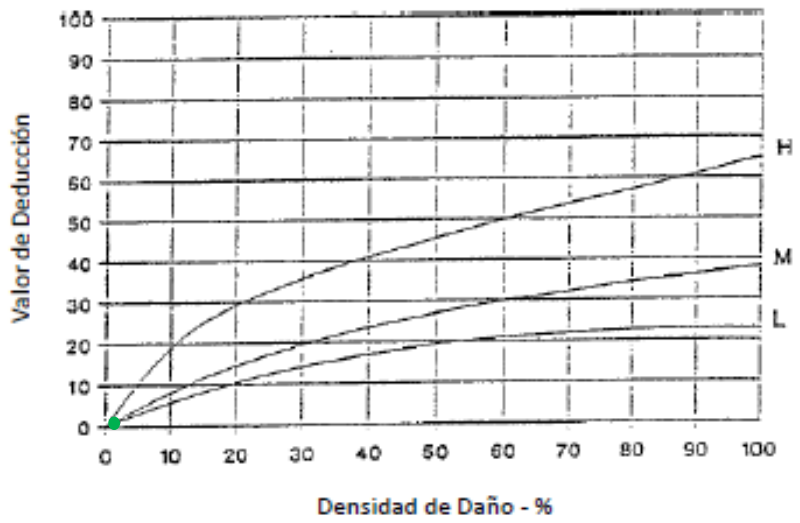
**22. 22avo Tramo (0+840 - 0+880)**

**FISURA:  
Agregado**



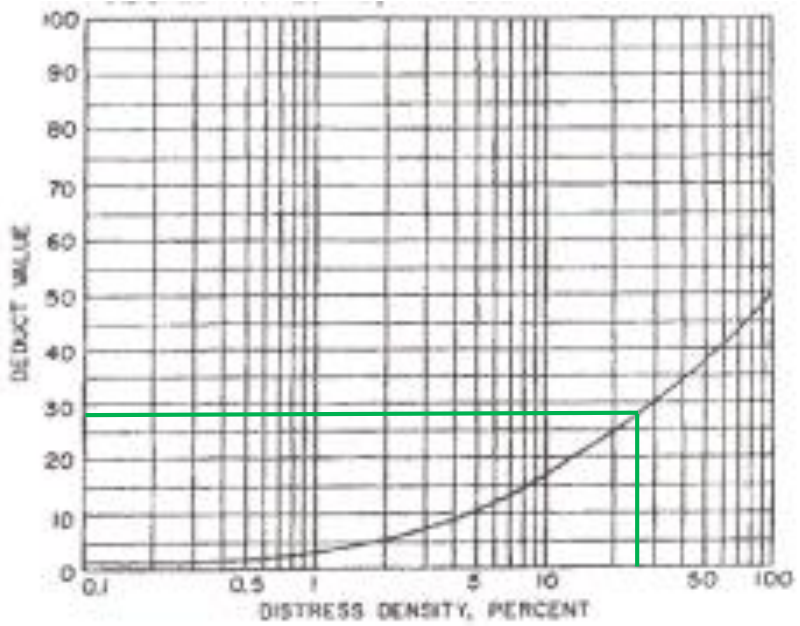


**FISURA:  
Transversal**

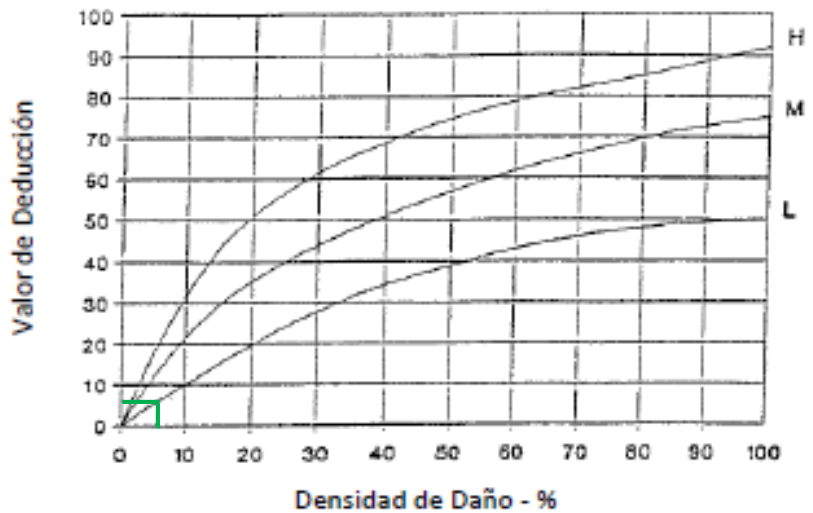


**23. 23avo Tramo (0+880 - 0+920)**

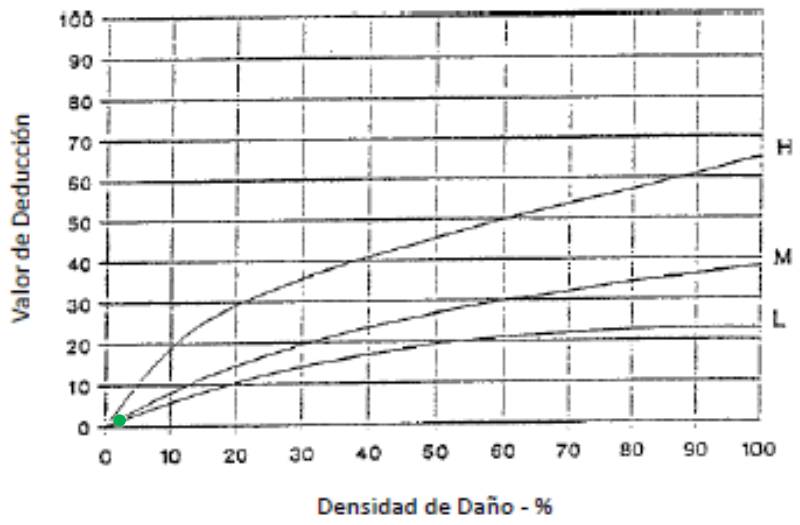
**FISURA:  
Agregado**



**FISURA:  
Losas Divididas**

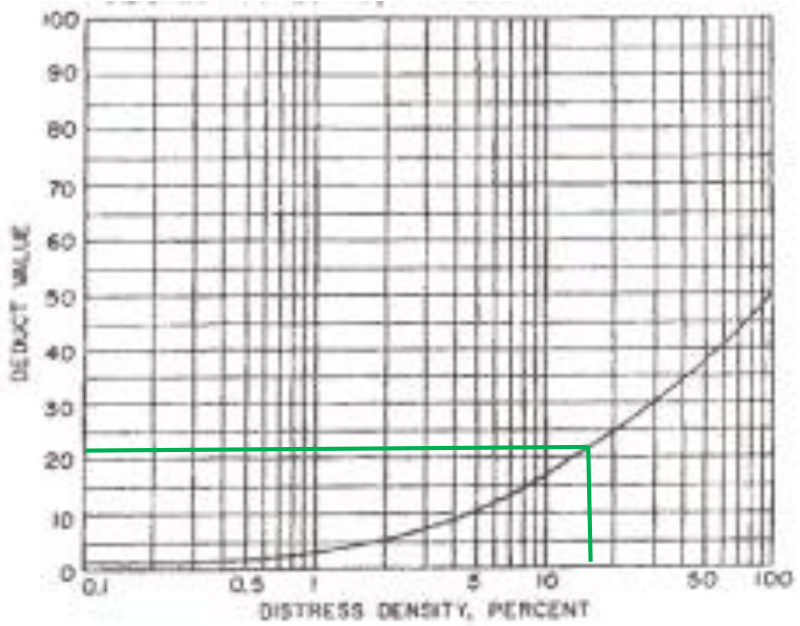


**FISURA:  
Longitudinal**



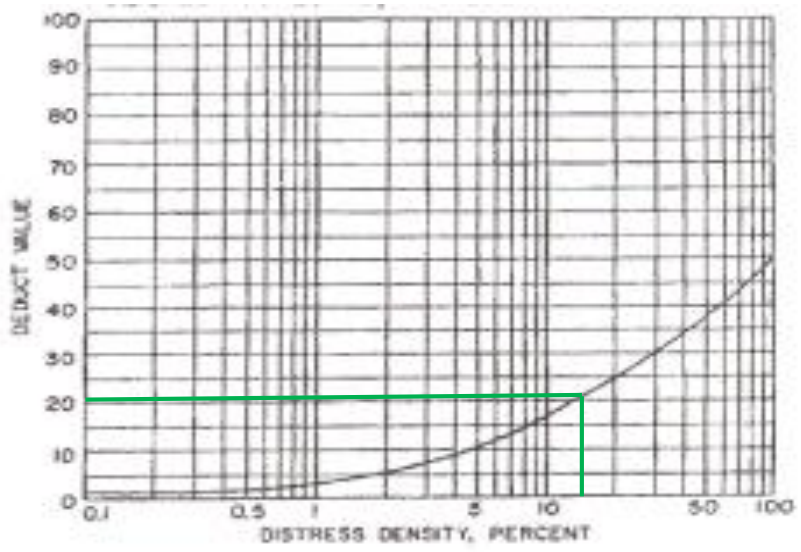
**24. 24avo Tramo (0+920 - 0+960)**

**FISURA:  
Agregado**

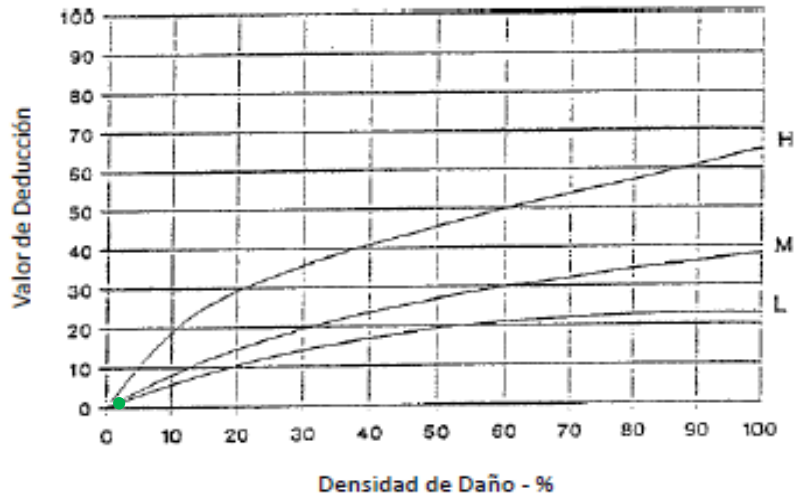


25. 25avo Tramo (0+960 - 0+1000)

FISURA:  
Agregado

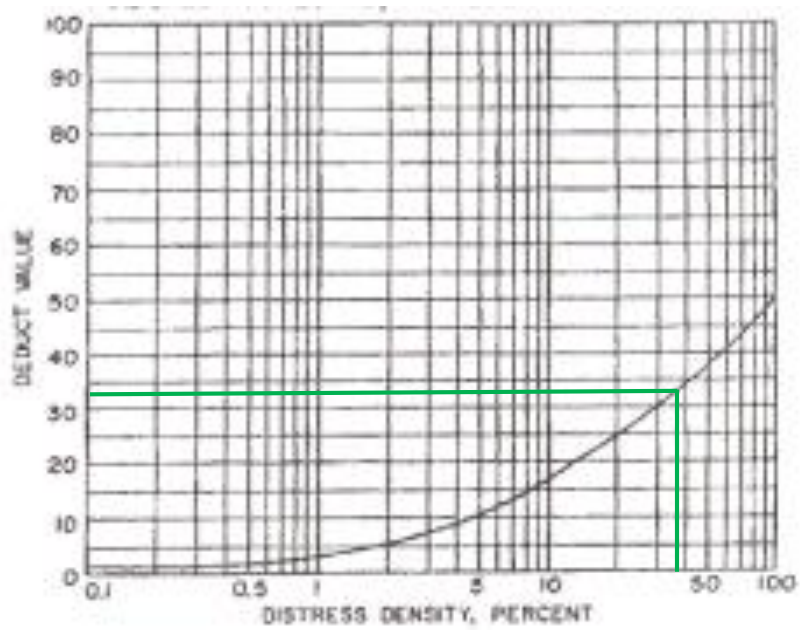


FISURA:  
Longitudinal



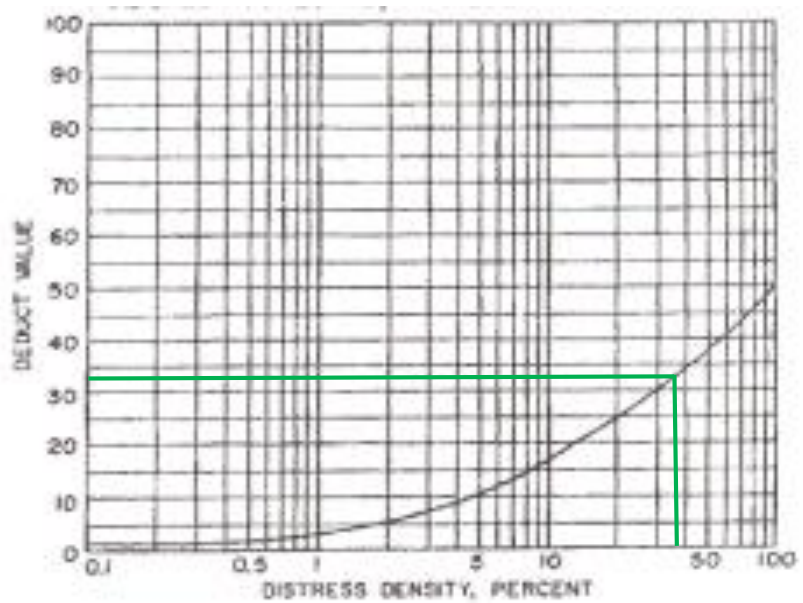
26. 26avo Tramo (0+1000 - 0+1040)

FISURA:  
Agregado

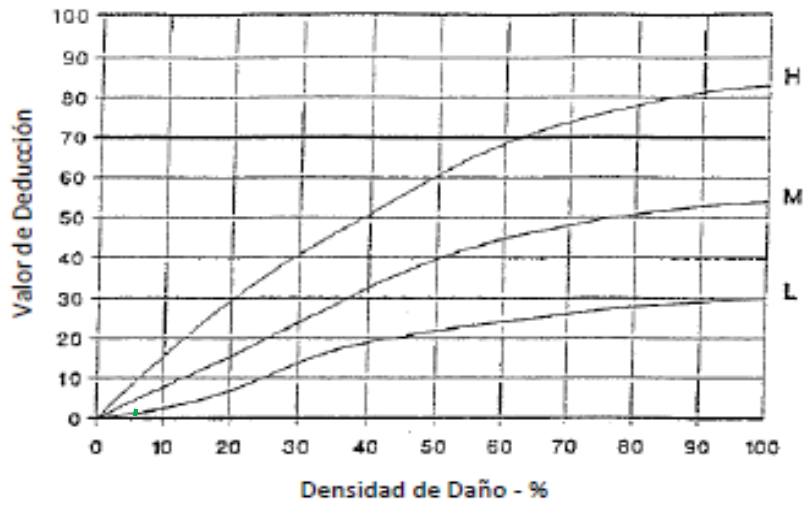


27. 27avo Tramo (0+1040 - 0+1080)

FISURA:  
Agregado

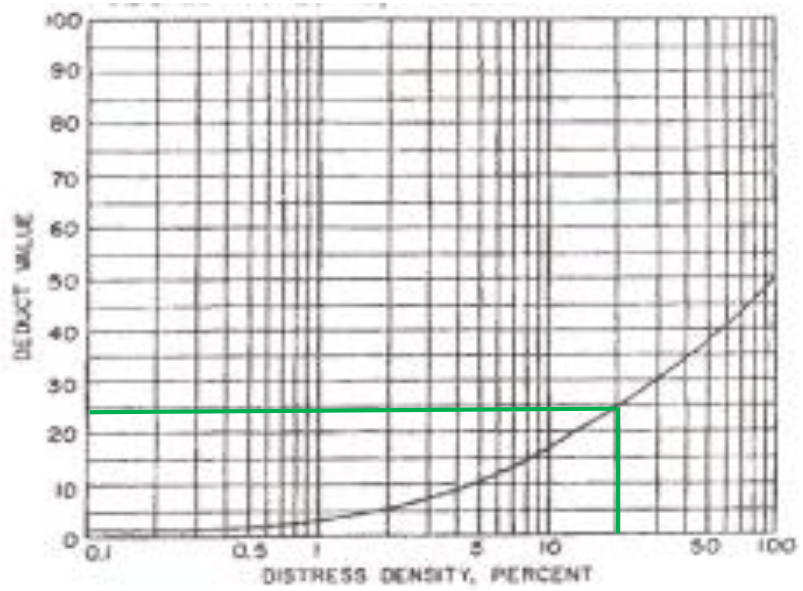


**FISURA:  
Escalonamiento**

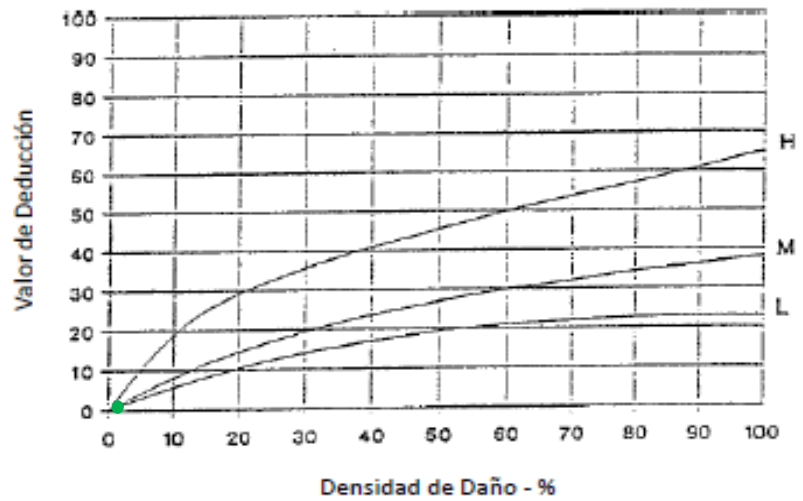


**28. 28avo Tramo (0+1080 - 0+1150)**

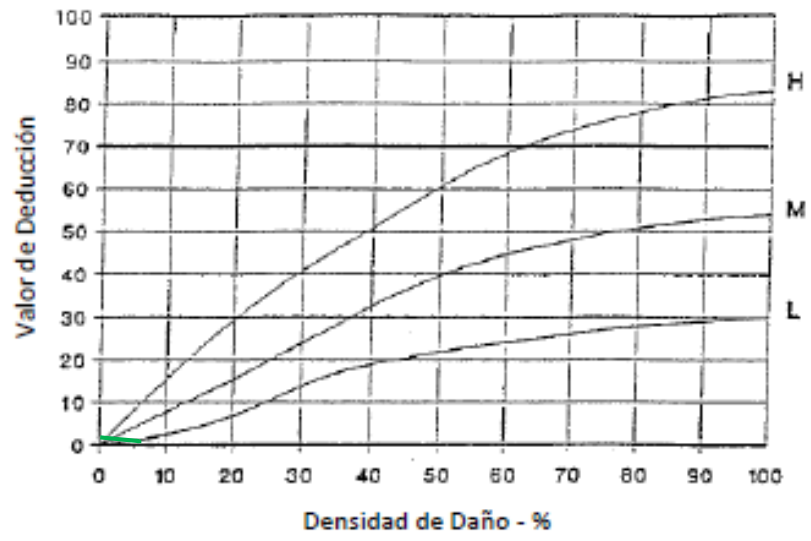
**FISURA:  
Agregado**



**FISURA:  
Transversal**

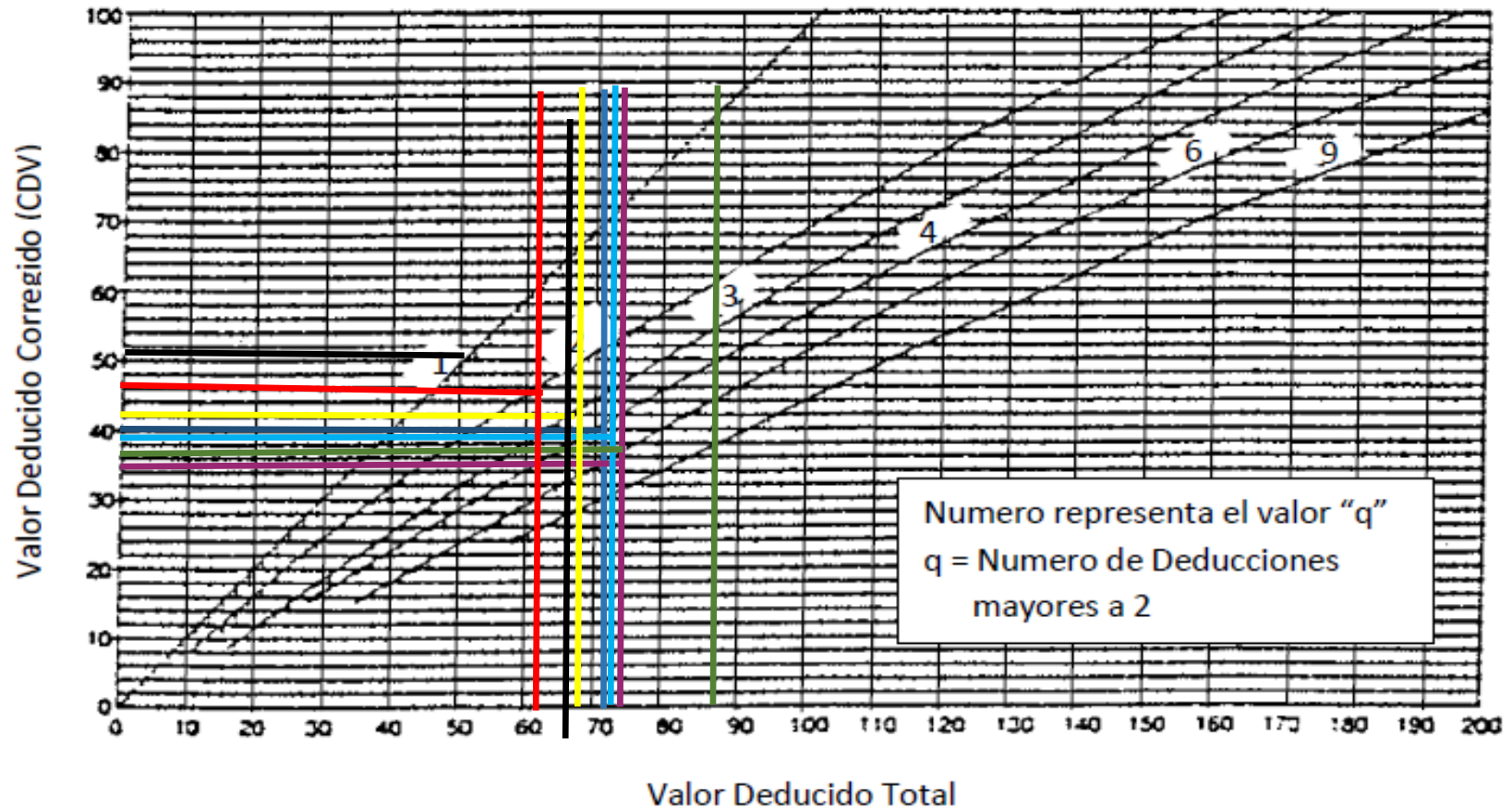


**FISURA:**  
**Escalonamiento**

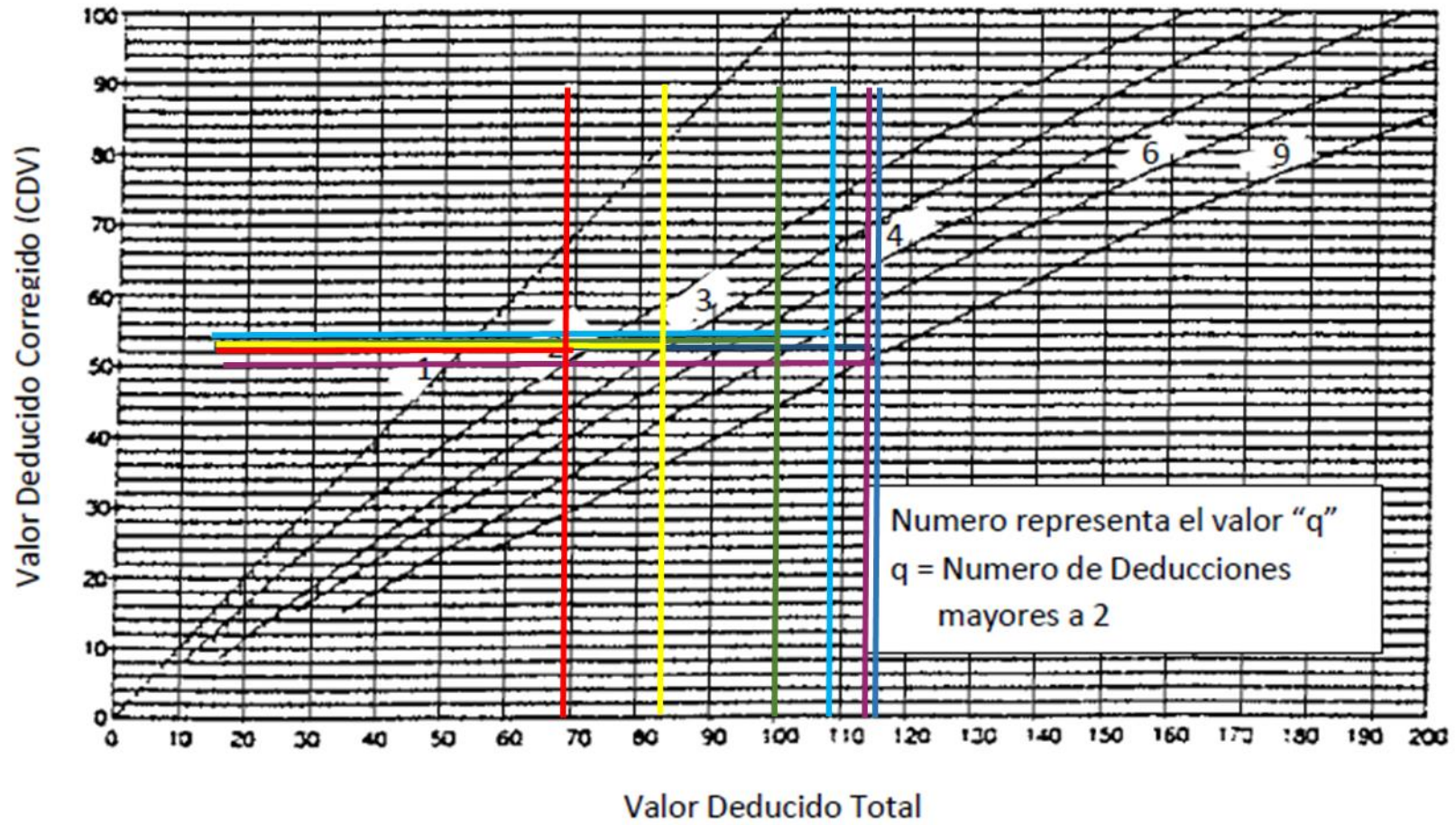


## USO DE LAS TABLAS PARA ENCONTRAR LAS DEDUCCIONES CORREGIDAS

1. 1er tramo

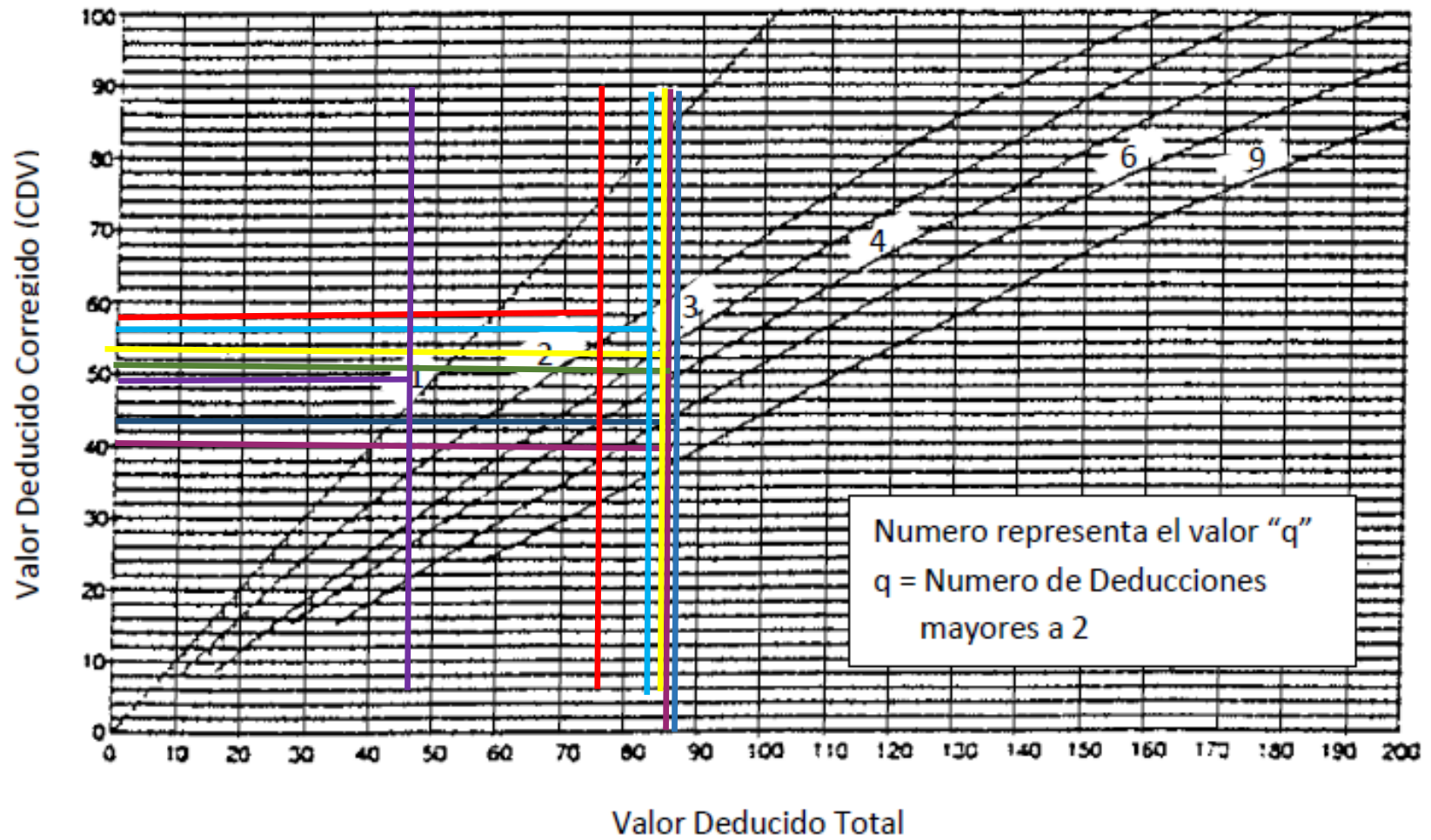


2. 2do tramo

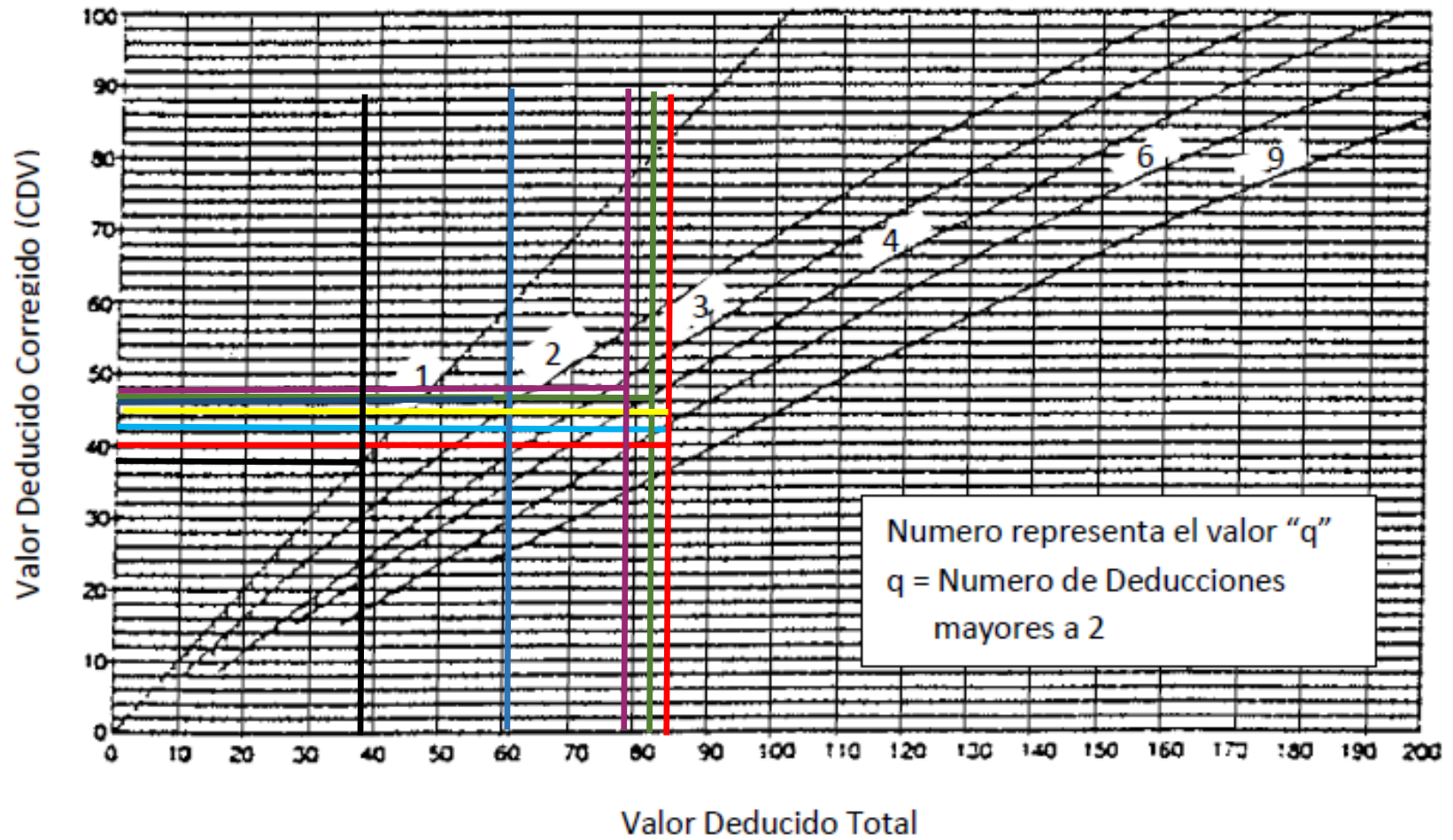




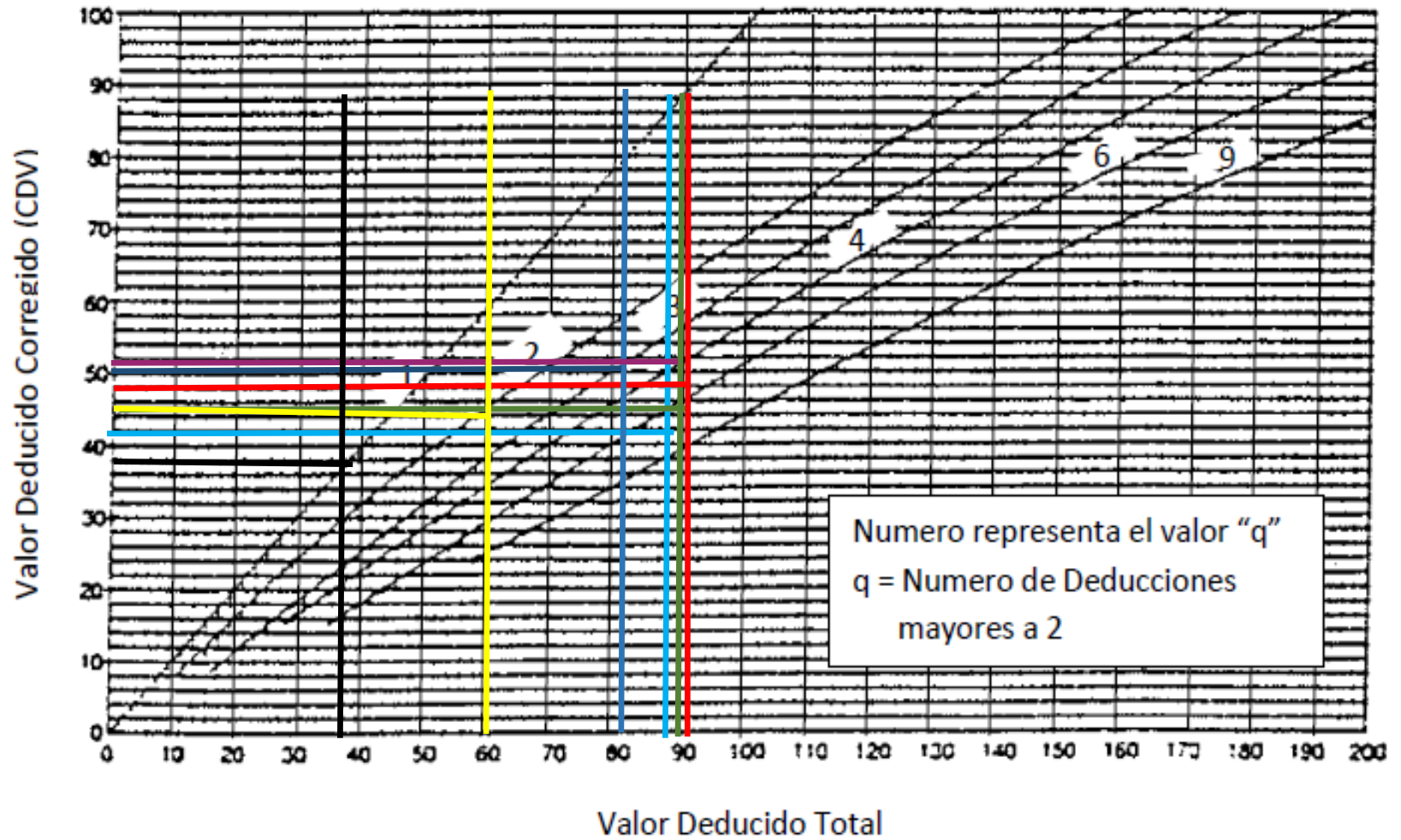
3. 3er tramo



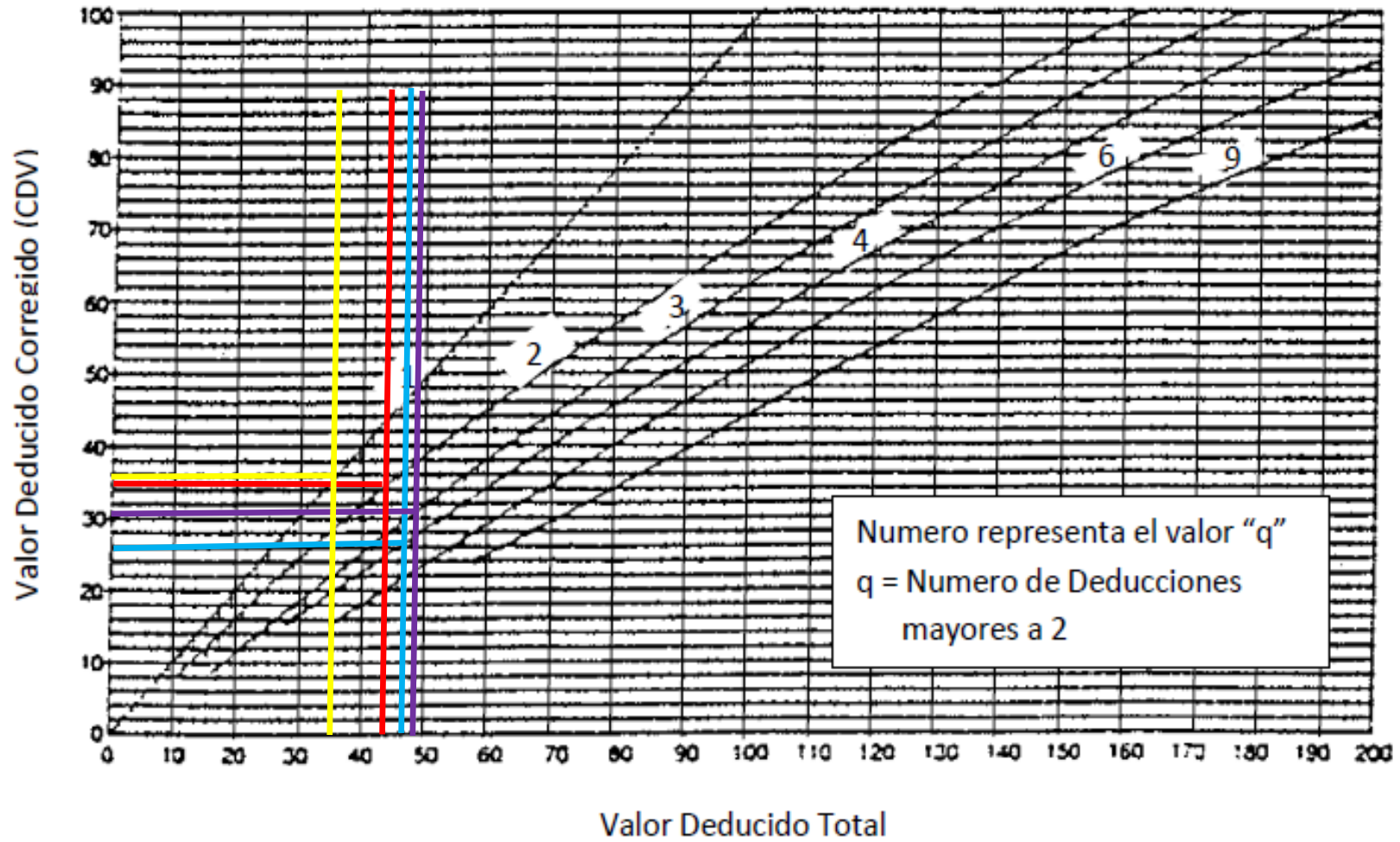
4. 4to tramo



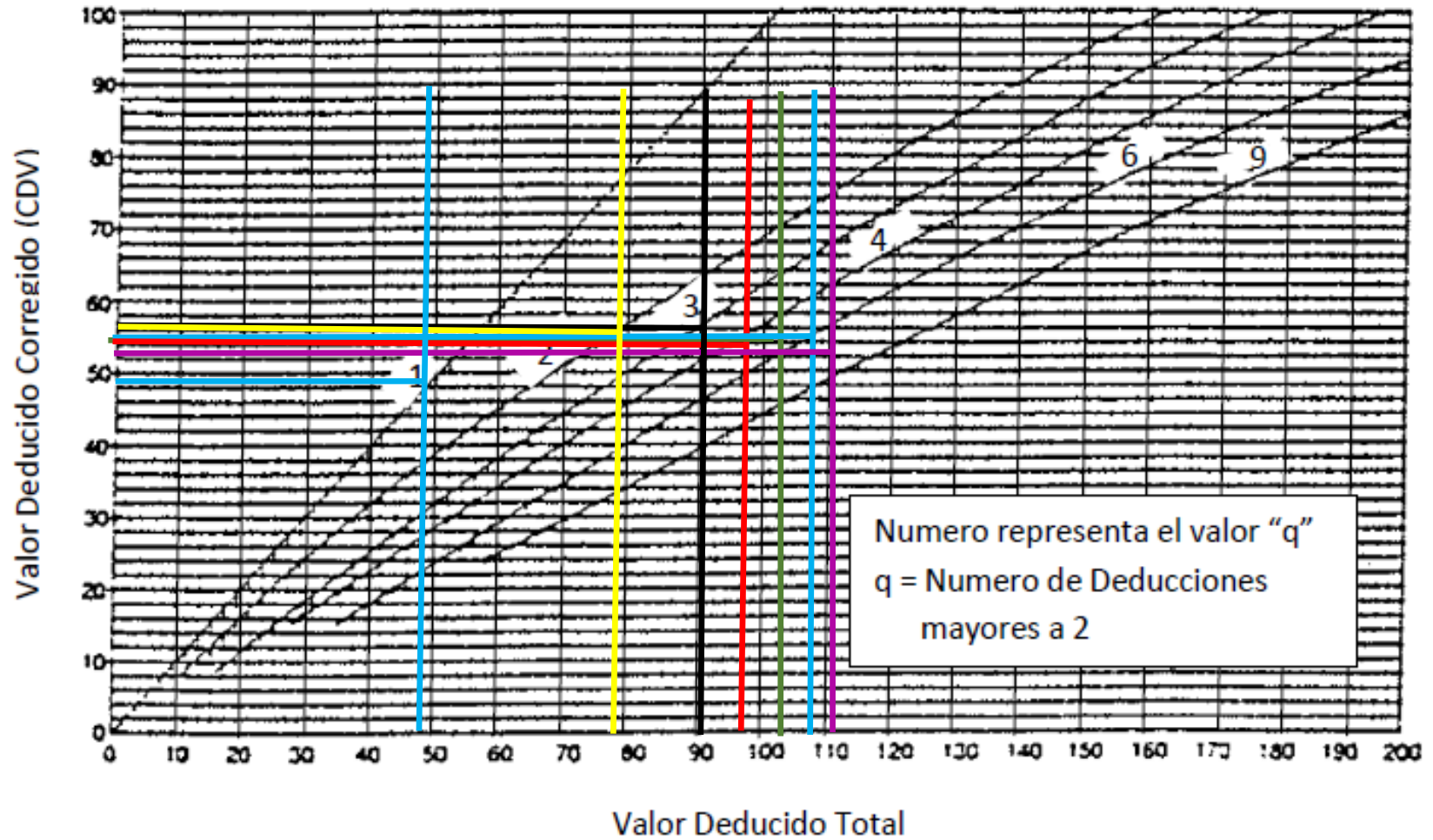
5. 5to tramo



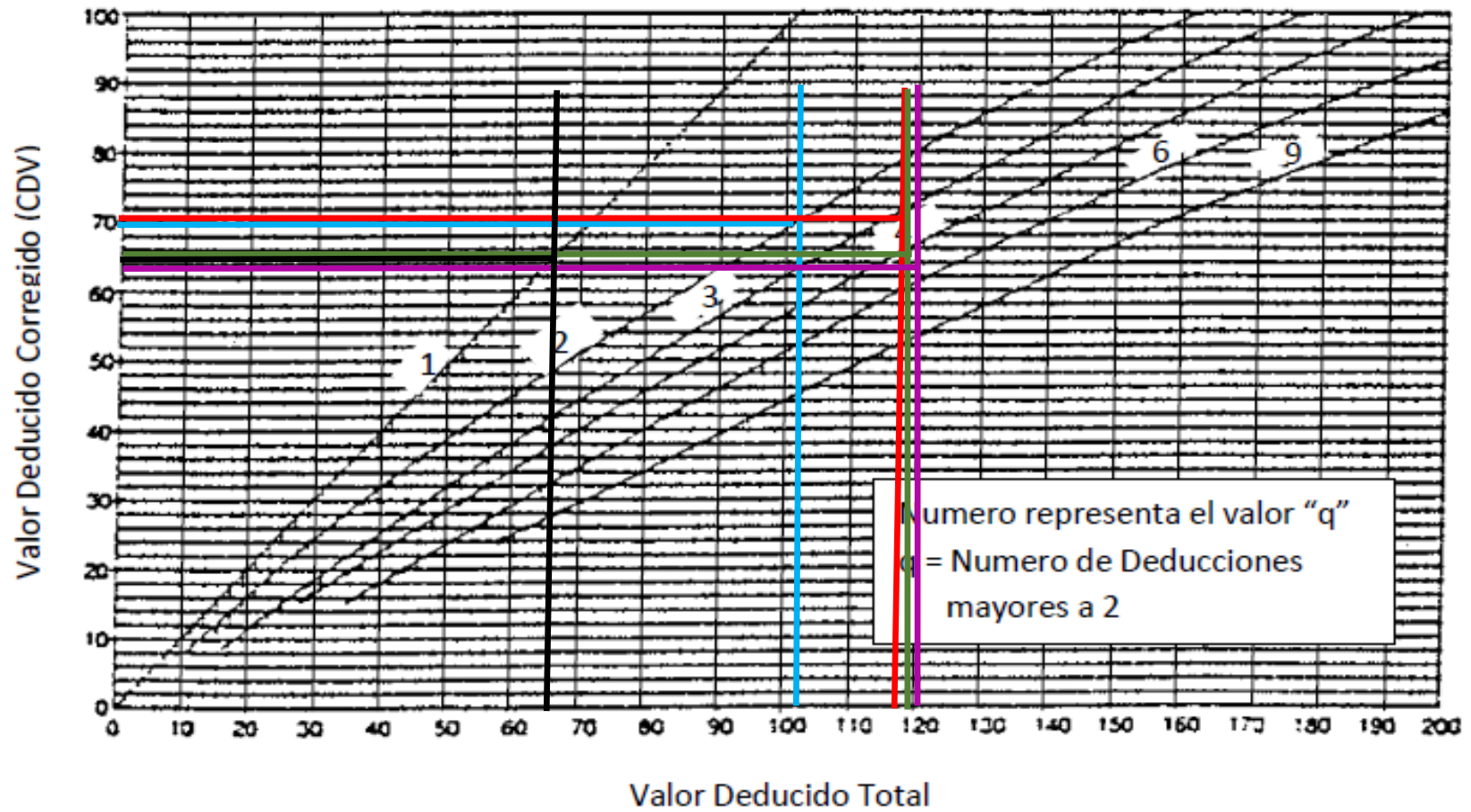
6. 6to tramo



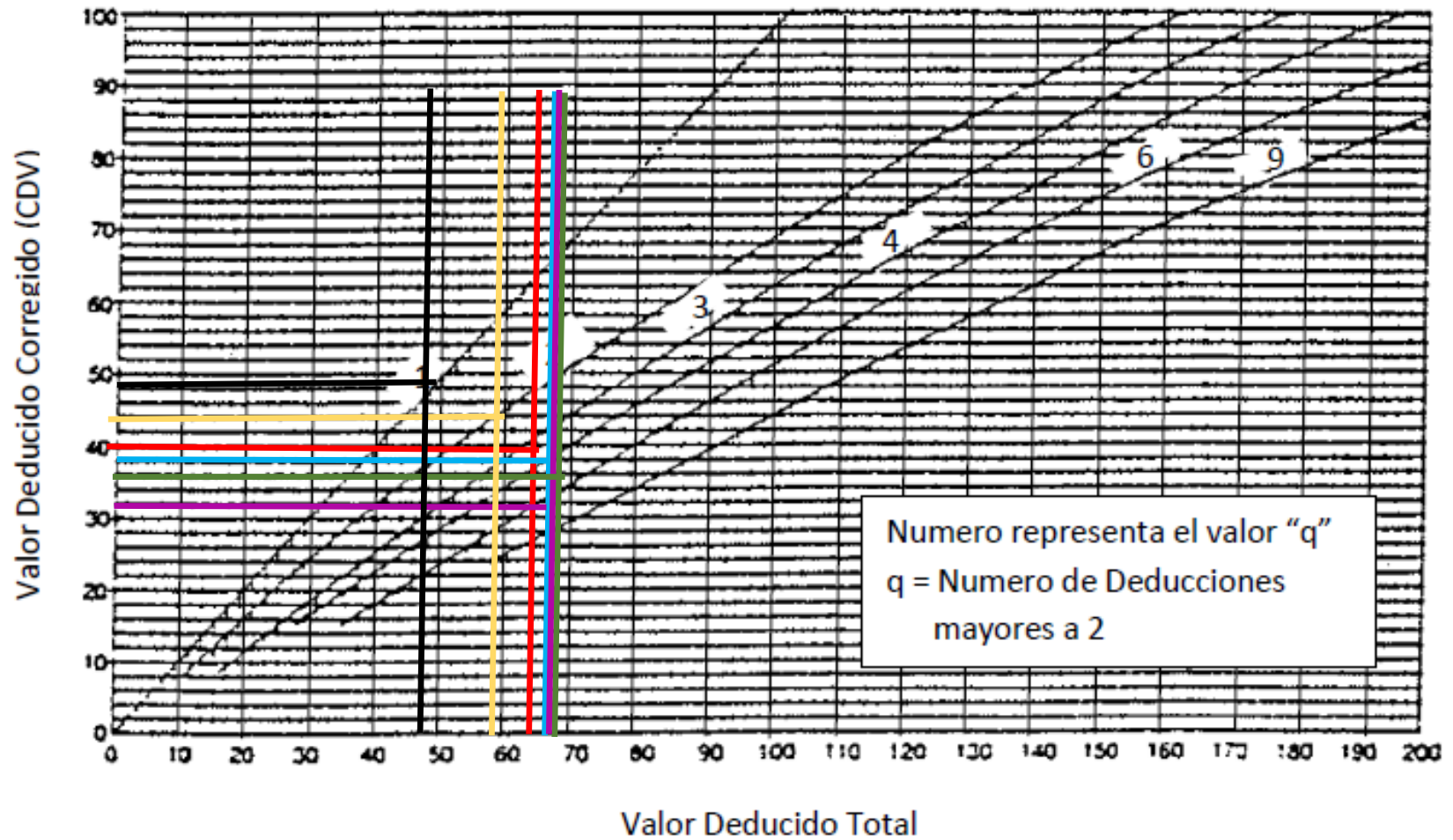
7. 7mo tramo



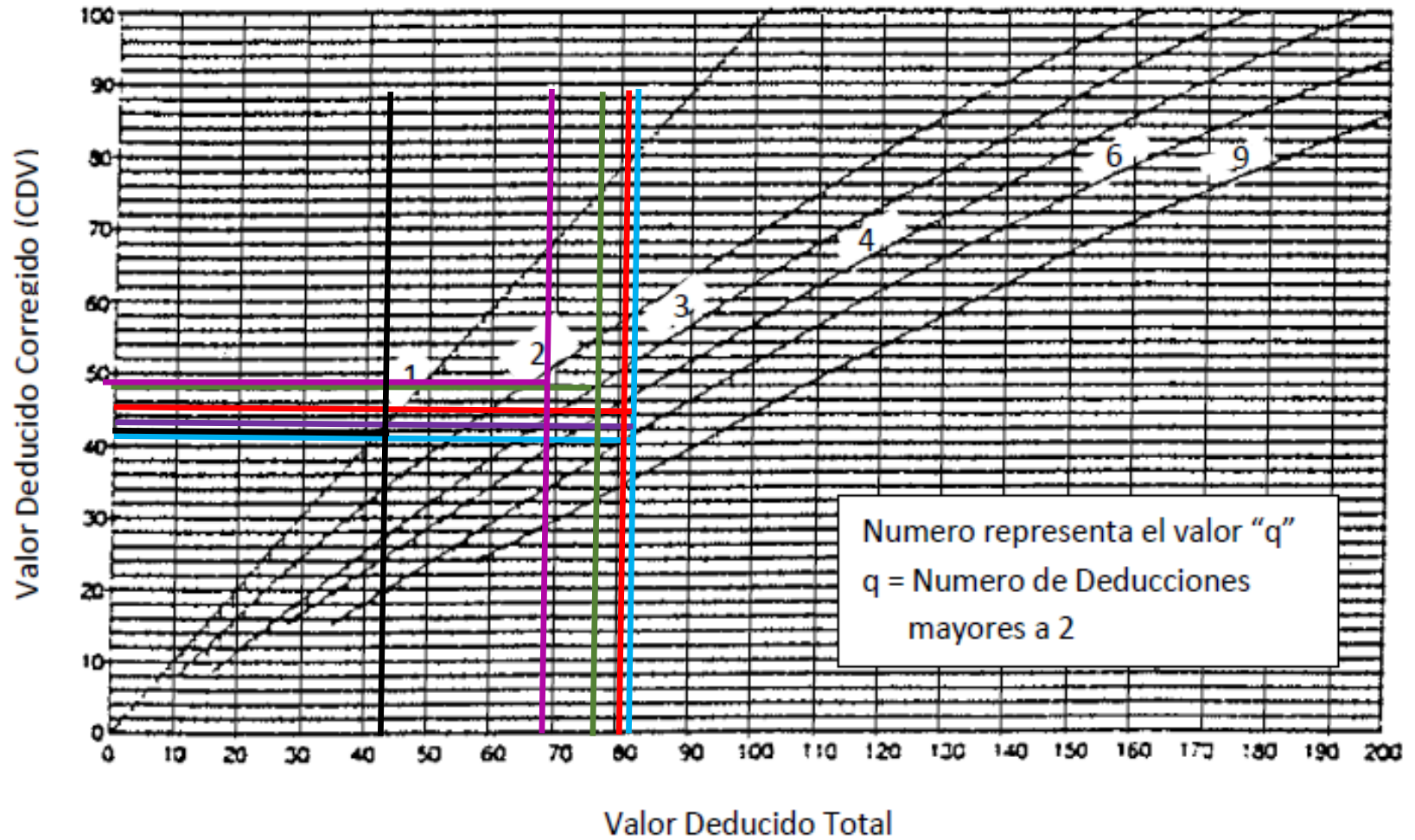
8. 8avo tramo



9. 9eno tramo

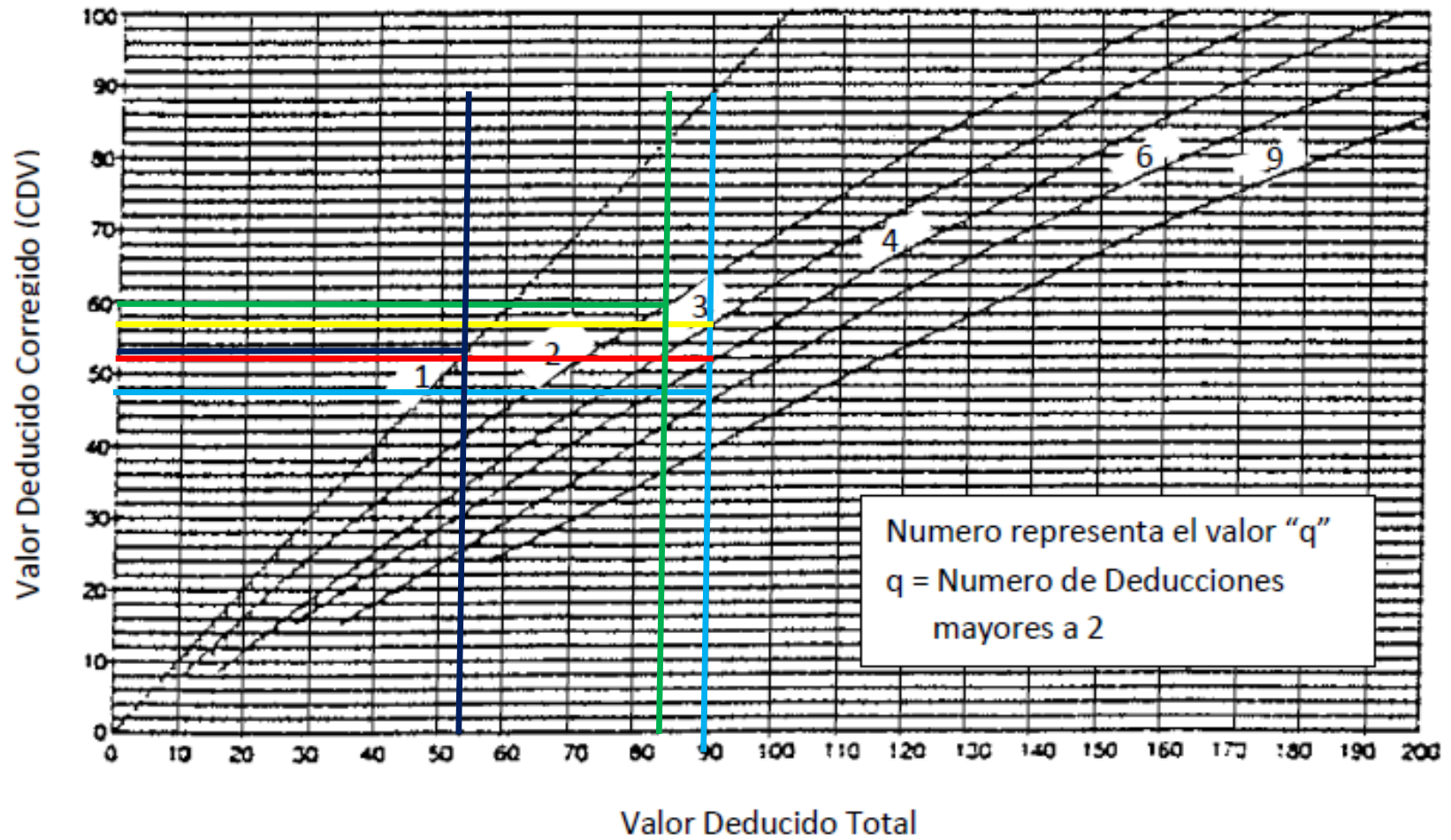


10. 10mo tramo

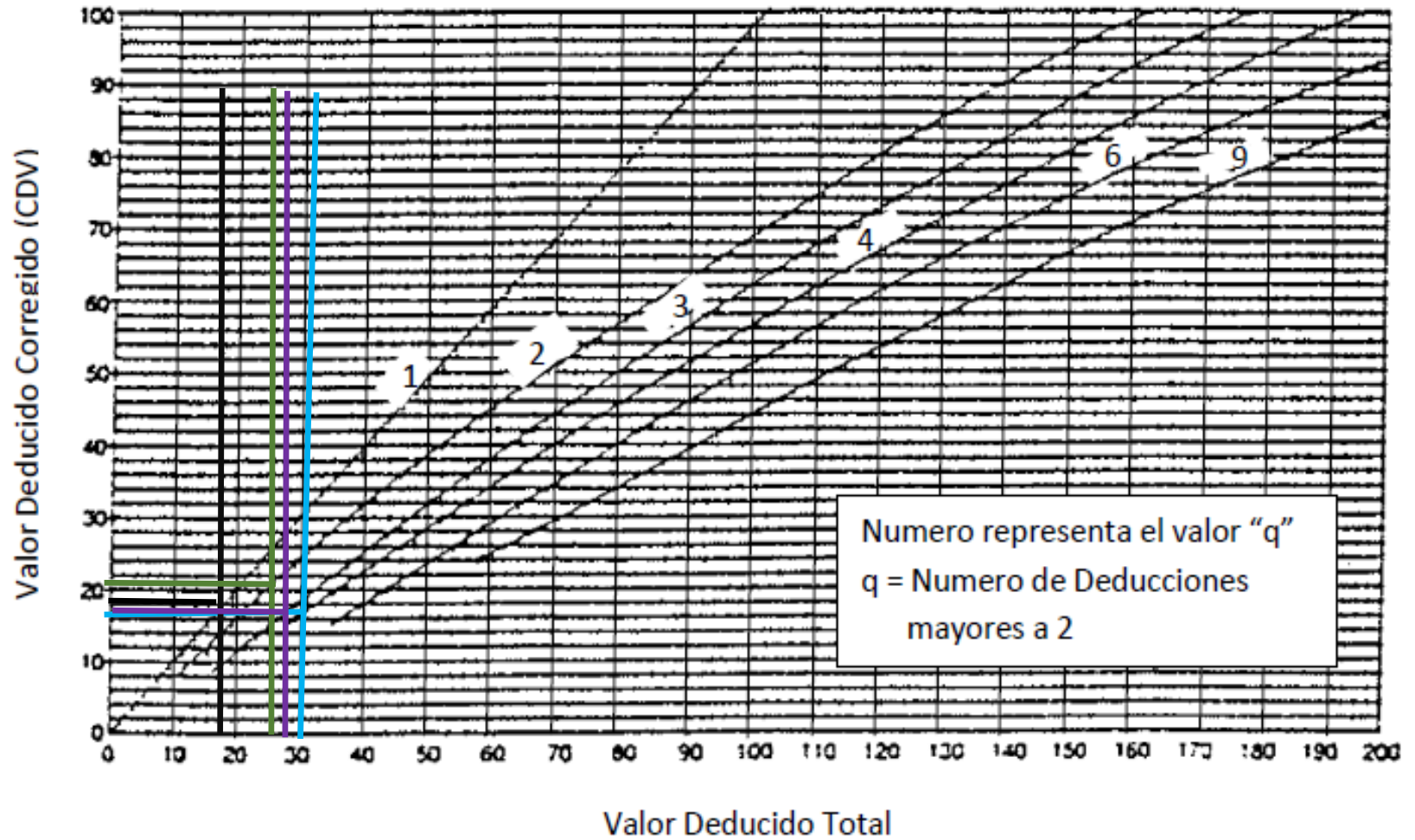




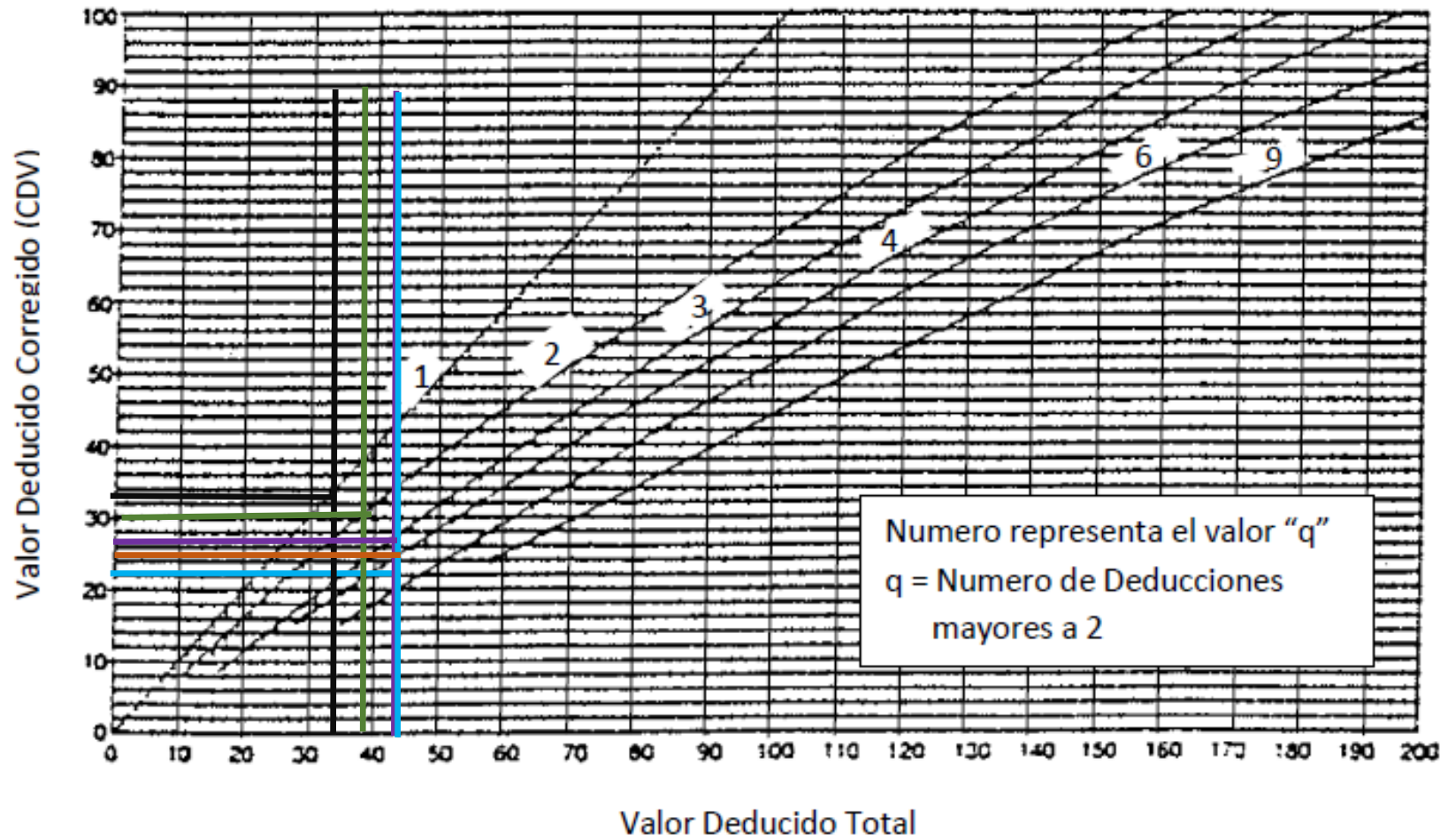
11. 11avo tramo



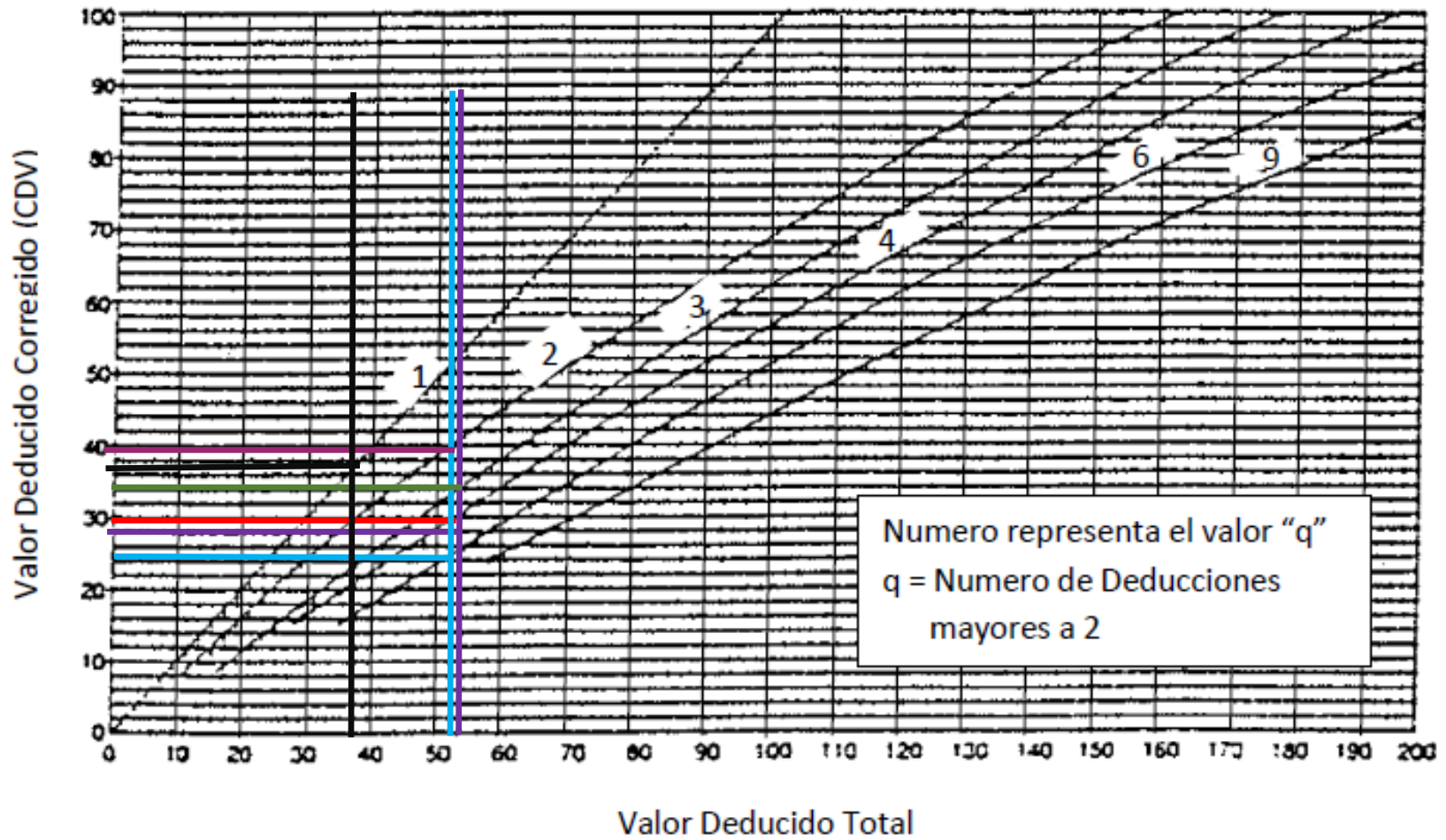
12. 12avo tramo



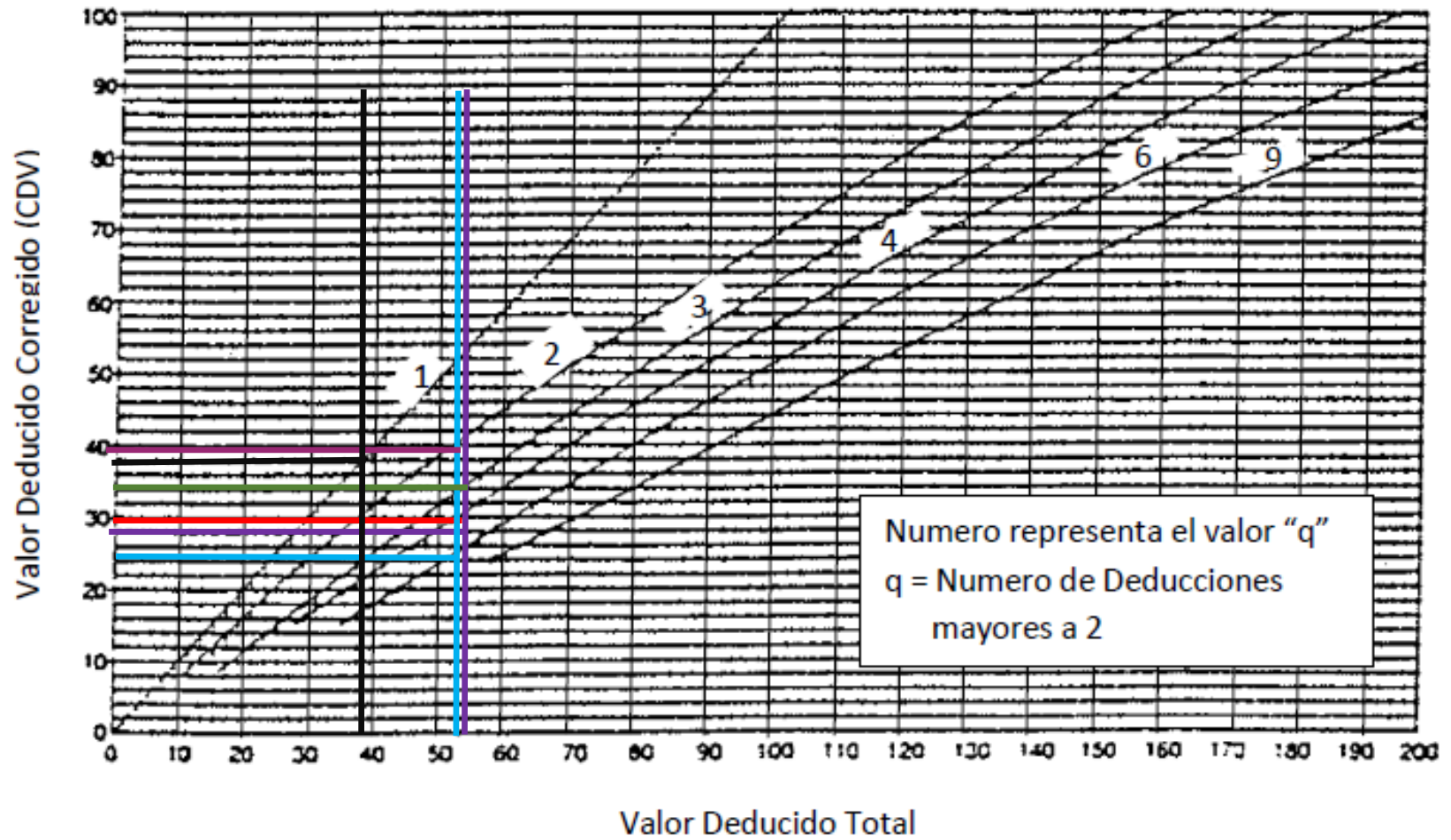
13. 13avo tramo



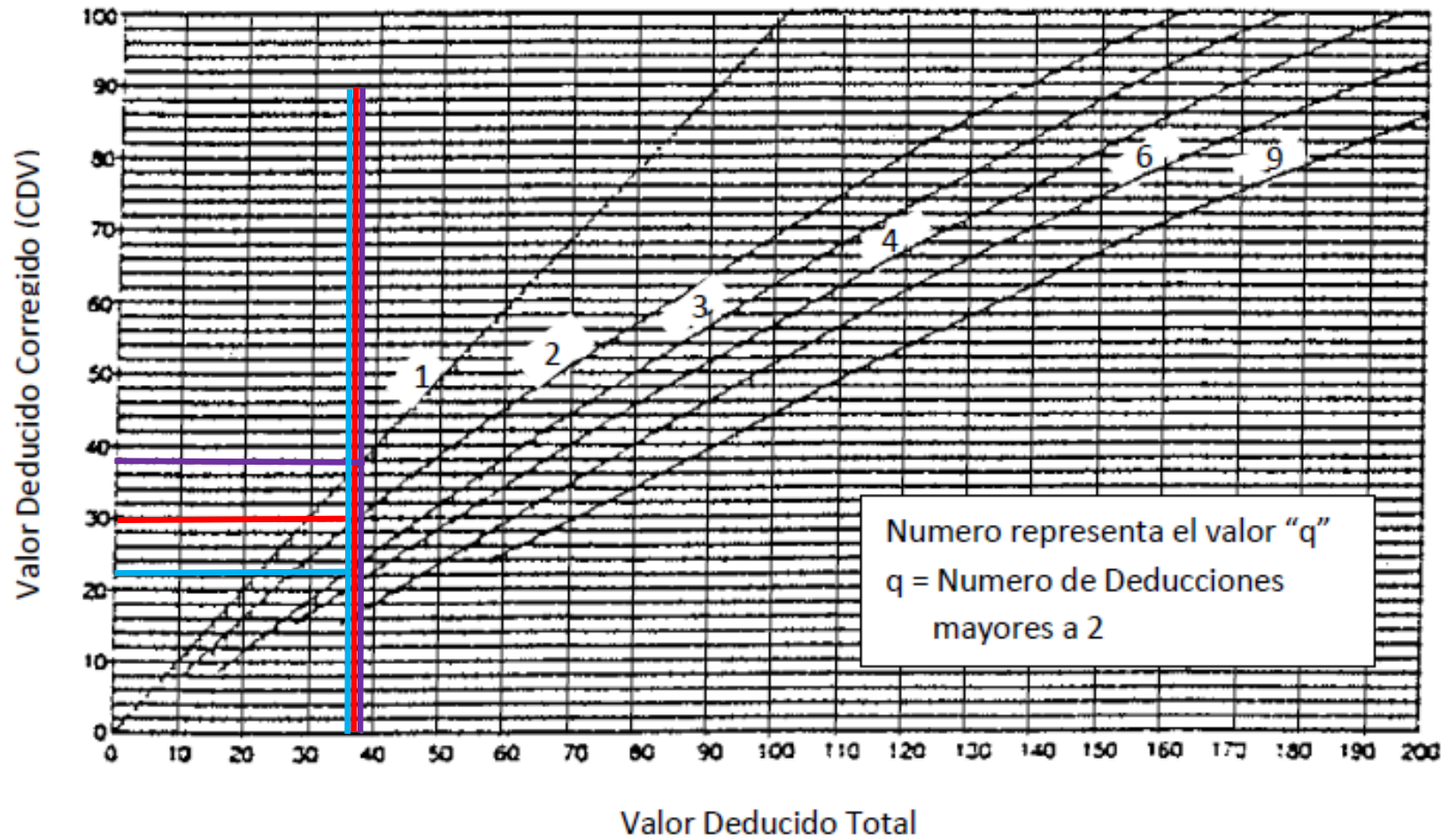
14. 14avo tramo



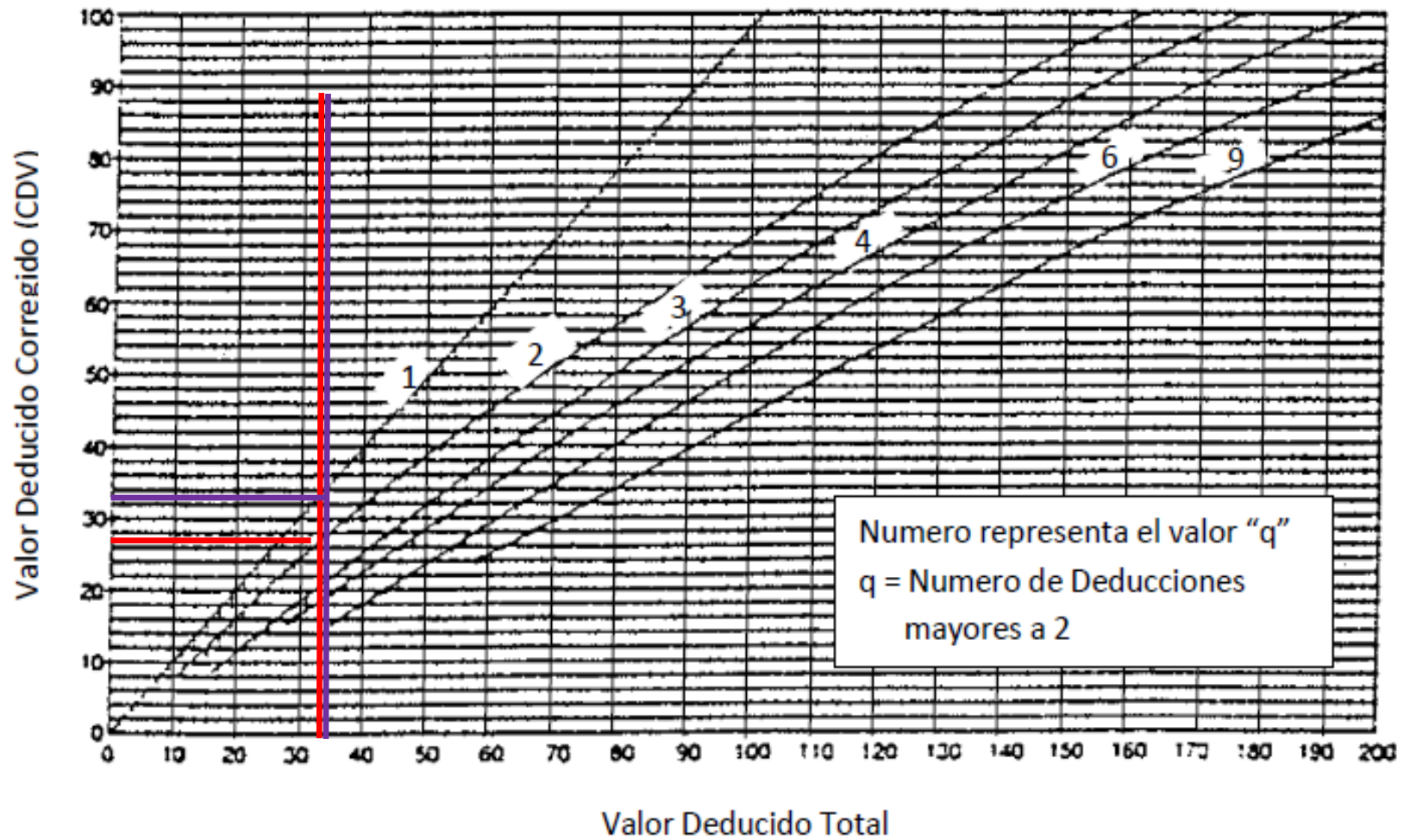
15. 15avo tramo



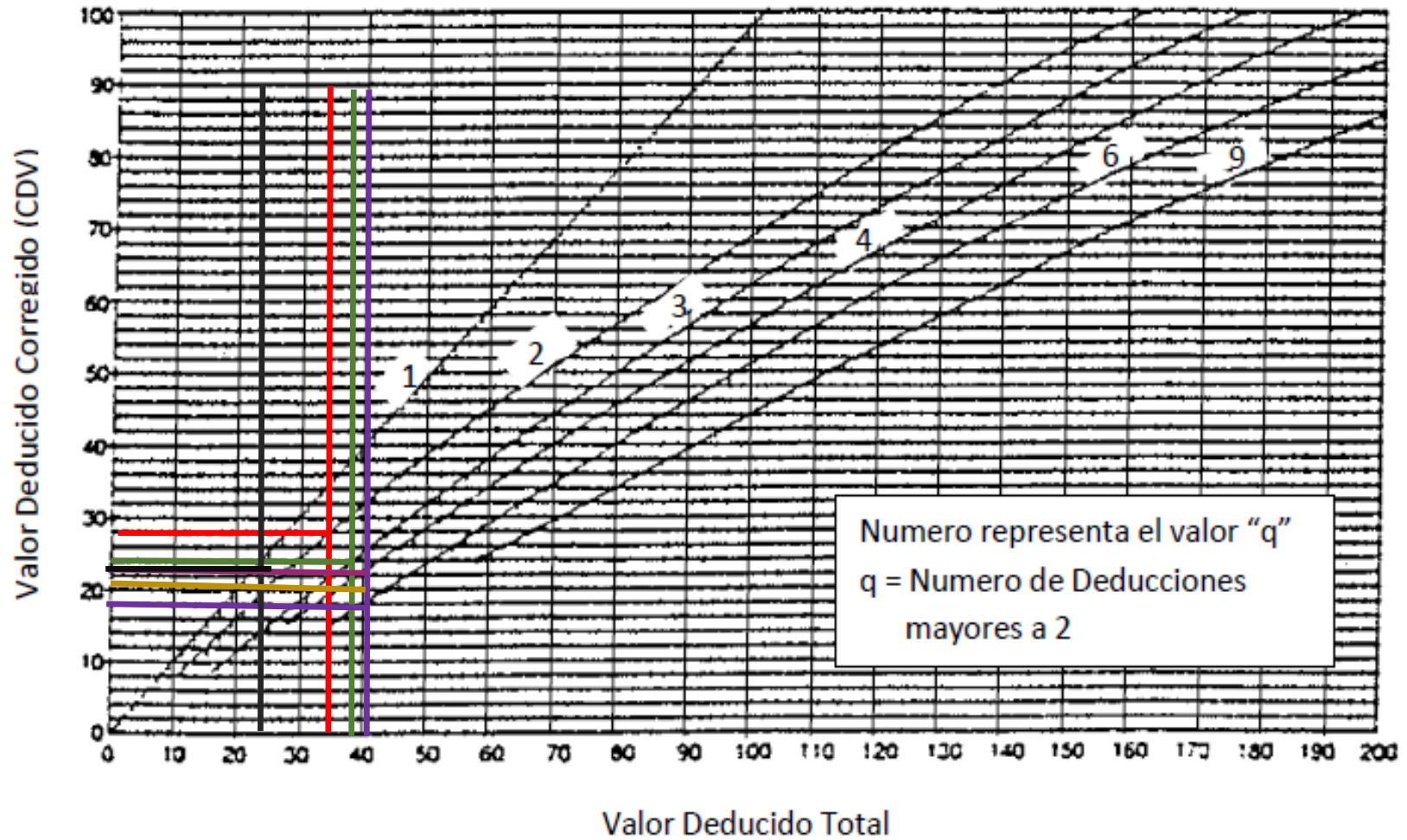
16. 16avo tramo



17. 17avo tramo

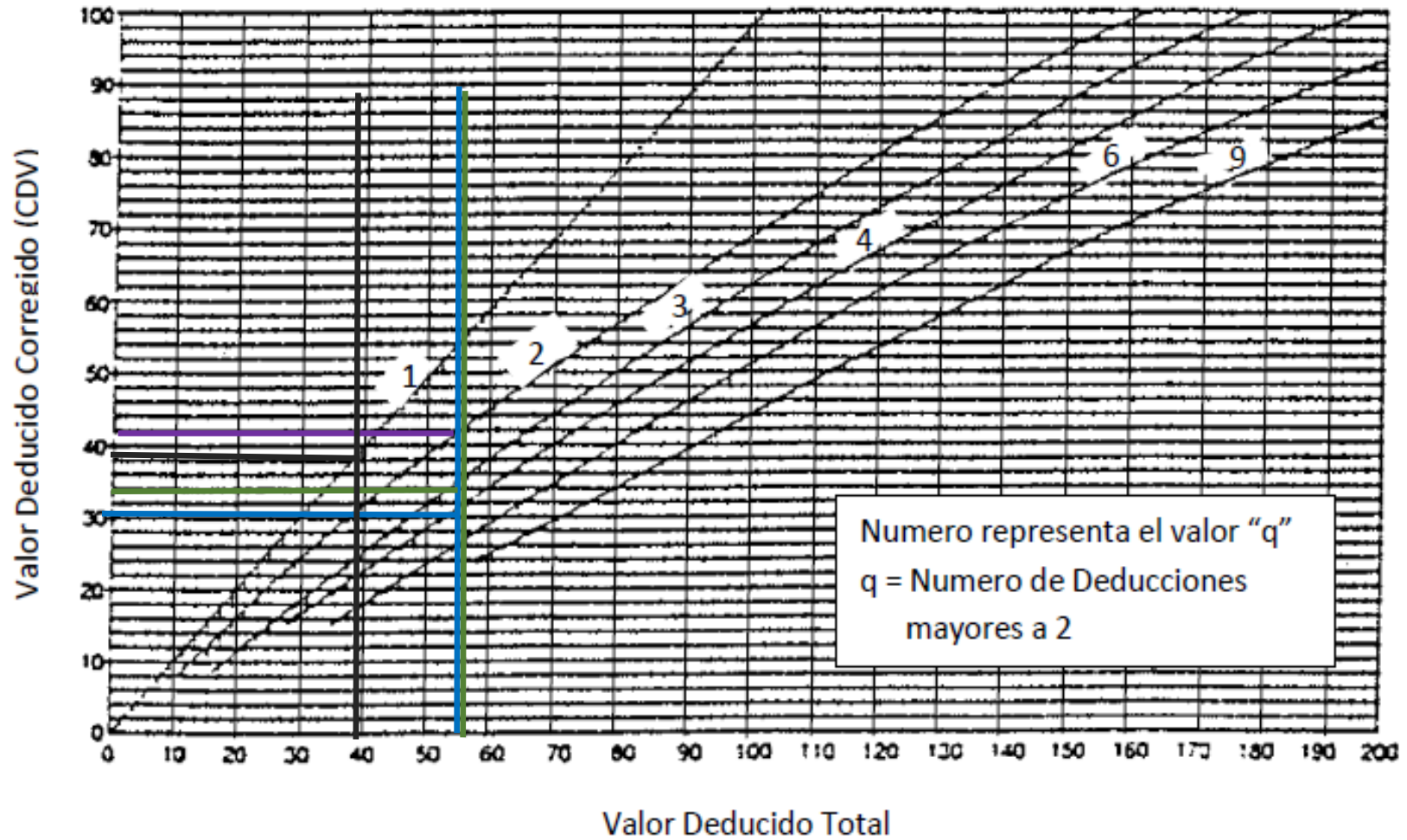


18. 18avo tramo

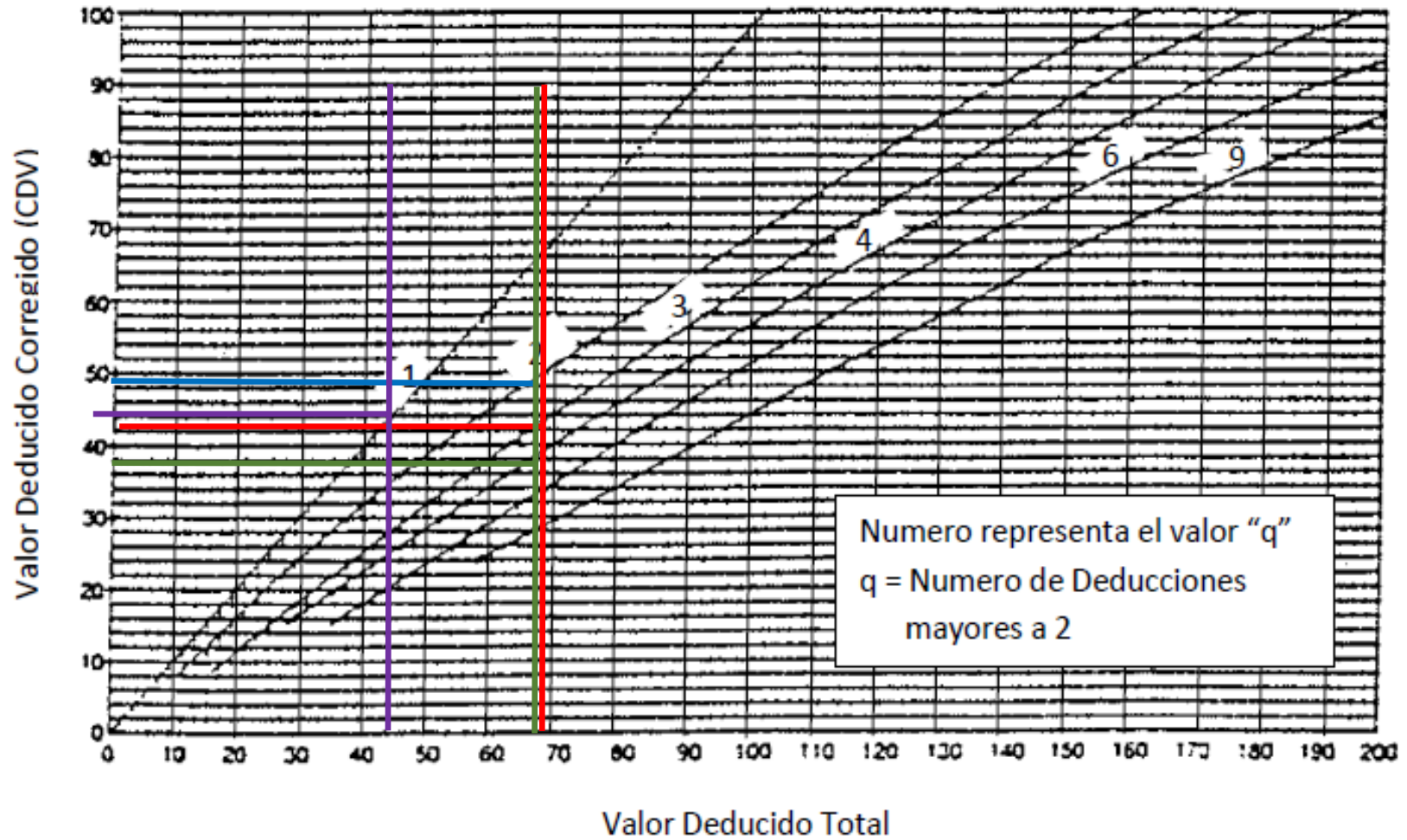




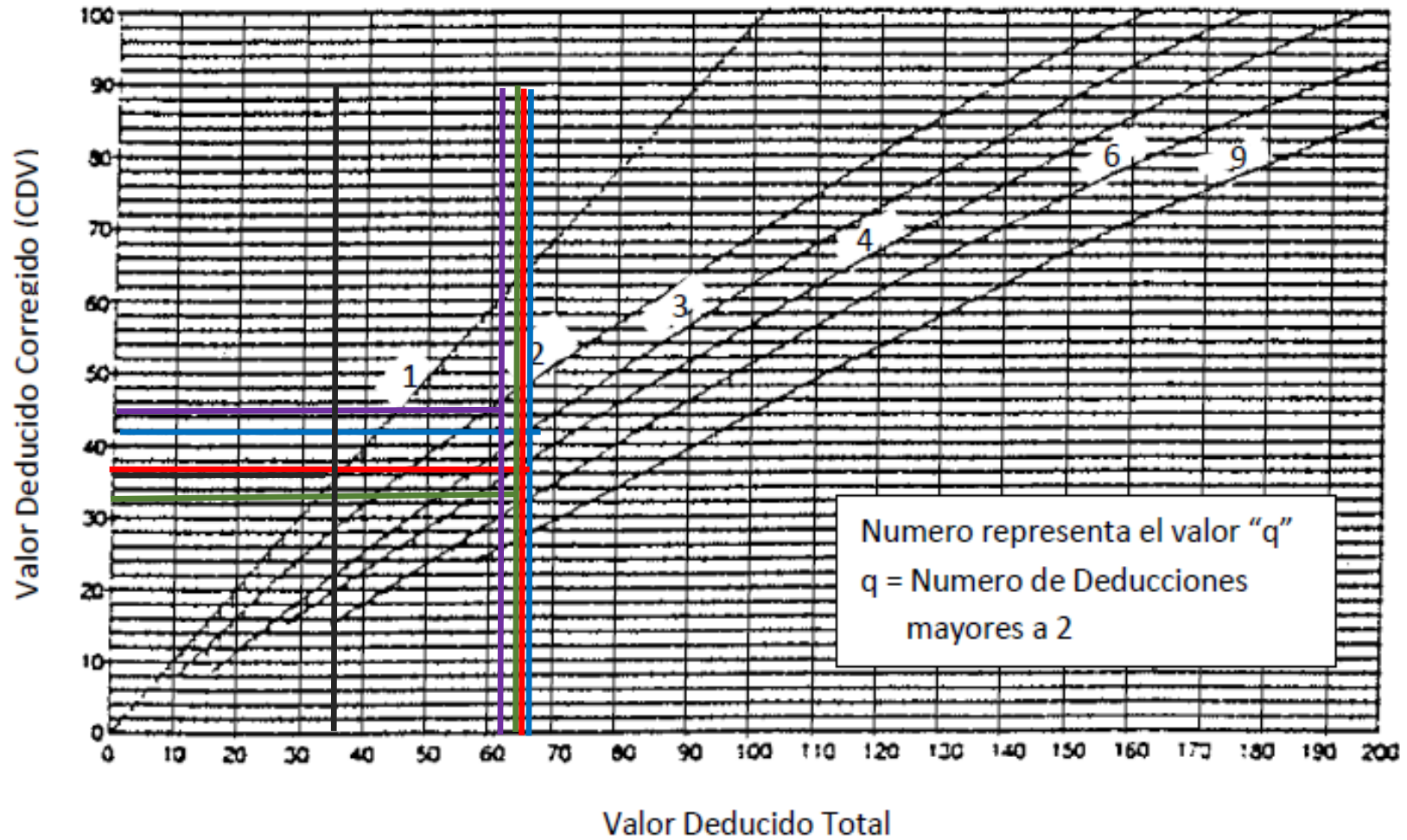
19. 19avo tramo



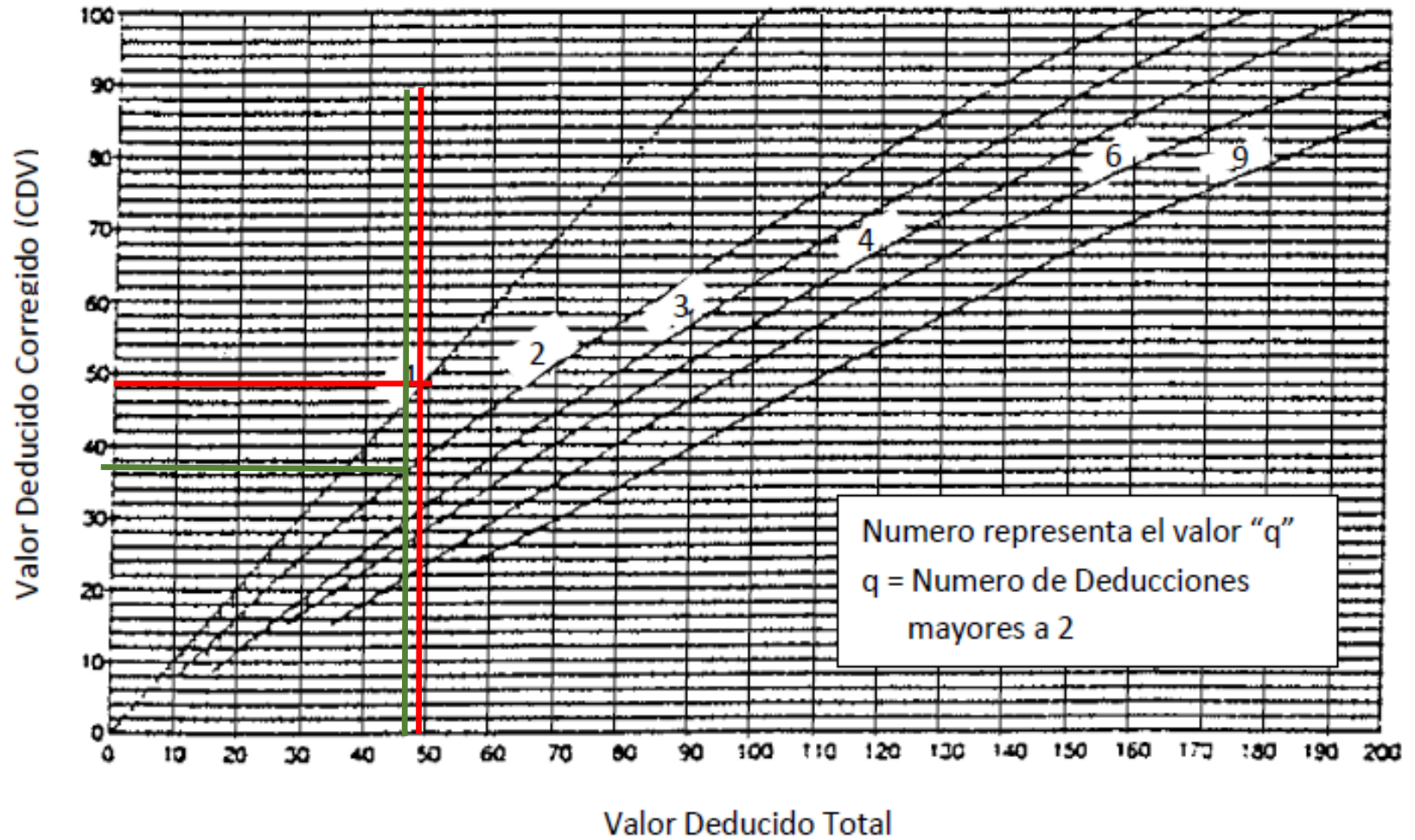
20. 20avo tramo



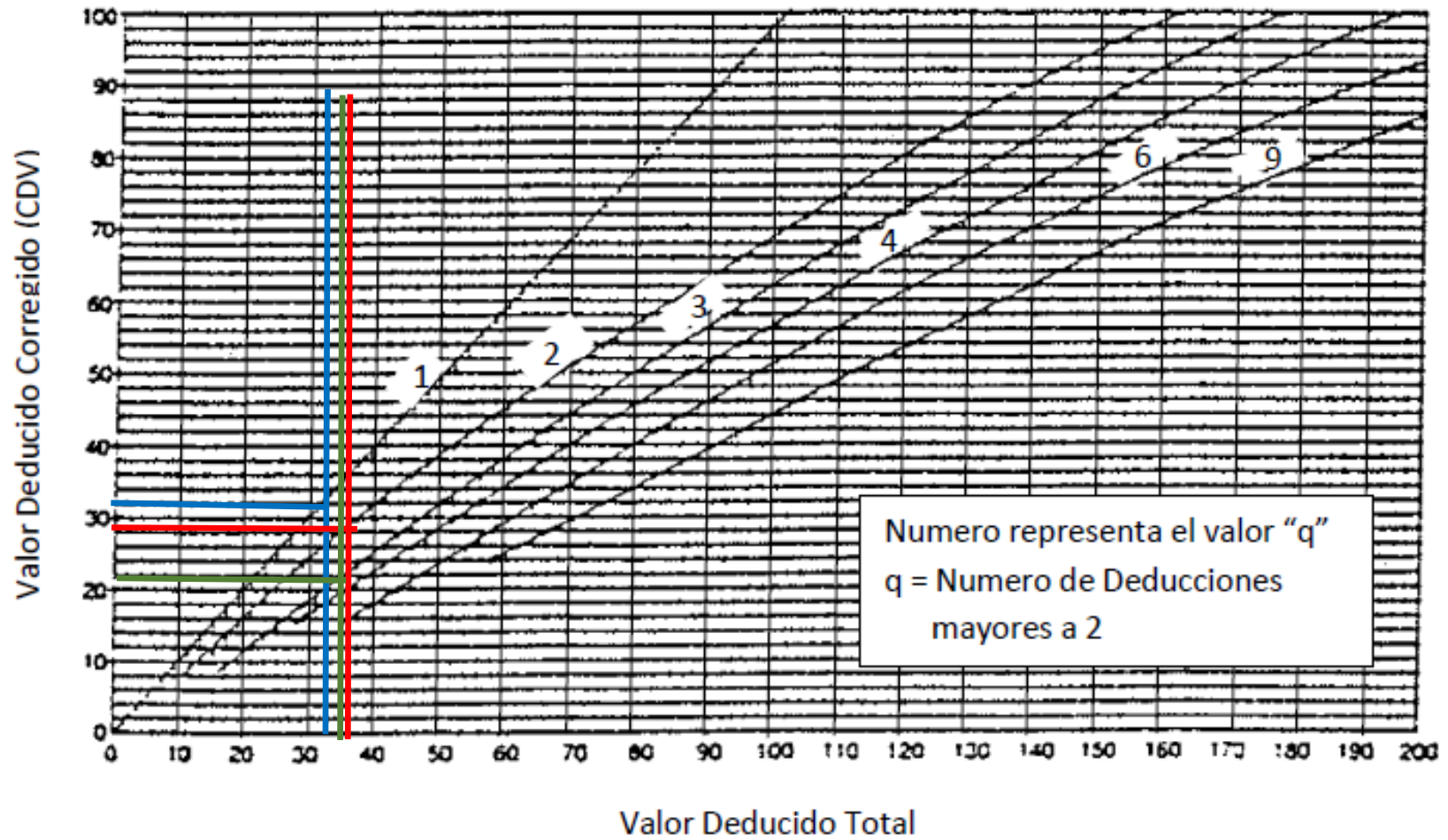
21. 21avo tramo



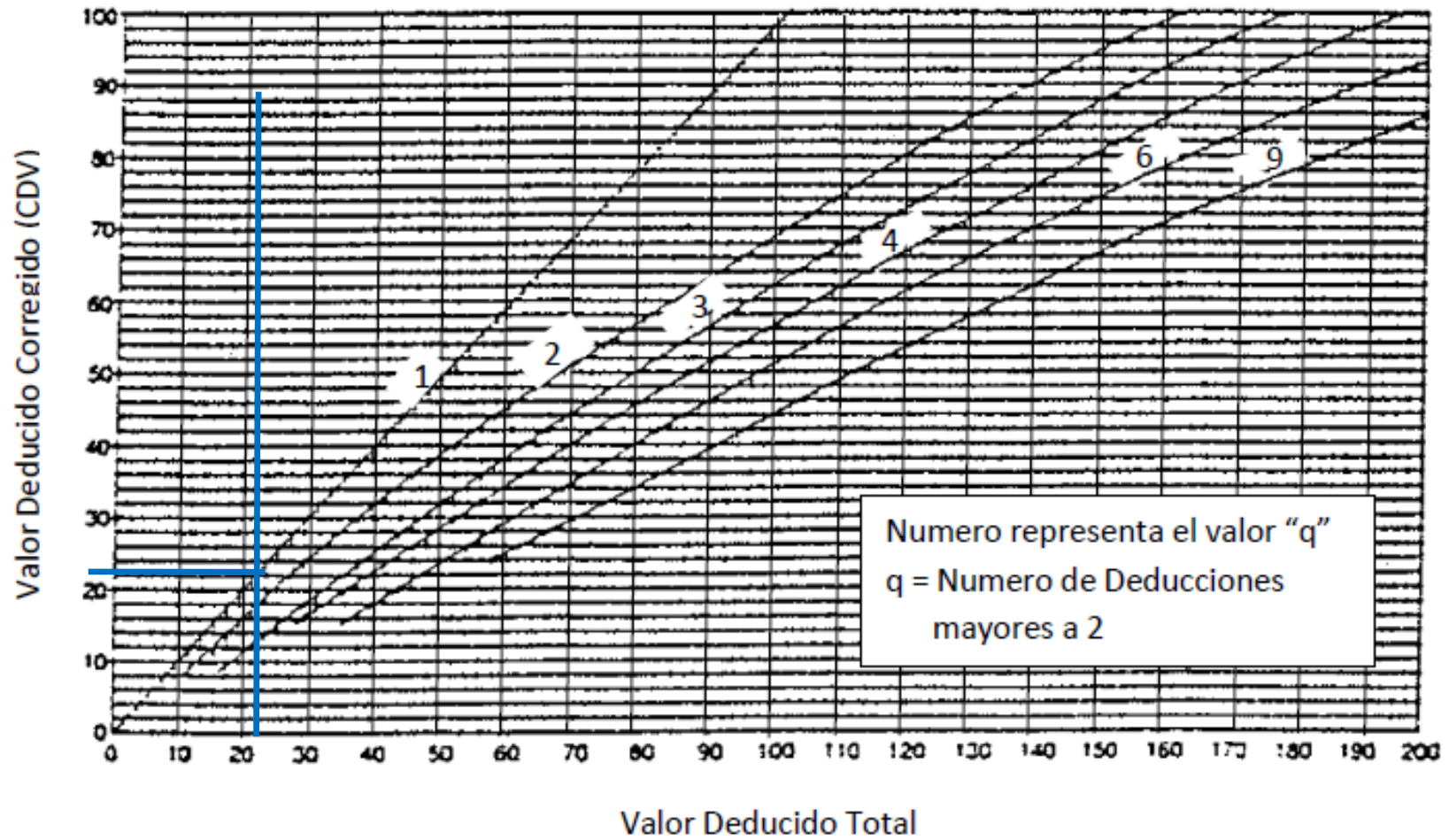
22. 22avo tramo



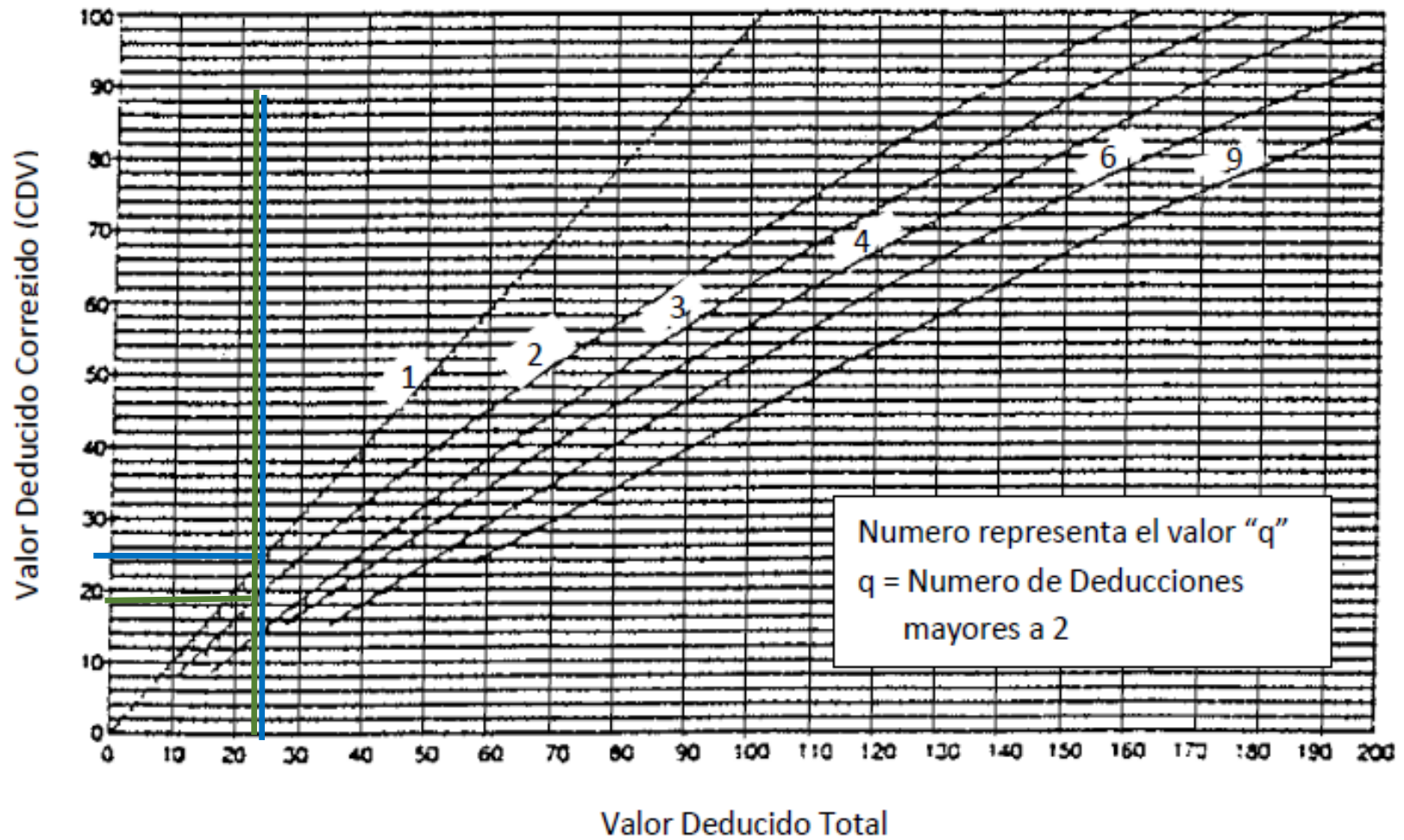
23. 23avo tramo



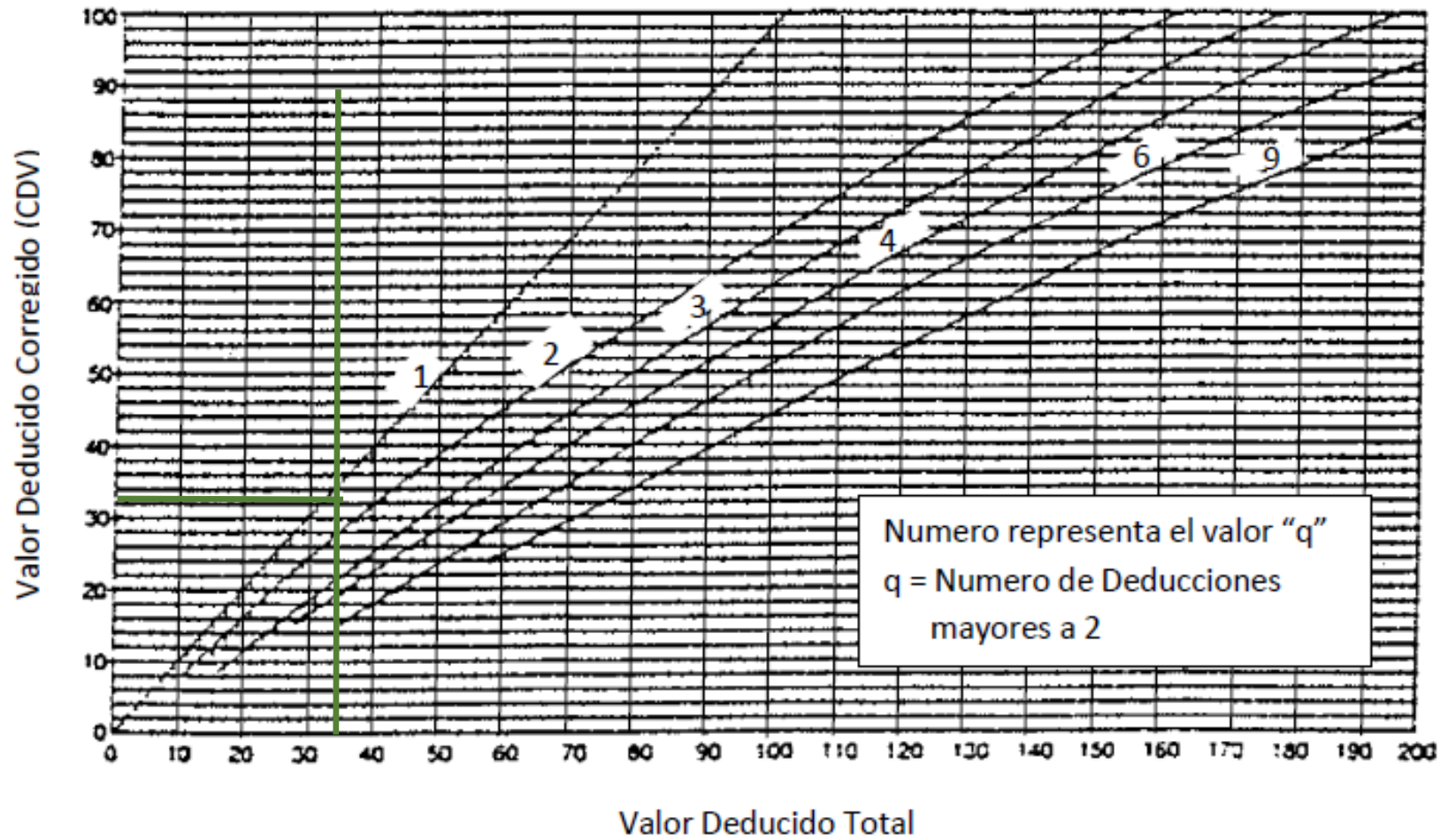
24. 24avo tramo



25. 25avo tramo

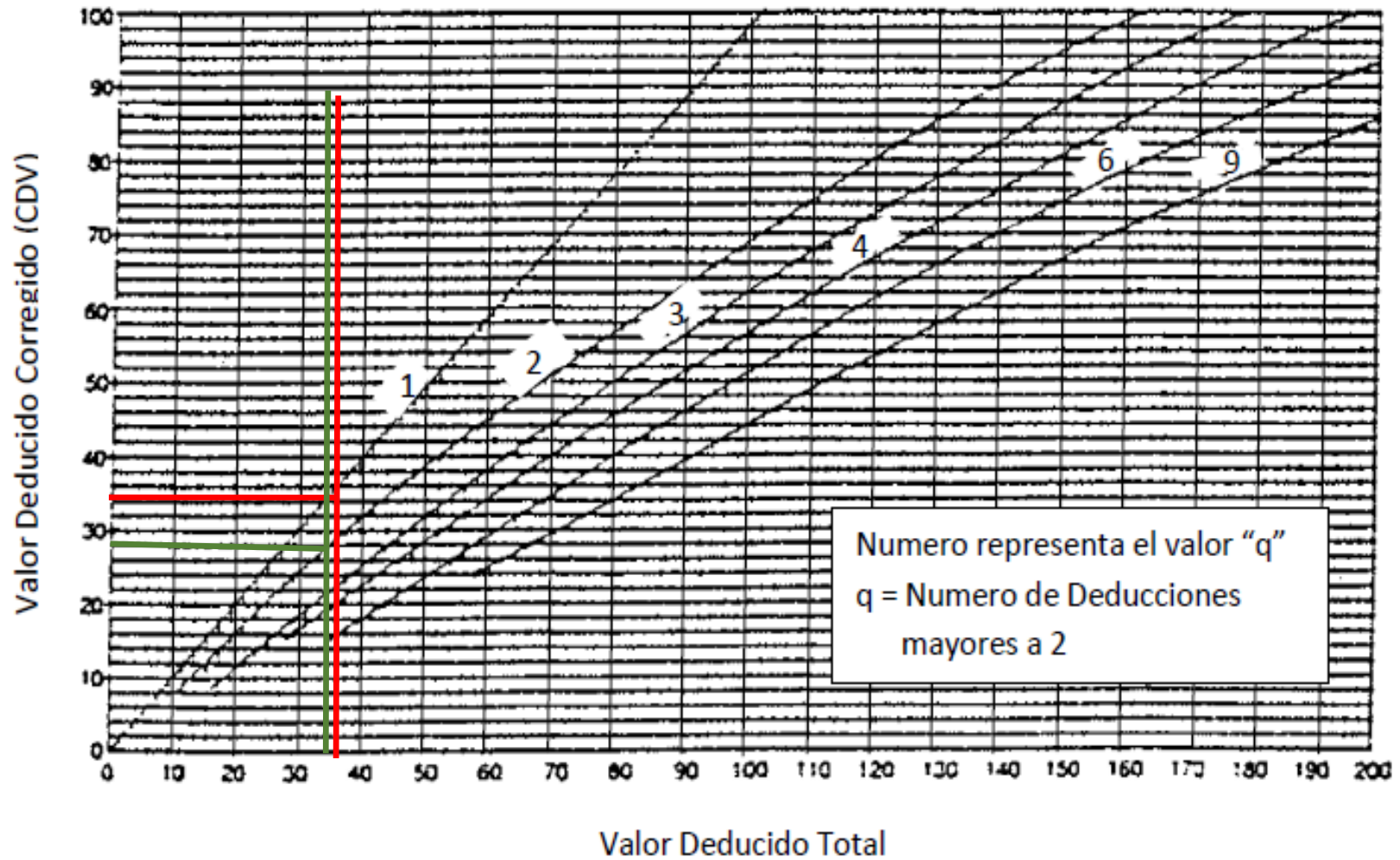


26. 26avo tramo





27. 27avo tramo



28. 28avo tramo

